

BLOQUE TEMATICO GEOSFERA

1.- ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA GEOSFERA

La geosfera es el subsistema terrestre de mayor volumen, masa y densidad.

La Tierra se formó hace aproximadamente 4.600 millones de años a partir de agregación de partículas procedentes del Big-Bang.

Los impactos entre partículas, la desintegración de elementos radiactivos y el aumento continuo de masa, produjeron altas temperaturas y la fusión de la materia.

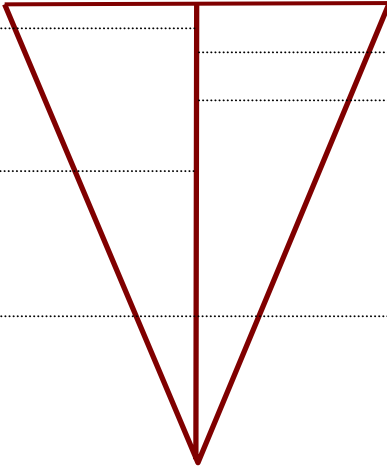
Al rotar la Tierra los materiales se dispusieron según sus densidades, los más densos en el interior y los menos densos en la superficie.

Esto determinó la actual composición de nuestro planeta y la disposición de sus materiales en capas.

Podemos hacer dos tipos de clasificación de las capas terrestres:

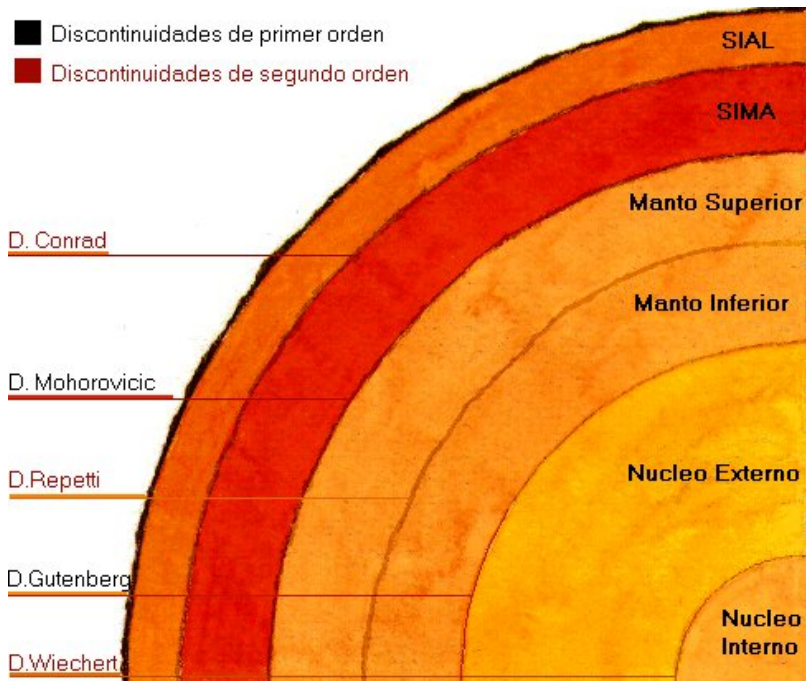
Estructura Geoquímica

Estructura Geodinámica.

ESTRUCTURA GEOQUÍMICA			ESTRUCTURA GEODINÁMICA	
KM	CAPA		CAPA	KM
6-70	CORTEZA		LITOSFERA	6-120
1000	MANTO SUPERIOR		ASTENOSFERA	60-200
2900	MANTO INFERIOR		MESOSFERA	2900
6370	NÚCLEO		ENDOSFERA	6370
<p>CORTEZA OCEÁNICA: De 6 a 12 Km. de espesor, se forma a partir de magmas basálticos procedentes del manto. Antigüedad inferior a 180 millones de años</p> <p>CORTEZA CONTINENTAL: Entre 20 y 70 Km. de espesor, rocas muy antiguas de hasta 4000 millones de años, composición muy variada.</p>		<p>LITOSFERA: Comprende la corteza y una parte del manto superior, que se comporta de una manera frágil y rígida, que se fractura frente a los estiramientos.</p> <p>ASTENOSFERA: Es una parte del manto superior que se comporta de manera plástica y deformable frente a los estiramientos. Es una zona de baja velocidad sísmica</p>		
<p>DISCONTINUIDAD DE MOHOROVICIC</p> <p>MANTO: Composición fundamentalmente de Peridotitas, a base de olivinos y piroxenos. El manto superior llega a los 1000 Km. El inferior a los 2900 Km.</p>		<p>MESOSFERA: Se corresponde con el manto, en su interior se producen corrientes de convección de los materiales, que en contacto con el núcleo tienen mayores temperaturas.</p>		
<p>DISCONTINUIDAD DE GUTENBERG</p> <p>NÚCLEO: Hasta los 6370 Km. Materiales muy densos, principalmente Hierro y Níquel, también Azufre. El Núcleo externo es más fluido que el interno, que parece ser sólido.</p>		<p>ENDOSFERA: Coincide con el núcleo, el núcleo externo es fluido, y en él se producen corrientes de convección. El núcleo externo se comporta como un sólido.</p>		
<p>DISCONTINUIDAD DE WIECHERT Entre el Núcleo interno y externo</p>				

Para dibujos y esquemas podéis consultar esta página (es muy buena).

