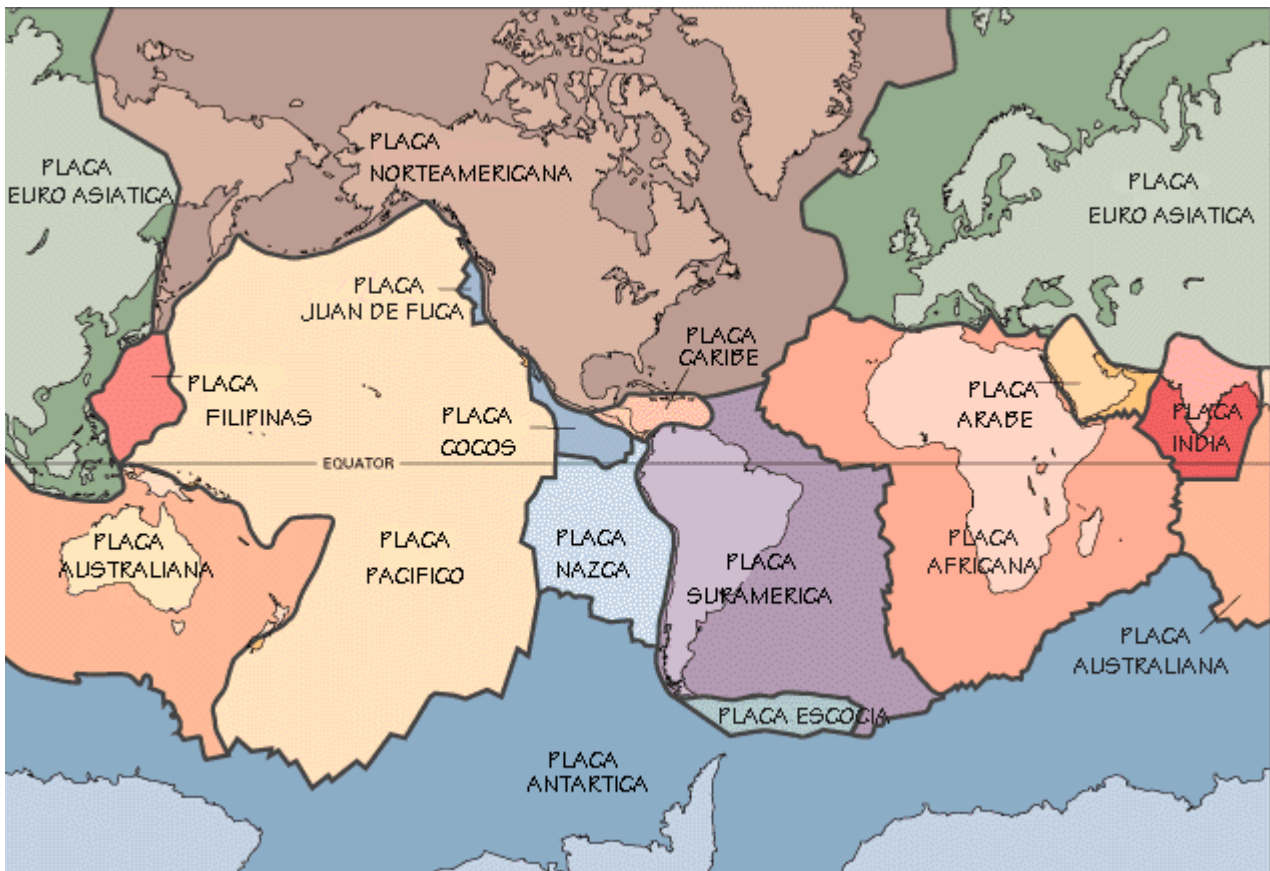


## 1. El origen de las cordilleras

La teoría de la deriva continental evolucionó dando lugar a la teoría de **La Tectónica de Placas**.

Denominamos **placas** a cada una de las porciones de la litosfera terrestre que se mueve de forma independiente. Poseen forma de casquete esférico y unos límites definidos por procesos intensos de sismicidad y vulcanismo.

Se les denomina **litosféricas** pues afectan tanto a la corteza, cómo a la parte superior del manto que se desplaza de forma solidaria con esta.



