

# ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA TIERRA. MANIFESTACIONES DE LA DINAMICA TERRESTRE.

## 1. Métodos de estudio del interior de la Tierra

### Métodos DIRECTOS

Estudian rocas que provienen del interior de la Tierra, solo una pequeña parte de los 6370 km del radio de nuestro planeta:

- Lavas volcánicas.
- Rocas que alcanzan la superficie.
- Minas muy profundas.
- Sondeos de investigación.

### Métodos INDIRECTOS

Interpretación de datos geofísicos:

- Métodos **sísmicos**: estudian el comportamiento de las ondas sísmicas al propagarse por el interior de la Tierra.
- Métodos **magnéticos**: comportamiento de la Tierra como un gigantesco imán, cuyos polos no coinciden con los geográficos y se desplazan. *Paleomagnetismo*.
- Métodos **gravimétricos**: medidas de la gravedad terrestre que varía según la composición de las rocas.
- Otros: **geotérmico**, mide el aumento de temperatura con la profundidad (gradiente geotérmico, 3° C por cada 100 m de profundidad. No puede mantenerse hasta el centro de la Tierra). **Radiactivos**, miden la radiación que emiten las rocas.

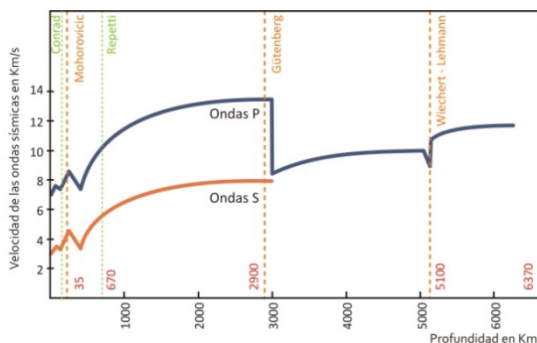
### MÉTODO SÍSMICO

Estudia el comportamiento de las ondas sísmicas por el interior de la Tierra. La velocidad de propagación de las ondas depende de la densidad del medio por el que se desplazan (se reflejan o se refractan) y varía cuando cambia la composición química o el estado físico de las rocas que atraviesan (mayor en medios sólidos). Si la Tierra fuera homogénea no cambiaría la velocidad ni la dirección de propagación de las ondas sísmicas.

### Tipos de Ondas sísmicas

<b>P</b> Primarias. Longitudinales.	Las primeras que se detectan en los sismógrafos. Más rápidas. Medios sólidos, líquidos y gaseosos. Las partículas que atraviesan oscilan paralelamente a la dirección de propagación de la onda.
<b>S</b> Secundarias. Transversales.	Se registran en segundo lugar. Más lentas. Solo medios sólidos. Las partículas que atraviesan oscilan en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda.
<b>L</b> Superficiales	No las utilizaremos para el estudio del interior de la Tierra pero son las que causan mayor destrucción.

**Discontinuidades:** superficies o zonas en las que cambia la velocidad y la dirección o trayectoria de propagación de las ondas sísmicas. Estos cambios no permiten deducir que son zonas en las que cambia la composición química de los materiales o su estado físico.



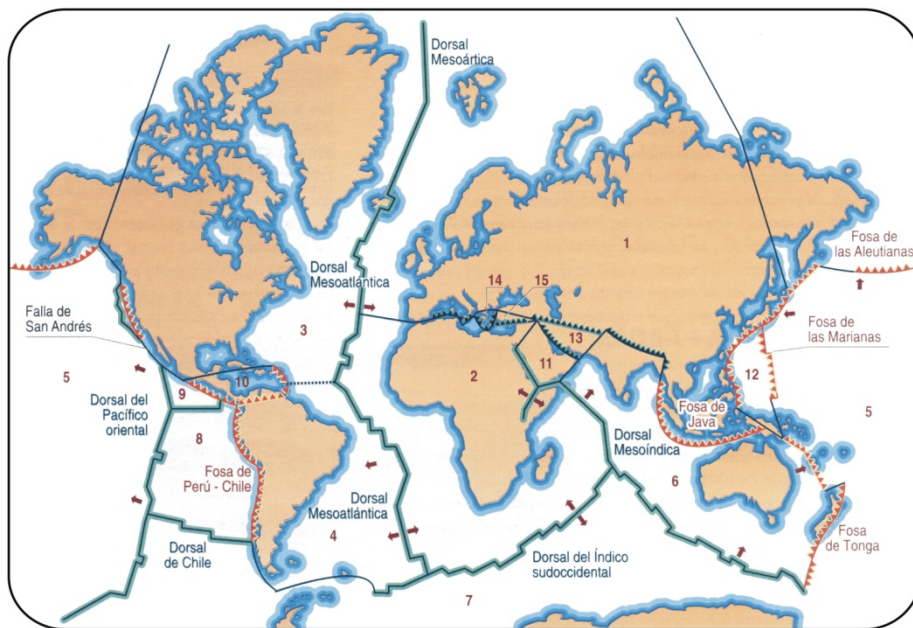
	ESTRUCTURA GEOQUÍMICA	DISCONTINUIDAD	ESTRUCTURA DINÁMICA	ESTADO	ROCAS
Profundidad (Km)	<b>CORTEZA</b>	Conrad <b>Mohorovicic</b>	<b>LITOSFERA</b>	sólido	Granito Basalto
	baja velocidad		<b>ASTENOSFERA</b>	plástico	
100	superior	Repetti	<b>MESOSFERA</b>	sólido	Peridotita
700	<b>MANTO inferior</b>				
2900	externo	<b>Gutenberg</b>	capa D	transición	Metales
5100		<b>NÚCLEO</b>	<b>ENDOSFERA</b>	sólido	
6370	interno	<b>Weichert - Lehmann</b>			Metales