<http://www.irabia.org/web/ciencias/placas/continen.htm>





2.- PROCESOS GEODINÁMICOS INTERNOS.
2.1.- MOVIMIENTOS LITOSFÉRICOS.
2.1.A.- TECTÓNICA DE PLACAS E ISOSTASIA.
a.- ISOSTASIA
<p>La isostasia es la condición de equilibrio que presenta la superficie terrestre debido a la diferencia de densidad entre sus diferentes partes.</p> <p>El PRINCIPIO DE ISOSTASIA, fue enunciado a finales del siglo XIX y está fundamentado en el principio de Arquímedes, se enuncia así:</p> <p>“ La corteza flota sobre el manto como un iceberg en el océano”.</p> <p>La corteza es menos densa que el manto, por lo que permanece flotando como un barco sobre el mar, de manera que la parte sumergida es proporcional a la parte que emerge.</p> <p>Cuando la parte que emerge varía su volumen, se produce un levantamiento o hundimiento de la parte sumergida.</p> <p>El equilibrio isostático puede romperse por acumulación de materiales en zonas bajas o por erosión de zonas altas. Es entonces cuando se producen movimientos verticales (EPIROGÉNICOS) de reajuste, que pueden provocar pequeños terremotos.</p>
b.- DIFERENTES TEORÍAS DE GEODINÁMICA
<p>A lo largo de la historia se han propuesto diferentes teorías para explicar los procesos geológicos. Algunas de ellas han sido muy aceptadas aunque en la actualidad todo el mundo acepta la Teoría de Tectónica de Placas.</p>
TEORÍA DILUVIALISTA: Se mantuvo hasta el siglo XVII y mantenía que la Tierra no experimentaba ningún cambio.
TEORÍA CONTRACCIONISTA O FIJISTA: Mantenía que la Tierra se estaba contrayendo al enfriarse y como consecuencia se producían enormes plegamientos en la corteza.
TEORÍAS MOVILISTAS: Explica la formación de montañas mediante teorías verticalistas y horizontalistas.
<p>Las Teorías Verticalistas aportaron numerosos datos sobre el origen de las cordilleras pero no pudieron explicar con detalle las causas del levantamiento. Entre estas teorías cabe destacar la Teoría del Geosinclinal, de donde surge el actual concepto de GEOSINCLINAL: Cuencas profundas, estrechas y alargadas que se sitúan en los bordes de los continentes y que se rellenan de sedimentos marinos de miles de metros de espesor y que posteriormente se plegarán y darán lugar a las cordilleras.</p> <p>Las Teorías Horizontalistas, en un principio la Teoría de Deriva continental y posteriormente la Teoría de Tectónica de placas, proponen movimientos horizontales de los continentes, que causan la elevación de las montañas. La Teoría de Tectónica de Placas supuso una revolución científica y es capaz de explicar todos los fenómenos aislados. (Volcanes, terremotos, procesos metamórficos,...).</p>

c.- TEORIA DE DERIVA CONTINENTAL
<p>A principios del siglo XX Alfred Wegener, explicó el desplazamiento de los continentes a lo largo de la historia. Se basó en el Principio de Isostasia, (los continentes flotan sobre el manto), y también a los efectos producidos por la rotación de la tierra (retrasos en el movimiento de los continentes y desplazamiento hacia los polos) y el efecto de las mareas.</p> <p>Según Wegener los actuales continentes proceden de un único supercontinente (Pangea), que se fragmento.</p> <p>Para apoyar su teoría presentó numerosas pruebas. Su Teoría tenía algunos vacíos, ya que Wegener desconocía los relieves submarinos. La Teoría de Deriva continental sentó las bases de la actual Teoría de Tectónica de Placas.</p>
PRUEBAS A FAVOR DE LA TEORÍA DE DERIVA CONTINENTAL
A.- PRUEBAS PALEONTOLÓGICAS: La presencia de fósiles idénticos de flora y fauna en continentes muy separados en la actualidad.
B.- PRUEBAS PALEOMAGNÉTICAS: Si se toman muestras de los minerales magnéticos en diferentes estratos de rocas, se puede saber cual era su orientación con respecto al Norte magnético en el momento de su formación, y como se han ido moviendo.

C.- PRUEBAS GEOLÓGICAS:

- 1.- Morfología de costas: Se produce un ajuste muy exacto de los bordes de los continentes Sudamericano y Africano.
- 2.- Continuación de orógenos: Hay cadenas montañosas antiguas que se continúan de un continente a otro, hoy en día separados. Cadenas montañosas de Sudamérica y África; o de Europa y Norteamérica.
- 3.- Continuación litológica: Existe continuidad entre depósitos de materiales entre continentes separados, como los depósitos de gneises Africanos y Brasileños.

D.- PRUEBAS PALEOCLIMÁTICAS: Existen evidencias de que algunos continentes estaban dispuestos en latitudes diferentes a las actuales. Glaciares antiguos, yacimientos de carbón,...

d.- TEORÍA DE TECTÓNICA DE PLACAS

PRUEBAS DE LA TEORÍA DE TECTÓNICA DE PLACAS

A.-LA EXPANSIÓN DEL FONDO OCEÁNICO

A mediados del siglo XX se cartografió el fondo oceánico. Se descubrieron las dorsales oceánicas y el largo valle en Rift que se extiende a lo largo de toda la cordillera mesoatlántica, lo que indicaba que existían grandes fuerzas tensionales.

Se observó también que existía una gran actividad sísmica en las grandes fosas oceánicas.

Hess propuso que las dorsales estaban localizadas en zonas de ascenso de materiales del manto y que el suelo del océano se desplazaba como una cinta transportadora alejándose de la cresta de la dorsal y hundiéndose por las fosas oceánicas.

B.-PALEOMAGNETISMO

El campo magnético de la Tierra se invierte cada cierto tiempo, (miles o millones de años), de manera que los minerales de hierro que salen de las dorsales quedan orientados siempre hacia el Norte magnético que exista en el momento de su solidificación, (puede coincidir con el actual Norte o con el actual Sur). (Cualquier cambio de sentido hacía el Este o el Oeste implica un movimiento posterior de los materiales).

C.-LA EDAD DE LA CORTEZA OCEÁNICA

Los estudios del fondo oceánico permitieron observar que el espesor de la corteza oceánica es menor y más joven en las zonas próximas a la dorsal y mayor y más antiguo en las fosas.

El estudio del paleomagnetismo terrestre confirmó que existían franjas de magnetismo similares a ambos lados de las dorsales, por lo que el fondo oceánico se había expandido paralelamente a ambos lados de la dorsal.

D.- PLACAS LITOSFÉRICAS

A partir de estos estudios se observó que la litosfera no se comporta como una capa continua, sino que aparece fragmentada o "rota" a lo largo de una serie de franjas que coinciden con los focos de mayor actividad sísmica o volcánica.

A estos trozos o porciones se les denominó **PLACAS LITOSFÉRICAS**.