## 2. Los límites de placa

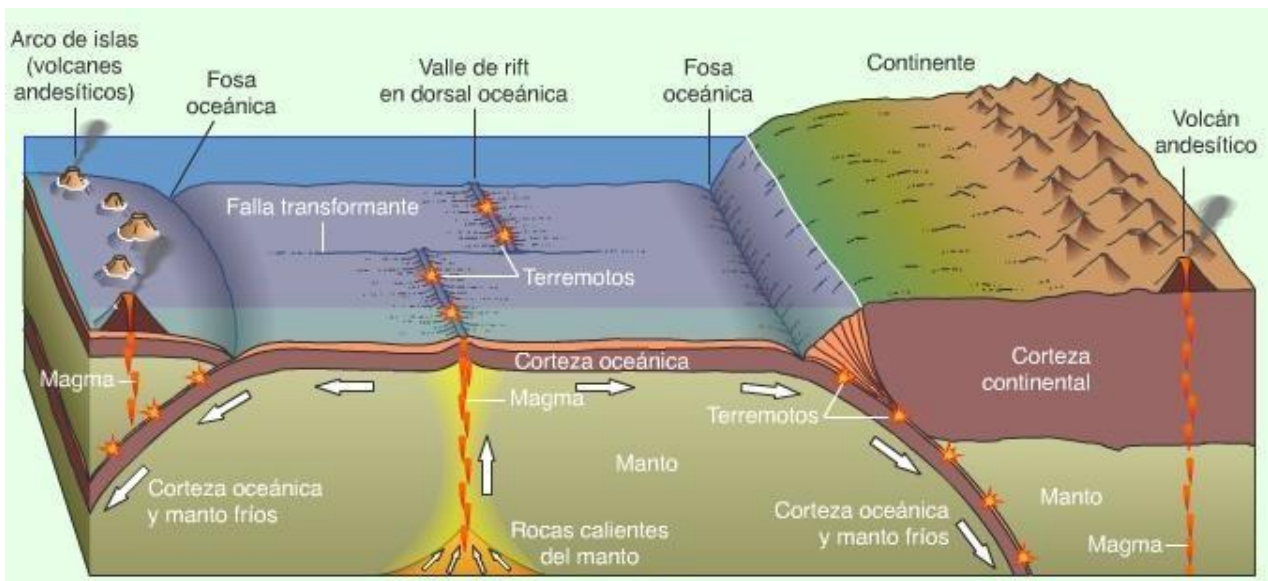
### Tipos de límite de placa

Pueden ser de tres tipos según el movimiento relativo que de las placas:

**Límites divergentes o dorsales:** el movimiento es de separación. **Límites**

**convergentes o fosas:** el movimiento es de aproximación. **Límites o fallas**

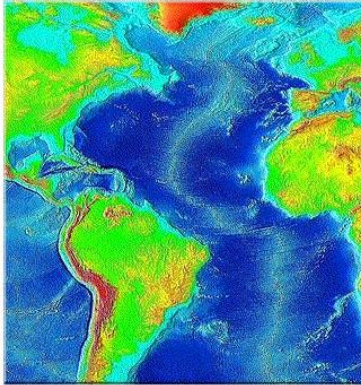
**transformantes:** el movimiento es paralelo.



## Límites divergentes

Cuando el movimiento de las placas es de separación, se crea un "hueco" en la litosfera, aprovechado por rocas magmáticas para generar nueva corteza oceánica. También se denominan zonas de Dorsal o límites constructivos.

### Los límites divergentes



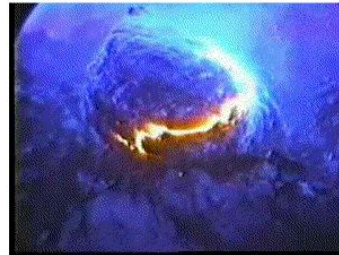
Los límites divergentes coinciden con elevaciones submarinas denominadas dorsales.

La más conocida de estas dorsales es la Dorsal Centro Atlántica.

Las dorsales se presentan cortadas por estructuras perpendiculares que se corresponden con fallas transformantes.

### Los límites divergentes

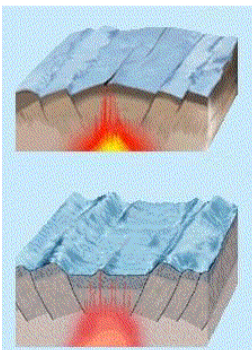
Como ya sabes, en las dorsales se produce la expansión de los fondos oceánicos. En este proceso las placas se separan permitiendo el ascenso de materiales fundidos del manto que, una vez solidificados, forman nueva litosfera oceánica.



En este proceso, la solidificación de la lava en contacto con el agua de mar origina unas curiosas estructuras denominadas lavas almohadillas o pillow-lavas.

### Los límites divergentes

Las dorsales pueden presentar diferentes morfologías según su velocidad de expansión:



Las **dorsales de rápida velocidad de expansión**, o de **tipo Pacífico**, presentan velocidades de expansión de hasta 100 mm/año. El valle de rift central está poco marcado debido al fuerte abombamiento de la región central.

Las **dorsales de lenta velocidad de expansión** o de **tipo Atlántico** presentan velocidades de expansión mucho menores (de unos 10 mm/año) y un rift central muy pronunciado. Pueden presentar islas (como Islandia).

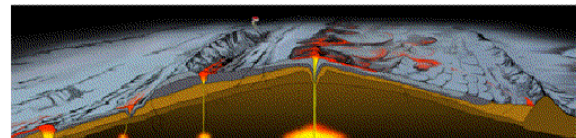
cide@d

cide@d



### Los límites divergentes

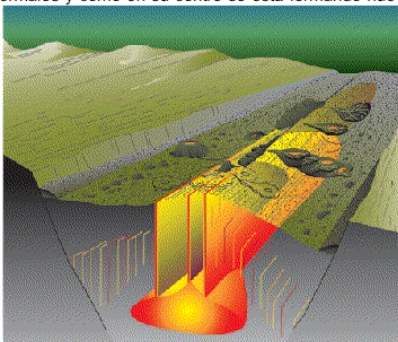
**Dorsales de expansión rápida:** Aquí puedes apreciar una representación de la topografía de estas dorsales.