## 2. Estructura de la Tierra

Método GEOQUÍMICO (ESTÁTICO)		Método GEODINÁMICO
<b>CORTEZA</b> 0 km a 70 km (5 km) Hasta Mohorovicic. 3800 m.a. (continental) 280 m.a. (oceánica)	<b>Continental</b> , hasta 70 km (bajo las grandes cordilleras, Himalaya, Andes), en torno a 5 km en los bordes continentales. Composición: nivel superior <i>sedimentario</i> , intermedio <b>granítico</b> , inferior: <i>plutónico</i> . <i>Cuanto más alta es más profunda</i> . <b>Oceánica</b> , 5 a 8 km, fondo de los océanos. Composición: nivel superior <i>sedimentario</i> (menos de 0,5 km, es más moderno que el nivel inferior), intermedio <b>basáltico</b> (lavas almohadilladas), inferior: <i>plutónico</i> .	<b>LITOSFERA:</b> (del griego "esfera de piedra"). Espesor medio: 100 km. Corresponde a toda la corteza y la parte del manto superior que se extiende hasta la astenosfera. Fragmentada en <b>placas litosféricas</b> que flotan sobre la astenosfera en un equilibrio llamado <b>isostasia</b> (si una placa se carga de sedimentos se hunde progresivamente, si se erosiona se elevará)
		<b>ASTENOSFERA:</b> ("esfera débil"). En el manto superior, entre los 100 y los 300 km de profundidad, la velocidad de las ondas sísmicas desciende por encontrarse los materiales que la forman a elevadas temperaturas, próximas a la fusión. Origina las <b>corrientes de convección</b> del manto debidas al ascenso de materiales desde zonas calientes a zonas más frías.
<b>MANTO</b> 70 km a 2900 km Mohorovicic a Gutenberg	<b>Superior</b> . Predominan los silicatos. A los 670 km de profundidad, aceleración de las ondas sísmicas (discontinuidad de <b>Repetti</b> ) separación con el manto <b>Inferior</b> .	<b>MESOSFERA:</b> ("esfera media"). Corresponde a la zona del manto entre la astenosfera y el núcleo externo (capa D). Los materiales que presenta van perdiendo densidad por efecto de la temperatura, ascienden y se enfrían para descender de nuevo.
<b>NÚCLEO</b> 2900 km a 6370 km Gutenberg a centro Tierra	Está formado principalmente por hierro y níquel, con agregados de cobre, oxígeno y azufre. <b>Externo</b> líquido (responsable del campo magnético terrestre). <b>Interno:</b> sólido.	<b>ENDOSFERA:</b> ("esfera interna"). Corresponde al núcleo. Comienza en la <b>capa D</b> en la que desciende la velocidad de las ondas sísmicas y acumula calor que generará corrientes de convección en la mesosfera y en la astenosfera. Los movimientos de los fluidos del núcleo externo originan el <b>campo magnético terrestre</b> .