Hay 8 grandes PLACAS LITOSFÉRICAS:

6 de ellas están constituidas de suelo continental y oceánico, son MIXTAS: **Euroasiática, Norteamericana, Sudamericana, Indoaustraliana, Antártica y Africana**

Las otras dos solo son oceánicas: **Pacífica y Nazca**.

Además hay otras cinco placas más pequeñas:

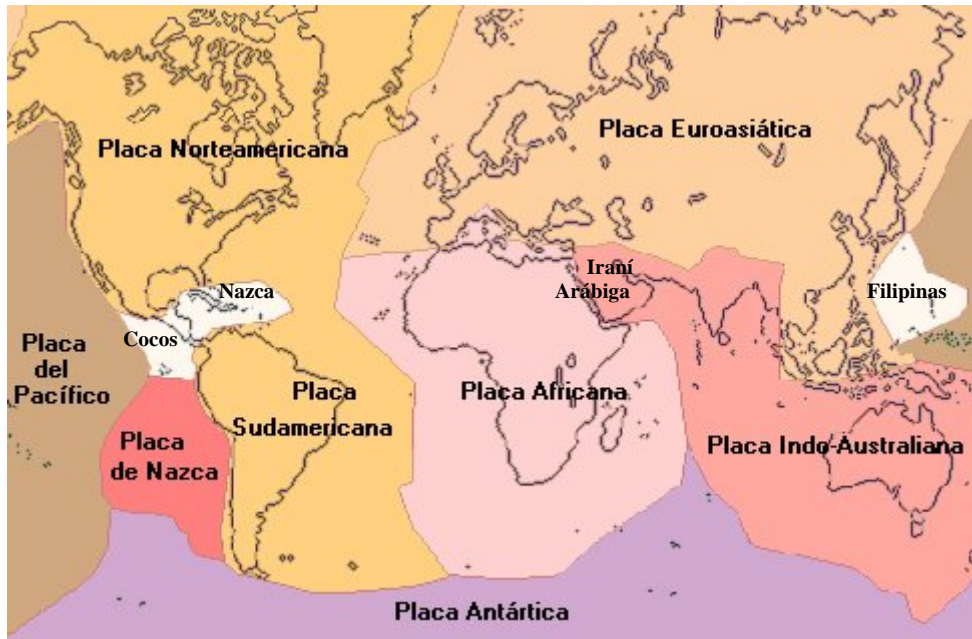
3 de ellas son oceánicas: **Caribe, Filipinas y Cocos**.

Las otras 2 son continentales: **Iraní y Arábica**.

TEORÍA DE TECTÓNICA DE PLACAS

En 1968, se unieron las pruebas de Deriva Continental y de Expansión del fondo oceánico dando lugar a otra mucho más completa conocida como Tectónica de placas.

Según esta Teoría la Tierra se divide en Placas Litosféricas separadas por cinturones sísmicos y volcánicos, cadenas montañosas continentales y submarinas y archipiélagos de islas. Las placas se construyen por las zonas de dorsales a partir de los magmas del manto y se destruyen en las fosas oceánicas subduciendo, (hundiéndose), de nuevo hacia el manto.



BORDES DE PLACAS LITOSFÉRICAS

Los bordes son las zonas de contacto entre placas. Pueden ser de tres tipos:

A.- BORDES DIVERGENTES O CONSTRUCTIVOS: Son las dorsales en ellos se construye litosfera y se produce un movimiento de separación (divergente).

B.- BORDES CONVERGENTES O DESTRUCTIVOS: Son las zonas de subducción, en ellos se destruye litosfera y las placas están chocando (convergiendo).

C.- BORDES TRANSFORMANTES: Son las fallas transformantes, en ellos se produce un movimiento lateral de una placa contra otra.

DORSALES OCEÁNICAS

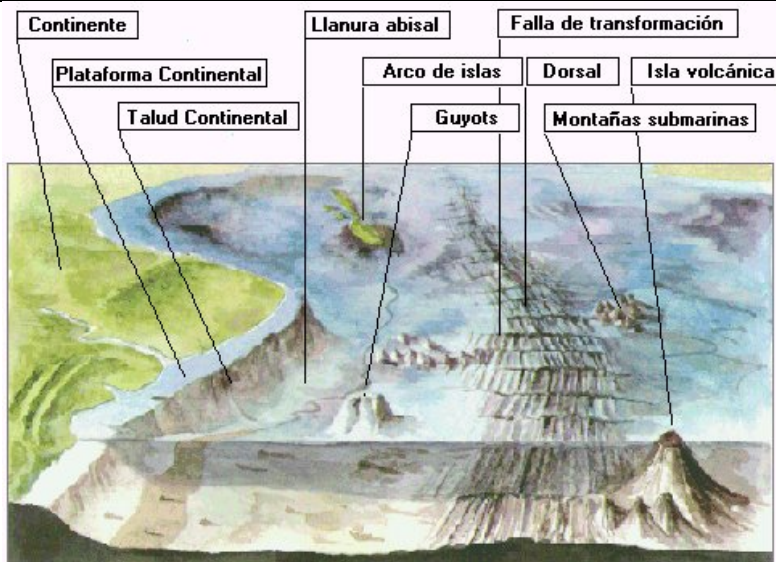
Son zonas de divergencia entre dos placas.

Las dorsales oceánicas son grandes cordilleras sumergidas por las que asciende material procedente del manto, que se consolida a ambos lados de la misma, haciendo de esta forma que los océanos se ensanchen, aumentando la corteza oceánica basáltica y separando los continentes.