Como puedes ver el rift central es poco evidente debido a la gran elevación central. Las velocidades de expansión de estas dorsales puede llegar a 10 cm/año. Presentan una sismicidad menor que las de **tipo Atlántico** (de menor velocidad de expansión).

### Los límites divergentes:

**Dorsales de expansión lenta:** En esquema puedes ver el valle limitado por fallas normales y como en su centro se está formando nueva litosfera oceánica.



cide@d

cide@d



### Los límites divergentes

El origen de los límites divergentes está en la formación de un valle de rift en el interior de un continente.

Estos valles toman de nombre del Rift Valley, región de África en la que se está formando un nuevo límite divergente.

En esta zona tenemos un gran valle limitado por fallas normales y con intensa actividad volcánica.

El proceso culminará con la formación de dos nuevas placas a partir de la placa Africana.



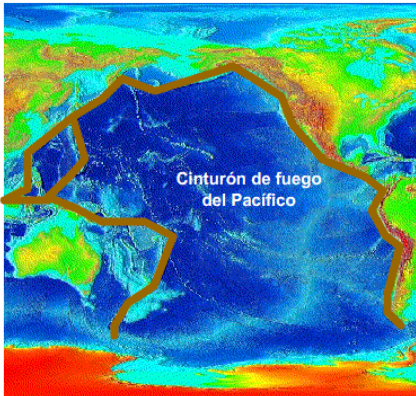
cide@d

cide@d

## Límites convergentes

Una de las placas (la más densa) se introduce bajo la otra en un proceso que se denomina subducción. A estos límites también se denominan fosas, zonas de subducción y límites destructivos. Presentan intensa sismicidad y vulcanismo.

Los límites convergentes



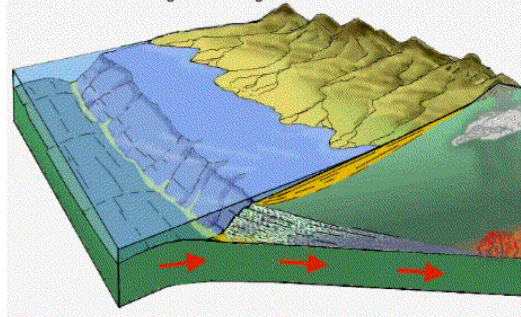
Los límites convergentes geográficamente coinciden con fosas oceánicas, que bordean arcos insulares o cordilleras marginales como los Andes.

La mayor concentración de este tipo de límites se encuentra rodeando el océano Pacífico. La gran cantidad de volcanes hace que se conozca a esta zona como el "Cinturón de fuego del Pacífico"

cide@d

Los límites convergentes

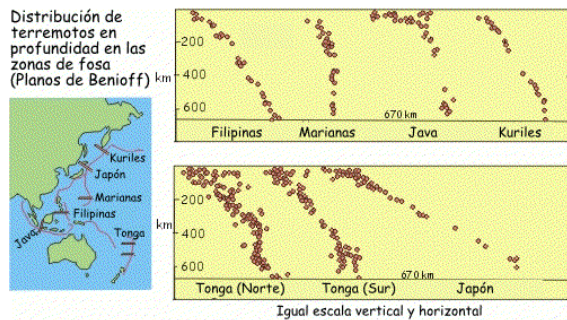
En los límites convergentes, una placa con litosfera oceánica va a introducirse bajo otra en un proceso denominado **subducción**. Las altas temperaturas reinantes en el manto, producen la fusión parcial de la litosfera subducida originando magmatismo.



cide@d

Los límites convergentes

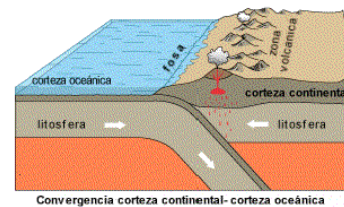
El rozamiento en profundidad de las dos placas origina terremotos cuyos focos se alinean en un plano conocido como Plano de Benioff.



Igual escala vertical y horizontal

Los límites convergentes

Cuando la subducción se produce **bajo litosfera continental**, la fosa queda adosada al continente, que es bordeado por un orógeno como los Andes. El intenso vulcanismo hace que en estas cordilleras las máximas alturas sean alcanzadas por volcanes.

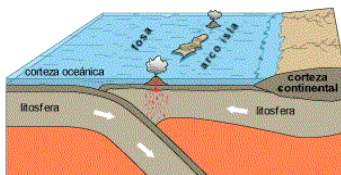


Convergencia corteza continental-corteza oceánica

Los sedimentos depositados sobre la corteza oceánica van siendo "cepillados" e incorporados al continente, formando mantos de corrimiento y sufriendo un metamorfismo de alta presión.