### 3. Tectónica de placas (Tectónica Global)

**Enunciado:** la **litosfera**, rígida, está dividida en unas veinte placas que se desplazan sobre la **astenosfera** plástica. Estas placas flotan sobre la astenosfera y se encuentran en equilibrio (**isostasia**) según el cual: cuando unas placas se hunden al acumularse sedimentos sobre ellas, otras se elevan al liberarse de sedimentos (**compensación isostática**). Esta teoría explica la mayoría de procesos geológicos (global) de nuestro planeta: origen de los terremotos, volcanes, formación de cordilleras (orogénesis), formación y expansión de los océanos, ciclo petrológico, yacimientos minerales; estos procesos tendrían como causa común: el **calor interno** de la Tierra que sería el motor que proporciona la energía para el movimiento de las placas al originar movimientos de materiales incandescentes que dan lugar a la **corrientes de convección** del manto.



- Dorsal oceánica
  - Movimiento de placas
  - Zonas de subducción
  - Límite de placa incierto
  - Zonas de colisión de continentes
- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Placa Euroasiática    | 9. Placa de Cocos    |
| 2. Placa Africana        | 10. Placa del Caribe |
| 3. Placa Norteamericana  | 11. Placa Arábiga    |
| 4. Placa Sudamericana    | 12. Placa Filipina   |
| 5. Placa del Pacífico    | 13. Placa Persa      |
| 6. Placa indoaustraliana | 14. Placa Egea       |
| 7. Placa Antártica       | 15. Placa Turca      |
| 8. Placa de Nazca        |                      |

#### Bordes, límites o márgenes entre las placas:

**Dorsales:** Cordilleras submarinas, **rift** o hendidura central. **Constructivos**, forman litosfera oceánica. **Divergentes**, separación de placas.

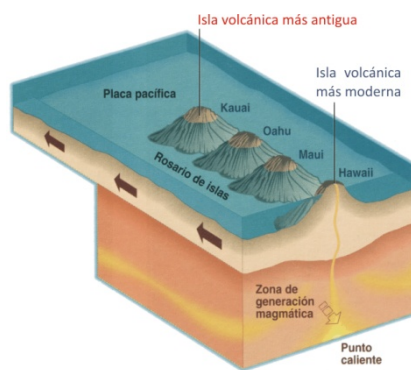
**Zonas de subducción:** en fosas oceánicas. **Constructivos**, desaparece la litosfera oceánica. **Convergentes**, acercamiento de las placas. **Plano de Benioff:** más profundo el hipocentro cuanto más interno, en el continente, es el epicentro, marca el plano de subducción.

**Fallas de transformación:** Deslizamiento lateral de las placas, origen de movimientos sísmicos.

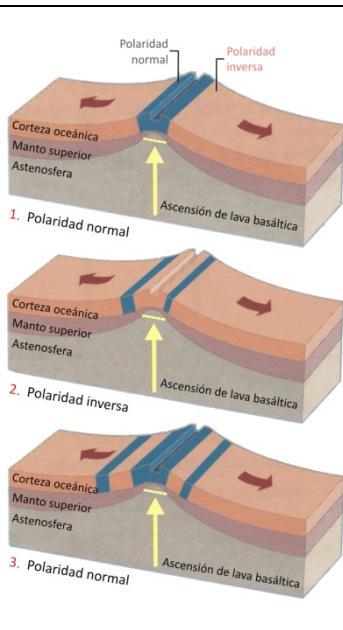
### 4. Procesos asociados a puntos calientes

Se originan al desplazarse la litosfera por encima de un **punto caliente**, lugar que coincide con ascensos directos de magma desde la **capa D** hasta la litosfera continental o a la oceánica, sin formar parte de corrientes de convección (**penachos térmicos**). Tres tipos de relieves asociados:

- Dorsales oceánicas:** cordilleras volcánicas de miles de kilómetros, con un valle central o **rift** y fracturas o **fallas transformantes**. El punto caliente va "adelgazando" la litosfera continental hasta que se fractura y se hunde originado el rift o valle de hundimiento (Rift Valley africano). Si el proceso continúa puede dar lugar a la formación de una dorsal oceánica y la posterior formación de un océano. Si el penacho se enfría puede originar una cuenca sedimentaria (**subsistencia térmica**).
- Mesetas continentales elevadas:** formadas en la litosfera continental rígida que conduce mal el calor. Al tener un penacho térmico bajo ellas, las rocas que forman la corteza se dilatan, se hacen menos densas, el continente se abomba y se fractura.
- Archipiélagos volcánicos** (Cadenas de volcanes): el punto caliente perfora la litosfera oceánica. Más activos, jóvenes, cerca del punto caliente; van envejeciendo cuando se alejan. Pueden llegar a formar cadenas de **islas volcánicas**. (Archipiélago de las islas Hawái).