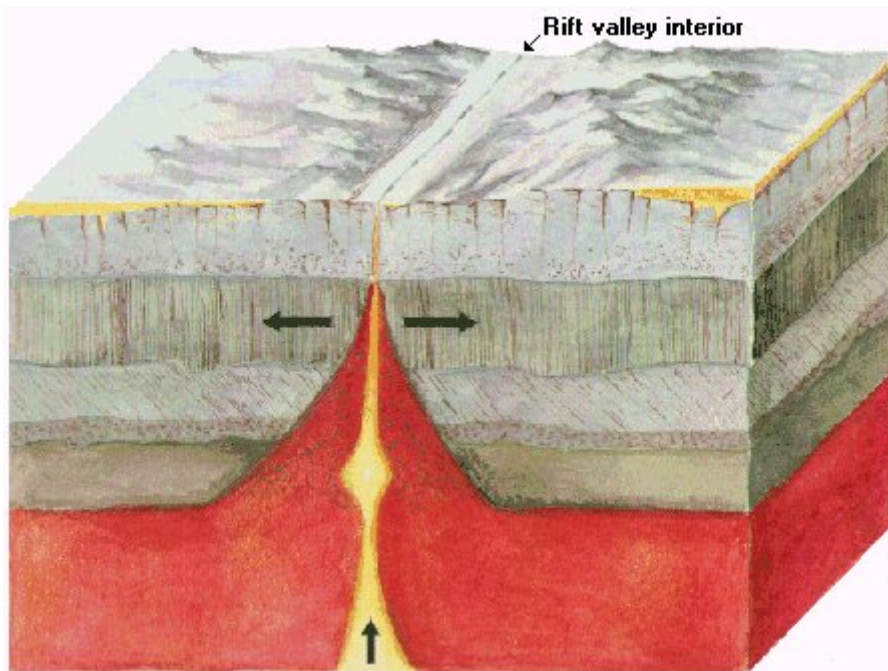
Tienen una alta actividad volcánica, son muy fisuradas y con una zona central llamada **RIFT VALLEY**.

Son zonas relativamente anchas, que pueden elevarse sobre el fondo oceánico hasta 4 Km.

En algunas ocasiones sobresalen del agua, formando islas volcánicas, como Islandia.

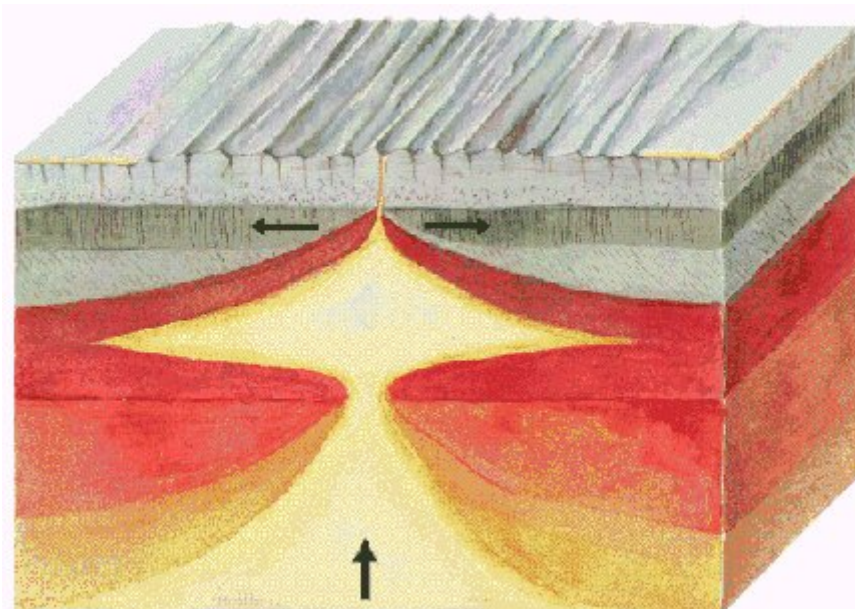


Hay dos tipos de dorsales:
DORSAL ATLÁNTICA:



Los océanos del tipo Atlántico tienen una cordillera submarina central, la dorsal, que es un relieve muy escarpado cuya línea de cumbres se encuentra hundida en un estrecho valle o rift, delimitado por fallas. A ambos lados de la dorsal hay llanuras abisales con una profundidad de 5000 m salpicadas de volcanes submarinos.

DORSAL PACÍFICA:



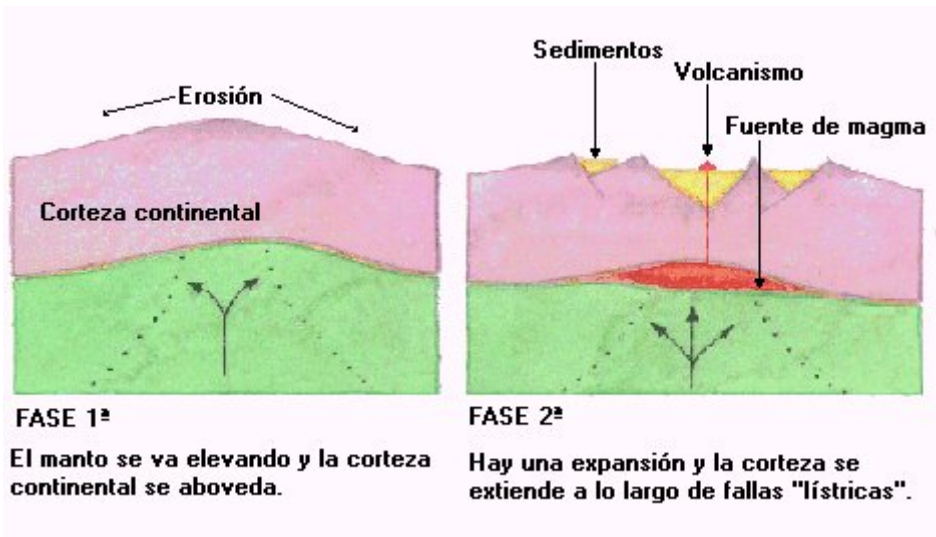
El hecho de que la dorsal oceánica del Pacífico Oriental sea mucho más ancha que la dorsal del Atlántico, refleja el índice mucho más rápido de creación de corteza de la dorsal del Pacífico Oriental.