Los límites convergentes

Cuando la subducción se produce **bajo litosfera oceánica**, la placa que subduce, al fundirse parcialmente, genera magmas que ascienden y originan volcanes submarinos. Estos volcanes, al emerger, forman arcos insulares o arcos-isla.

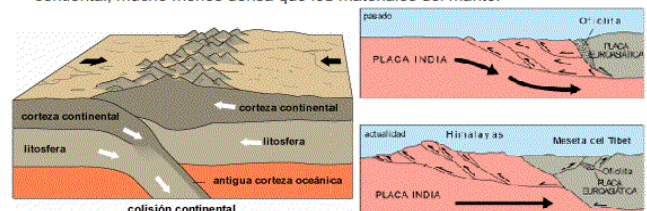


Convergencia corteza oceánica - corteza oceánica

En estos arcos insulares, la placa que subduce se sitúa hacia el lugar dónde apuntaría una hipotética flecha. Arcos insulares de este tipo de límite, rodean de forma continua el norte y el oeste del océano Pacífico (Kuriles, Japón, Filipinas, Java, etc.).

Los límites convergentes

El final del proceso convergente tienen como resultado una colisión continental. La subducción se detiene al no poder progresar en profundidad la litosfera continental, mucho menos densa que los materiales del manto.



El resultado es un gran orógeno que puede tener "pellizcados" fragmentos de litosfera oceánica en un proceso denominado obducción. Estos fragmentos reciben el nombre de **Ofolitas**. Orógenos de este tipo son los Alpes e Himalaya.

cide@d

cide@d

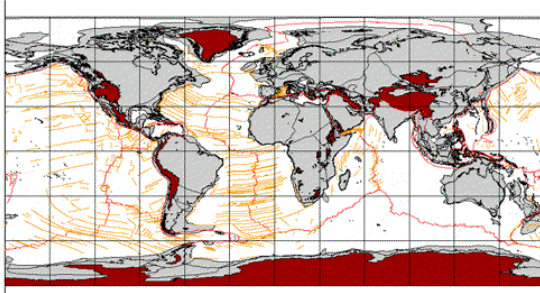
## Límites transformantes

Existen zonas donde el movimiento de las placas es paralelo y de sentido contrario.

Son conocidos también por zonas de falla transformante o límites transcurrentes. Presentan una intensa sismicidad.

### Los límites transformantes

Los límites o fallas transformantes se pueden encontrar en dos situaciones diferentes: formando parte de un **límite neto entre dos placas** o **conectando tramos activos de una dorsal**. En todos los casos el rozamiento de las placas va a originar una intensa sismicidad.



cide@d



### Los límites transformantes

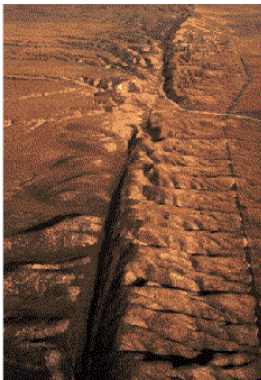
Seguramente la falla transformante más conocida sea la falla de San Andrés que es el **límite neto** entre las placas Norteamericana y Pacífica. Esta falla y sus frecuentes movimientos tiene en vilo a los habitantes de la región.



cide@d



### Los límites transformantes



La falla de San Andrés origina frecuentes terremotos como el de San Francisco (1906). El incendio, iniciado a consecuencia del terremoto, destruyó completamente la ciudad. Posteriormente ha ocasionado otros grandes terremotos (Los Ángeles, 1980).

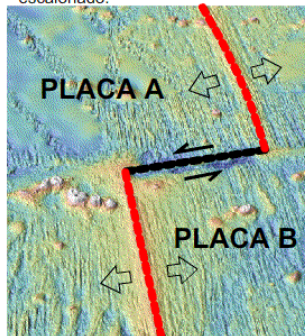


cide@d



### Los límites transformantes

Las fallas transformantes también se presentan **conectando tramos activos de dorsales oceánicas** lo que confiere a las dorsales un aspecto escalonado.



La velocidad de expansión no es homogénea a lo largo de las dorsales, ni constante a lo largo del tiempo. Este desajuste tiene como consecuencia la formación de fallas transformantes.

Las fallas transformantes presentan una intensa actividad sísmica pues el movimiento de las placas es opuesto.