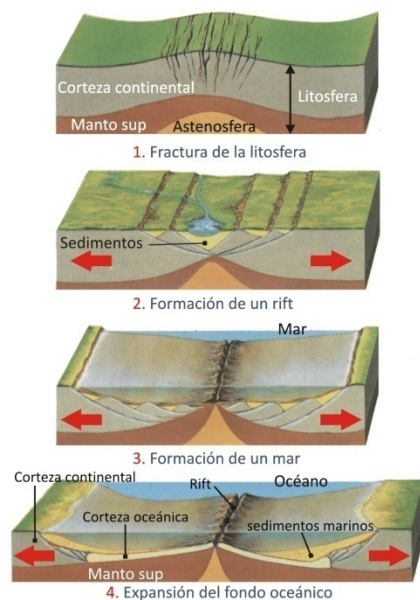


### 5. Dorsales Oceánicas: bordes divergentes. Formación y expansión del fondo oceánico



El fondo de los océanos se origina en las **dorsales (bordes constructivos)** por la que salen continuamente materiales fundidos que desplazan a los anteriores (**bordes divergentes**). La edad de los materiales es de "cero" años en la dorsal hasta 180 m.a. en las zonas más alejadas. Además, las **bandas magnéticas** son **simétricas** respecto al eje de la dorsal lo que significa que los bordes basálticos a ambos lados de la dorsal se forman al mismo tiempo. El fondo oceánico está en continua expansión.

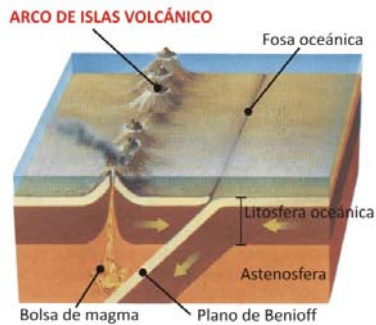
- Fractura de la litosfera** continental por presión de materiales que ascienden desde las astenosfera (punto caliente).
- Formación de un **rift valley** por hundimiento de los bloques centrales. (**Rift Valley africano**).
- Separación de los bloques continentales** por los materiales que ascienden de la astenosfera. Formación de un estrecho **mar** por entrada de agua de mares circundantes. (**Mar Rojo**).
- Expansión del fondo oceánico.** Al formarse nueva litosfera oceánica se separan los bloques continentales formando un océano con la dorsal desarrollada. El proceso continuará formando corteza oceánica, simétricamente a ambos lados de la dorsal y desplazando lo materiales modernos a los antiguos (**Océano Atlántico**)



## 6. Zonas de subducción: bordes convergentes. Destrucción de la litosfera. Orogénesis (formación de montañas)

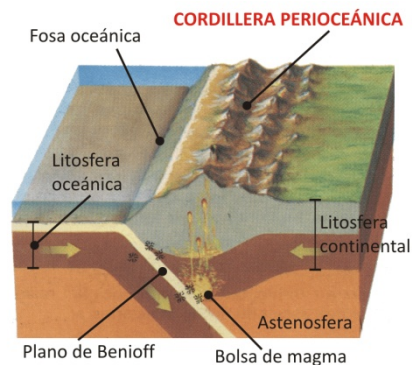
### A) Dos placas litosféricas oceánicas: ARCO DE ISLAS VOLCÁNICAS

Una de las dos placas litosféricas oceánicas se hunde y **subduce** bajo la otra. La placa que subduce se funde parcialmente al aproximarse a la astenosfera, originando **magma líquido** que sale a la superficie y forma, en la placa no hundida, **arcos de islas volcánicas**. Son zonas de gran actividad sísmica (**planos de Benioff**) y volcánica, por la fusión de materiales. Archipiélagos de *Japón, Marianas, Filipinas*.



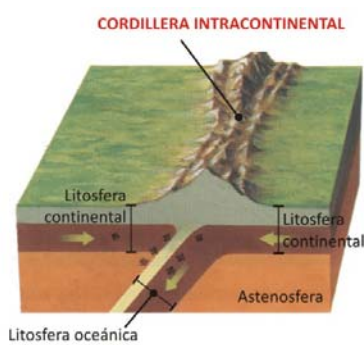
### B) Placa oceánica y continental: ORÓGENO TÉRMICO

Se forma una **cordillera litoral** adosada al continente. (**Cordillera de los