La corteza de la misma edad, y por tanto del mismo grosor, está mucho más lejos de la dorsal en el Pacífico que en el Atlántico debido a su mayor velocidad de formación

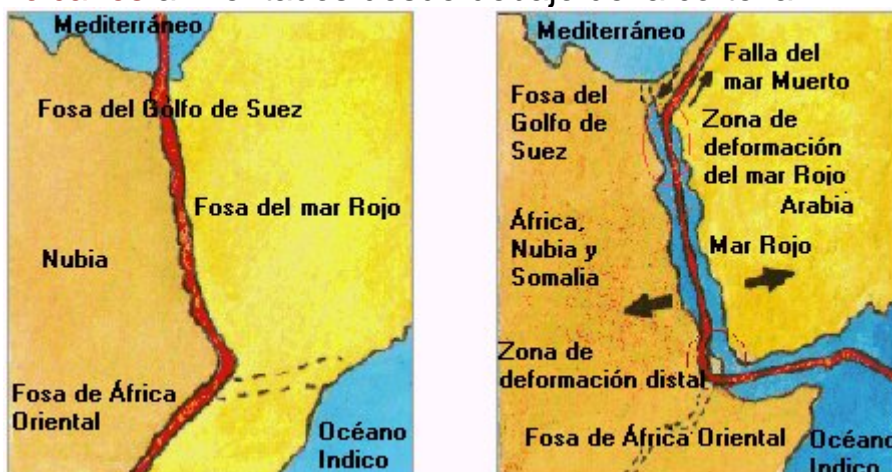


ETAPAS DE FORMACIÓN DE LAS DORSALES:

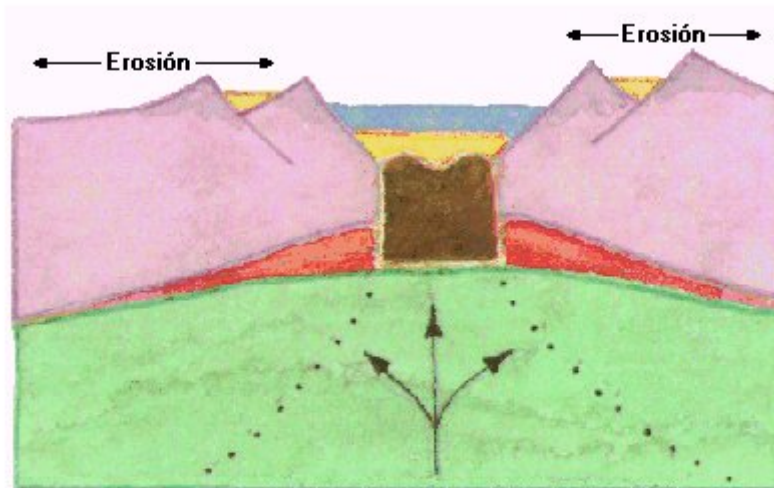
Fase 1ª y 2ª:



Las dos primeras etapas en un proceso de ruptura de este tipo se pueden ver en el Rift Valley de África Oriental, con la **aparición de cadenas de volcanes** alimentados desde debajo de la corteza



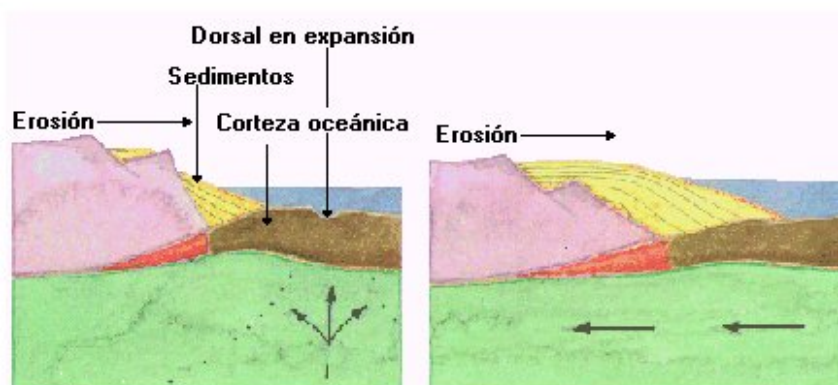
Fase 3ª:



Los continentes se separan y el agua va rellenando los "rifts", cuyo fondo está ahora formado por corteza oceánica (Mar Rojo).

Expansión con el agua del mar rellenando los rifts cuyo fondo está ahora formado por corteza oceánica.

Fase 4ª y 5ª:



Formación de sedimentos sobre zonas de fractura y bordes continentales (Océano Atlántico).

Las últimas etapas de la ruptura están representadas por zonas de bordes inactivos, características del Océano Atlántico.

ZONAS DE SUBDUCCIÓN

Son zonas de convergencia entre dos placas litosféricas.

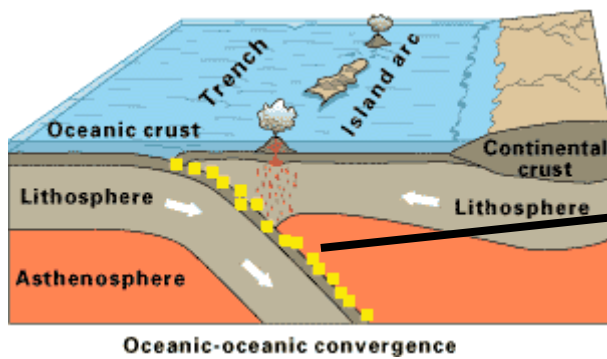
En estos lugares se produce una gran actividad sísmica y volcánica. Son las únicas zonas en donde se registran terremotos profundos (hasta 700 Km.).

Se caracterizan por el deslizamiento de grandes bloques de la litosfera oceánica hacia el interior del manto en un proceso llamado **SUBDUCCIÓN**.

En estas zonas se localizan las grandes **FOSAS OCEÁNICAS**, los cinturones montañosos volcánicos que bordean los continentes, los arcos de islas y las grandes cordilleras intracontinentales.

Hay tres tipos de subducción dependiendo de las placas que convergen: Oceánica-Oceánica; Oceánica-Continental; Continental-continental.(En este caso se llama Obducción).