cide@d

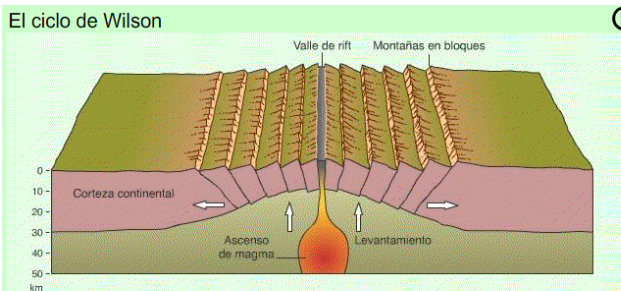


### 3. El Ciclo de Wilson

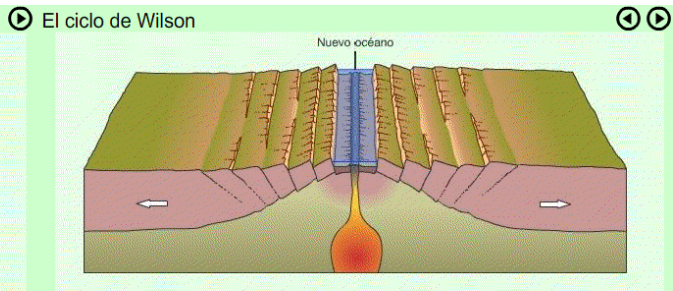
Tuzo Wilson realizó un modelo teórico que resume la posible evolución de las placas. Divide las posibles situaciones en etapas nombradas con el nombre de la zona dónde actualmente podemos encontrar esa situación

Con él aprenderás cómo evolucionan las placas y en qué zonas del planeta se están dando las situaciones.

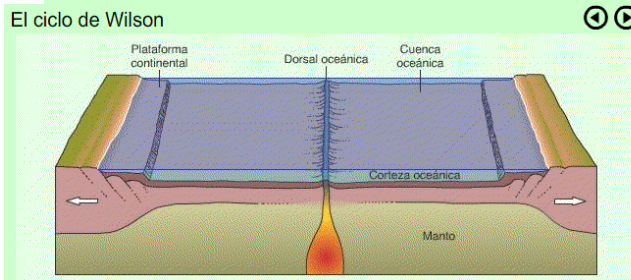
#### Etapa de Rift



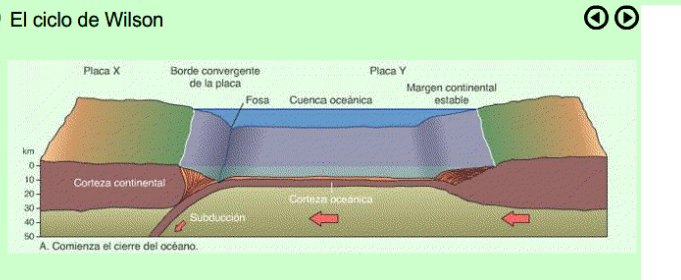
En la primera etapa del ciclo de Wilson tiene lugar la formación de un valle de Rift (valle escalonado limitado por fallas normales). El adelgazamiento de la corteza facilita el ascenso de magmas a través de las fallas. Recibe el nombre de **Etapa de Rift** y toma su nombre del Rift valley.



Posteriormente, con la entrada de agua de mar en el valle, se forma un océano estrecho. El ascenso continuado de magmas origina corteza oceánica que rellena el hueco entre los continentes. Esta etapa recibe el nombre de **Etapa Mar Rojo**.



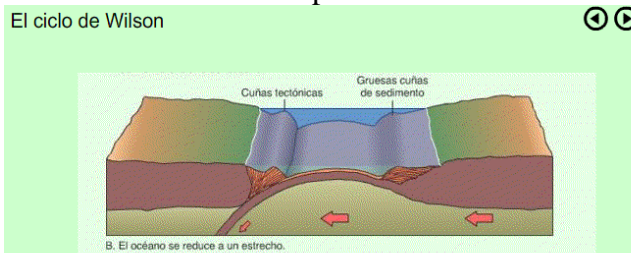
Al continuar la separación de los márgenes continentales y la expansión del fondo oceánico, se forma una cuenca oceánica con márgenes simétricos con respecto a la dorsal centro oceánica. Esta etapa recibe el nombre de **Etapa Atlántico**.



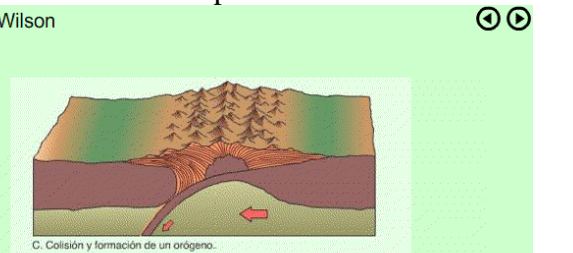
En la siguiente etapa del ciclo de Wilson cambia el movimiento de las placas, transformándose en convergente. Al menos en uno de los márgenes se inicia un proceso de subducción. Se origina una fosa y una cadena montañosa o un arco-isla. Recibe el nombre de **Etapa Pacífico**.

#### Etapa Atlántico

#### Etapa Pacífico



Al continuar la convergencia, la cuenca oceánica se reduce aproximándose los márgenes continentales. En el margen con subducción se forman cuñas tectónicas a partir de los sedimentos "cepillados" de la corteza oceánica. Esta etapa recibe el nombre de **Etapa Golfo Pérsico**.



Se produce la colisión de las dos placas formándose un orógeno. Finaliza la subducción. Se forman grandes mantos de corrimiento con una estructura en forma de flor. Esta etapa recibe el nombre de **Etapa Himalaya**.