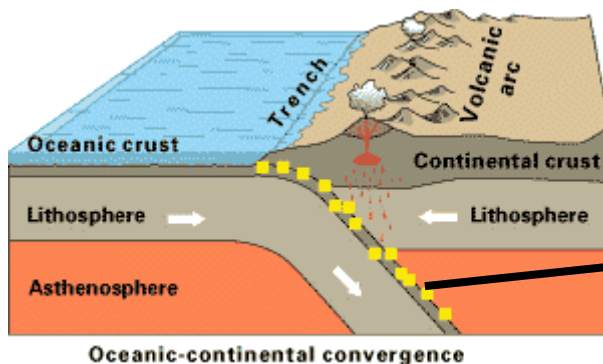
La subducción se puede producir por choque entre dos placas oceánicas:



PLANO DE BENIOFF

El material fundido de la corteza al ser menos denso que el del manto, asciende a la superficie en forma de lava, formándose islas volcánicas o arcos de islas sobre el margen de la placa montada.

También puede producirse subducción de una placa oceánica debajo de otra continental:

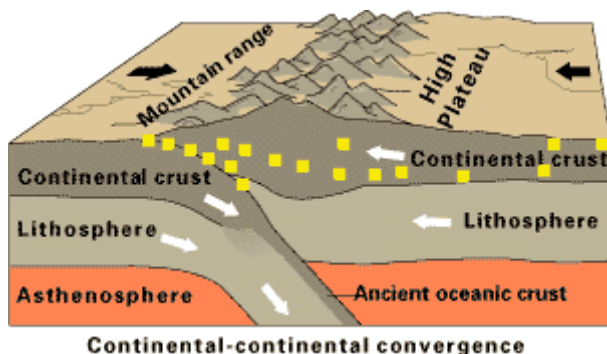


PLANO DE BENIOFF

Este es el caso del borde continental subamericano, que forma en el continente la Cordillera de los Andes.

La línea de rozamiento entre las placas, se conoce como PLANO DE BENIOFF. A lo largo de este plano es donde se localiza el HIPOCENTRO de los terremotos, que serán más o menos fuertes en superficie dependiendo de la profundidad a la que se producen.

Convergencia entre dos placas continentales: OBDUCCIÓN



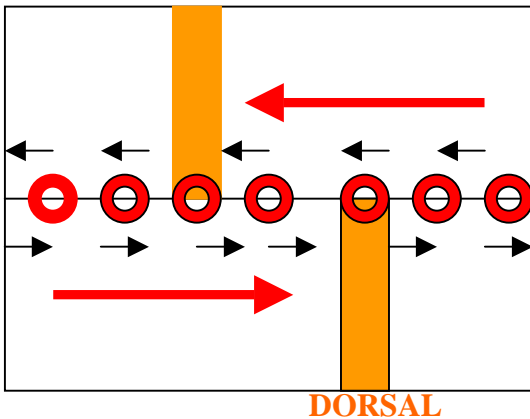
Es el caso de la Cordillera del Himalaya, producida por el choque de la India y Asia hace alrededor de 45 millones de años

FALLAS TRANSFORMANTES

La intrusión de lava por el eje de la dorsal hace que se produzca un desplazamiento del suelo oceánico a ambos lados de la dorsal.

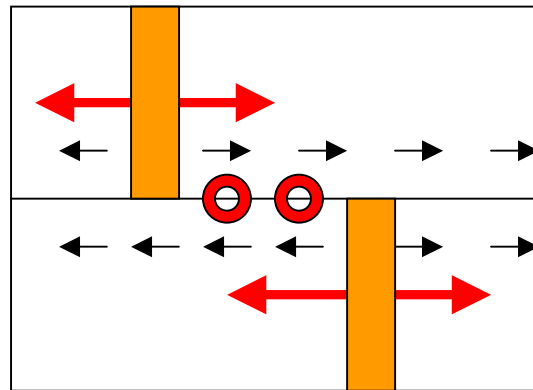
Sin embargo el desplazamiento no es uniforme ya que hay zonas en que se opone una mayor resistencia. Esto provoca roturas en el eje de la dorsal, que deja de ser una línea continua para convertirse en grandes segmentos separados por fallas.

Estas **FALLAS TRANSFORMANTES no son iguales que las fallas de desgarre normales**, ya que no están producidas por fuerzas opuestas y el rozamiento y por tanto las zonas sísmicas solamente se producen en la zona comprendida entre los ejes desplazados de la dorsal y no a lo largo de toda la falla. Un ejemplo de falla de transformación es la falla de San Andrés en California, que está separando la Península de California del resto del Continente Norteamericano.



DORSAL

Falla de desgarre Normal: Hay rozamiento entre todos los puntos.



DORSAL

Falla transformante: Solo hay rozamiento entre los ejes desplazados de la dorsal.

MARGENES CONTINENTALES PASIVOS

Son zonas de límite entre corteza continental y oceánica que no se corresponden con límites de placas y en las que no se crea ni destruye litosfera.

PUNTOS CALIENTES

Aunque la mayor parte de los fenómenos geológicos se corresponden con los límites de placas, también se produce actividad en otras zonas.

Actualmente existen zonas en las que el magma ultrabásico del manto profundo sale al exterior en forma de columnas estrechas y alargadas (**PENACHOS O PLUMAS DEL MANTO**) y que dan lugar a manifestaciones volcánicas de baja sismicidad llamados **PUNTOS CALIENTES (HOT SPOT)**.

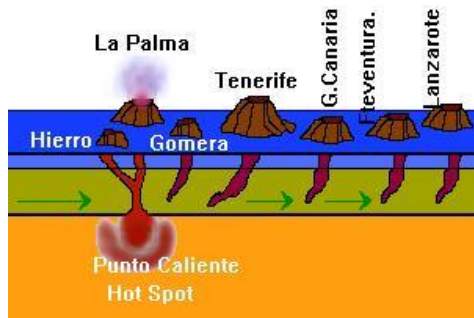
Los puntos calientes no se mueven junto con las placas, sino que parece que están muy enraizadas en el manto. Al ir desplazándose la placa producen cadenas de islas volcánicas.

Las islas más antiguas son inactivas y terminan por hundirse en el océano, mientras que surgen nuevas islas volcánicas. Es el caso de las islas de Hawai.

Las Islas Canarias (Según la Teoría de Wilson de Puntos Calientes) pueden tener también este origen aunque no está demostrado y hay otras teorías paralelas acerca de su origen.

(La Teoría de la fractura propagante: que asocian su origen a la Cordillera del Atlas (África), una de cuyas fracturas podría propagarse hasta las Canarias y en diferentes fases dinámicas dar origen a las diferentes islas.)

(La Teoría de los bloques levantados: Indica que el choque entre la Placa Europea y Africana origina el levantamiento de bloques en el fondo oceánico. Este levantamiento origina fases de generación de magma y la formación de las Islas en ciclos sucesivos desde hace 20 millones de años.)



Según Wilson esta podría ser la explicación del origen de las Islas Canarias. (No está demostrado, ni todos los autores están de acuerdo)

CICLO DE WILSON

Los procesos de tectónica de placas pueden resumirse en un esquema secuencial que se conoce como **CICLO DE WILSON**. Estos procesos pueden observarse en diferentes zonas del planeta.



Situación del Gran Valle del Rift en la zona oriental del continente africano.

1.- (Esquema 1 y 2). El ciclo comienza con la fragmentación de un continente debido a la acción de un punto caliente. Esto provoca adelgazamiento y fracturación de la litosfera. Aparece entonces un Rift, que ira evolucionando y rellenándose de agua. En la actualidad esto está ocurriendo en el Rift Africano.

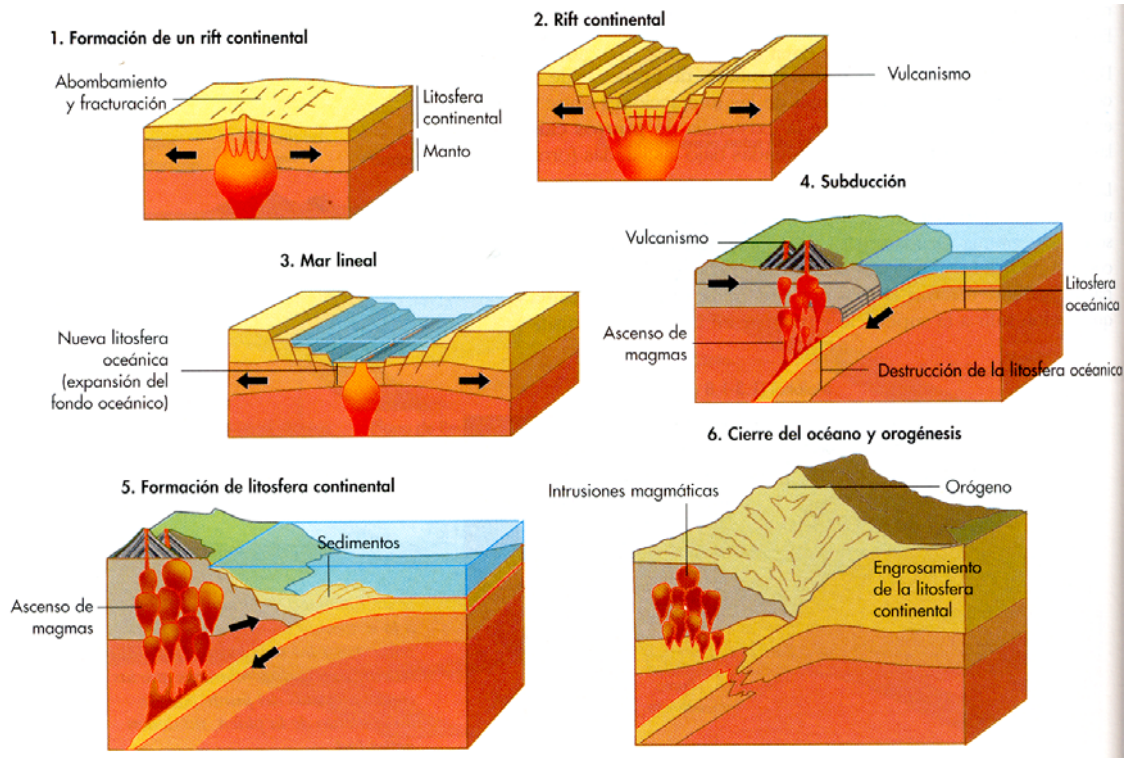
2.- La segunda fase del Ciclo del Wilson es la Expansión del fondo oceánico a ambos lados de la Dorsal. (**Esquema 3**). En la actualidad esto puede observarse en el Océano Atlántico.

La Isla de Islandia es una cresta de la dorsal Atlántica que sobresale del agua, por lo tanto en esta Isla pueden observarse una serie de volcanes fisurales que la atraviesan y la expanden a ambos lados.

3.- A medida que la dorsal va expandiendo el océano la corteza se irá enfriando a ambos lados de la dorsal y se van depositando materiales en los márgenes continentales. La presión hará que la corteza oceánica se fracture y se hunda por debajo de la corteza continental menos densa o de otra corteza oceánica (Ver tipos de subducción). (**Esquema 4**). Esto ocurre en el Océano Pacífico.

4.- La subducción provocará la formación de montañas en los bordes continentales o de arcos de islas en los suelos oceánicos que serán zonas de gran actividad sísmica y volcánica. (**Esquema 4 y 5**). Es el caso del Océano Pacífico y Sudamérica, con la formación de la Cordillera de los Andes. También en algunas zonas los desplazamientos en diferentes direcciones de las placas provocan fallas como la de San Andrés en California.

5.- Cuando la dorsal se aproxima a la costa, se introduce ella misma por subducción y comienza el cierre. Al colisionar los continentes se producen montañas intracontinentales de grandes alturas. (**Esquema 6**) (**OBDUCCIÓN**). (Es el caso del Himalaya).



2.1.b.- EL CICLO DE LAS ROCAS EN EL CONTEXTO DE LA TECTÓNICA DE PLACAS

Las rocas pueden ser de tres tipos: Sedimentarias, metamórficas e ígneas.

Las rocas están sujetas a cambios continuos de forma que una roca sedimentaria puede convertirse en metamórfica e ígnea y viceversa, en función de las condiciones a las que se vean sometidas.