#### Etapa Golfo Pérsico

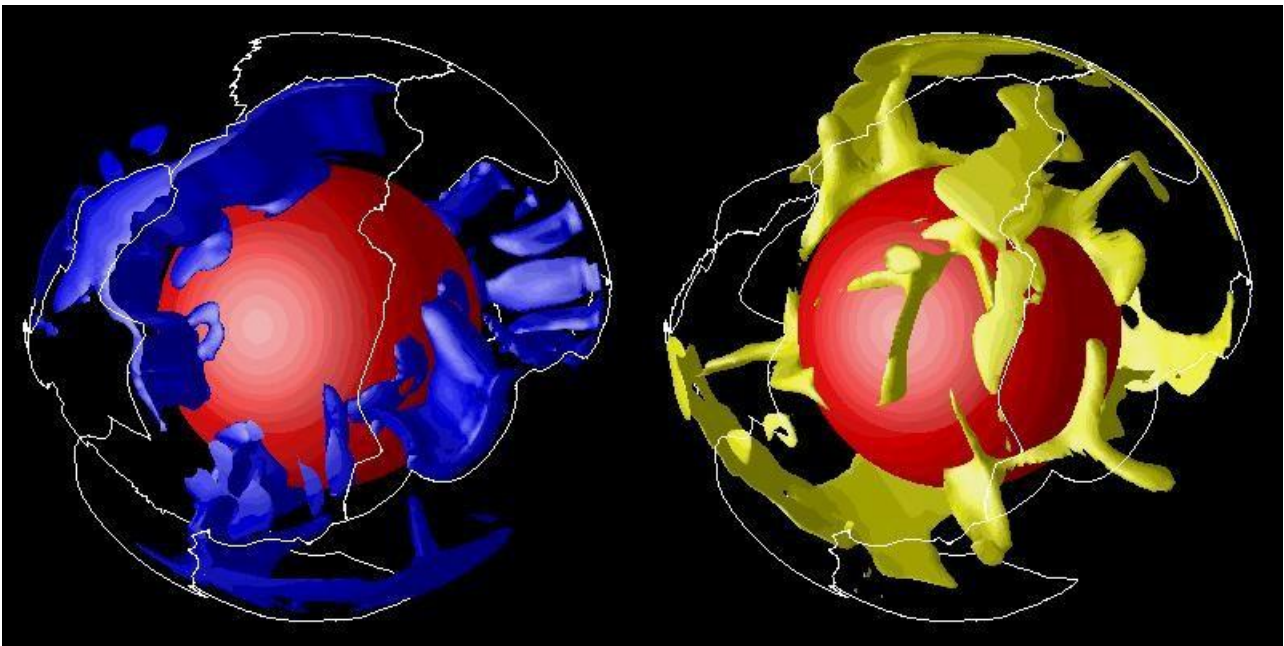
#### Etapa Himalaya

#### 4. El motor del movimiento de las placas.

##### El modelo actual de la convección

Como vimos anteriormente la convección es el mecanismo de transmisión de calor que nos permitía explicar el movimiento de los continentes. Actualmente se cree que la convección afecta a la totalidad del manto.

En la ilustración puedes observar materiales calientes (en amarillo) que ascienden y forman en la superficie límites divergentes y litosfera fría (en azul) que desciende por subducción hasta el núcleo (nivel D").



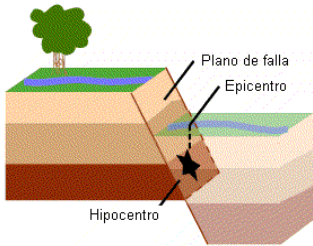
#### 5. Manifestaciones externas de la dinámica interna

**Los terremotos:** Ya has visto que los terremotos aparecen asociados a los límites convergentes y transformantes. Sus consecuencias afectan a millones de personas que habitan zonas con algún tipo de riesgo sísmico.

## Los terremotos



Los terremotos son movimientos del terreno, consecuencia de la liberación brusca de la energía elástica almacenada en el interior terrestre. Esta liberación de energía se realiza por medio de **ondas sísmicas**.

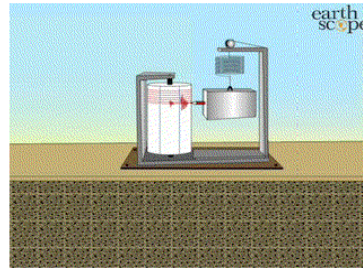


Se denomina **foco o hipocentro** al lugar en profundidad origen del movimiento y **epicentro** al lugar más próximo en la superficie.

## Los terremotos



Para el estudio de los terremotos se instalan aparatos de medida denominados **sismógrafos**.



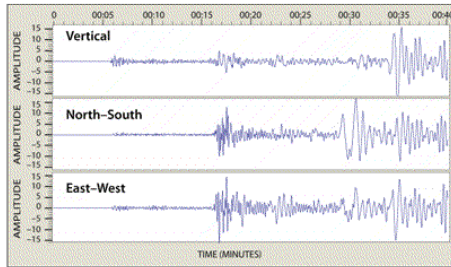
Su funcionamiento se basa en suspender una masa independiente de los movimientos del suelo.

Cualquier vibración del suelo queda registrada, antiguamente en papel, y actualmente, en soporte informático. Este registro recibe el nombre de **sismograma**.

## Los terremotos



En los sismogramas quedan registradas las vibraciones del terreno en las diferentes direcciones. Puedes apreciar que el registro de un terremoto varía según transcurre el tiempo. Esto se debe a que en un terremoto se producen diferentes tipos de onda.



## Los terremotos



Ante los terremotos, las construcciones se comportan como castillos de arena. Existen normas de construcción específicas para los países con riesgo sísmico, pero sólo se aplican de forma sistemática en los más desarrollados.



## Los terremotos



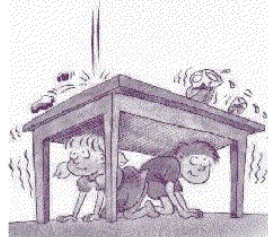
Los **tsunamis o maremotos** también generan numerosos daños. En la imagen puedes ver la reproducción de uno de los más recientes, Océano Índico 2004, que produjo importantes daños.



## Los terremotos



Existen 2 formas de medir los terremotos:



**Intensidad:** Mide el terremoto por las sensaciones percibidas y por los daños ocasionados. Es subjetiva y depende, entre otras cosas, de las técnicas de edificación. A la escala más conocida se le denomina **Escala Mercalli**. Consta de doce grados consecutivos de numeración romana. Así, el Grado XII se corresponde con destrucción total.

**Magnitud:** Trata de medir la energía liberada. Se realiza mediante un sencillo cálculo, en el que intervienen la amplitud medida en un sismograma y la distancia al epicentro de la estación que lo registró. El resultado es un número con decimales. A esta escala también se la conoce por **Escala Richter**. No tiene límite superior.





**Los volcanes:** El ascenso de magmas asociado a los límites de placa convergentes y divergentes, o en el interior (vulcanismo de intraplaca), ocasiona una de las manifestaciones más espectaculares de la energía interna de la Tierra. Esta manifestación puede ocasionar importantes pérdidas económicas y de vidas.

## LOS VOLCANES



Un volcán es una fisura en la superficie de La Tierra por donde salen materiales incandescentes, llamados magma, que provienen del interior terrestre. El magma se encuentra a elevadas temperaturas gracias al calor generado en las zonas más profundas de la Tierra. Los volcanes pueden situarse sobre el nivel del mar o bajo el agua. En este último caso las erupciones pasan desapercibidas por la mayoría de las personas, pero no para los científicos. Localizar un volcán y conocer su estado es tarea primordial para prevenir desastres. Este trabajo lo realizan los vulcanólogos.

### ESTRUCTURA DE UN VOLCÁN

En un volcán se pueden distinguir las siguientes partes:

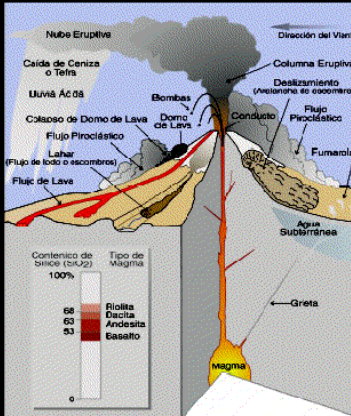
**Cono volcánico:** elevación del terreno producida por la acumulación de productos de erupciones volcánicas anteriores.

**Cráter:** zona de salida de los productos volcánicos.

**Chimenea:** conducto de salida que une la cámara magmática con el exterior.

**Cámara magmática:** zona en el interior de la corteza terrestre donde se acumula el magma.

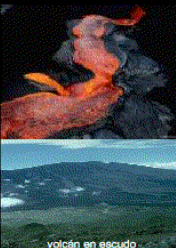
En la ilustración puedes encontrar la terminología que utilizan los vulcanólogos en el estudio de los volcanes.



**TIPOS DE ERUPCIONES**

**Tipo Hawaiano**

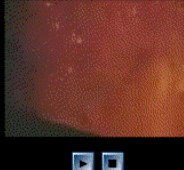
Son volcanes de erupción tranquila, debido a que la lava es muy fluida. Los gases se desprenden fácilmente y no se producen explosiones. El volcán que se forma tiene apariencia de escudo, ya que la lava, al ser muy fluida cubre una gran extensión antes de solidificarse.



volcán en escudo

**Tipo Estromboliano**

Son volcanes con erupciones violentas. La lava es viscosa, no se desliza fácilmente y forma pequeños conos volcánicos donde se producen explosiones con lanzamiento de lapilli y cenizas volcánicas. Las lavas pueden recorrer 12 km antes de solidificarse.



### MATERIALES VOLCÁNICOS

**Sólidos**  
Se denominan Piroclastos. Son lanzados al exterior por la acción de los gases acumulados en el interior del magma. De menor a mayor tamaño se clasifican como cenizas volcánicas, lapilli y bombas volcánicas.

**Fundidos**  
El conjunto de materiales fundidos que expulsa un volcán se denomina lava. Este material se mueve por la ladera del volcán como un río al que se denomina colada.