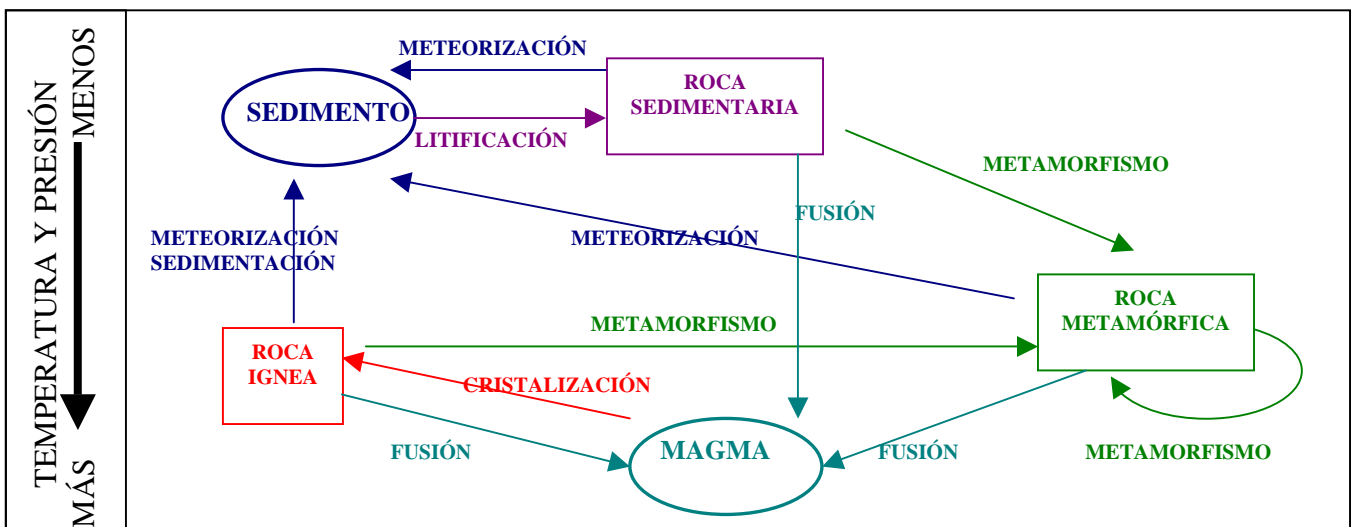
Esto da lugar a un ciclo que no tiene porque cumplirse en todos los casos, pero que tiene su mayor representatividad en el proceso de Tectónica de placas.

Un sedimento puede convertirse con el tiempo en una roca **SEDIMENTARIA**, por un proceso de **LITIFICACIÓN**, es decir, cuando los sedimentos procedentes de la erosión de los continentes alcanzan un cierto espesor la presión hace que se conviertan en rocas. (Esto ocurre con los depósitos de materiales en las fosas).

Las rocas **SEDIMENTARIAS**, cuando se hunden en la Litosfera (o en el manto por subducción), sufren temperaturas y presiones muy fuertes y pueden sufrir un **METAMORFISMO**, convirtiéndose en **ROCAS METAMÓRFICAS**.

Si estas rocas se hunden más en el manto, llegan a fundirse, convirtiéndose en magma, por el proceso de **FUSIÓN**. Estos materiales fundidos pueden volver a salir a través de grietas, como en las Dorsales o los Volcanes, formando rocas **IGNEAS**.

Las rocas **IGNEAS** o **METAMÓRFICAS**, pueden meteorizarse convirtiéndose de nuevo en **SEDIMENTOS**.



2.1.c.- FLUJO TÉRMICO

La Tierra desde el punto de vista energético es un sistema abierto, que recibe y transmite energía al medio que le rodea. Parte de esta energía la recibe del exterior, del Sol, y otra parte proviene de la propia Tierra.

ENERGÍA EXTERNA	ENERGÍA SOLAR	
	ENERGÍA GRAVITATORIA	
ENERGÍA INTERNA	ENERGÍA PLANETARIA: Energía debida a los movimientos de rotación y traslación del planeta.	
	ENERGÍA ENDÓGENA:	ELÁSTICA: Debida a la plasticidad de los materiales y a su capacidad de deformación.
TÉRMICA: Existen fuentes de calor en el interior terrestre y este calor fluye hacia el exterior. A esto se le denomina FLUJO TÉRMICO.		

FLUJO TÉRMICO (Q)

Es inversamente proporcional al grosor de la litosfera.

Es máximo en las dorsales y menor en las formaciones antiguas y gruesas de la litosfera.

$$Q = K \cdot \frac{dT}{dh}$$

K = conductividad térmica.
dT= Variación de la temperatura.
dh= Variación de la profundidad.

El gradiente de temperatura con la profundidad dT/ dh es de 1 grado cada 33 metros en los primeros Km. posteriormente la temperatura se estabiliza.

El origen de este calor es de dos tipos:

.- Calor residual de la formación del planeta.

.- Desintegración de elementos radiactivos naturales, de las rocas del manto y la litosfera.

El calor interno se manifiesta en forma de volcanes, terremotos y deformaciones de la corteza.

El calor interno fluye hacia el exterior pero los materiales terrestres que forman la corteza y el manto son malos conductores y por tanto el flujo térmico se transmite no solamente por CONDUCCIÓN sino que existe otro mecanismo de transmisión que es el de mecanismo de CONVECCIÓN.

2.1.d.- LAS CORRIENTES DE CONVECCIÓN EN EL INTERIOR DE LA TIERRA

El desplazamiento de las placas de la litosfera se debe a corrientes de convección dentro del manto.

Inicialmente se imaginaba que una gran célula de convección del manto era la responsable del mecanismo de movimiento de la corteza. Las teorías más recientes sugieren que las placas "simplemente son la superficie superior de los movimientos del flujo convectivo del manto. Esos movimientos no se deben a simples células, sino a un patrón más irregular del flujo. Conforme el material de la astenósfera asciende en las dorsales meso-oceánicas, se enfría y se solidifica" (Heather, 1992). Como uno de los bordes de la placa se hace más espeso a medida que se enfría, su peso contribuye a que se hunda y se reabsorba en el manto, promoviendo un mecanismo adicional de movimiento.