**Gases**  
Los gases que libera un volcán suelen ser vapor de agua y compuestos sulfurados.



**TIPOS DE ERUPCIONES**

**Tipo Vulcaniano o Vesubiano**

Son volcanes con erupciones muy violentas. Las lavas son muy viscosas y se solidifican en la zona del cráter, produciéndose explosiones que, incluso, llegan a demoler la parte superior del cono volcánico.



**Tipo Peleano**

Volcanes con erupciones extremadamente violentas. La lava tiene una altísima viscosidad. Por ello, la chimenea del volcán se obstruye al solidificarse la lava. Los gases se acumulan en la cámara magmática, incrementando la presión, por lo que termina explotando todo el aparato volcánico originando nubes ardientes como la que destruyó Saint Pierre (Martinica) en la erupción de Mont Pelee de 1903.



Saint Pierre destruida

Domo en Mont Pelee

## Las deformaciones: Los pliegues y las fallas.

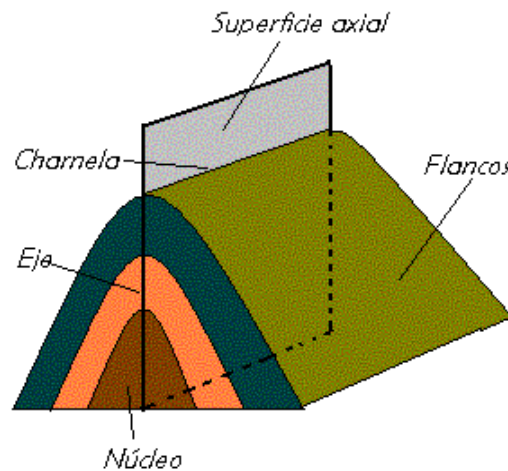
Según su naturaleza y condiciones de presión y temperatura, los materiales geológicos pueden reaccionar de dos formas diferentes ante los esfuerzos (presiones dirigidas) de la tectónica de placas.

**Plástica:** Origina la formación de pliegues.

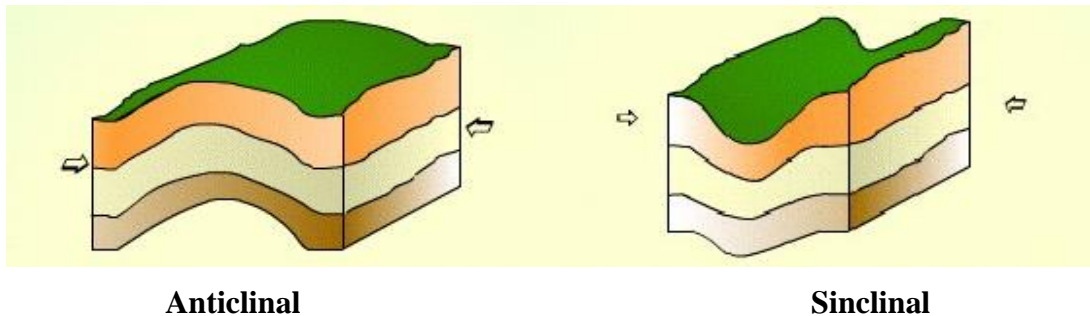
**Rígida:** Tiene lugar la rotura y formación de una falla.

### • Los pliegues

En los pliegues podemos definir una serie de elementos: Los **flancos** (cada una de las superficies que forman el pliegue), la **charnela** (línea de unión de los dos flancos), y el **plano** o superficie axial (plano formado por la unión de las charnelas de todos los estratos).

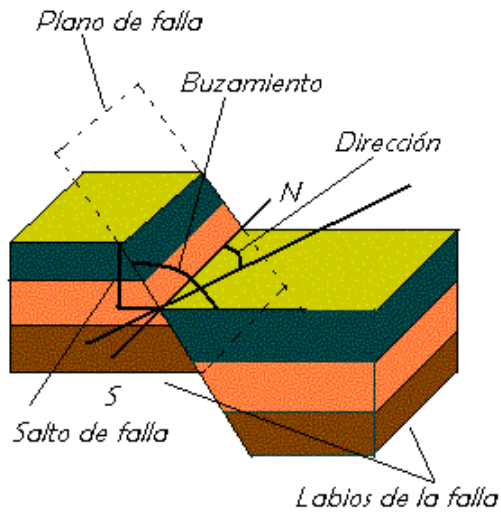


En atención a su morfología los pliegues se clasifican como **Anticlinales**, cuando presentan en su núcleo materiales más antiguos y **Sinclinales** cuando presentan en su núcleo materiales más recientes.



- **Las fallas**

En las fallas podemos definir una serie de elementos geométricos. El plano de falla (superficie de rotura), los labios (cada una de boques ambos lados de la falla) y el salto (separación entre 2 puntos antes unidos)



En atención a su morfología las fallas se clasifican como **normales** (causadas por extensión), **inversas** (por compresión), **en tijera** (rotacionales) y **de desgarre o en dirección** (por cizalla).

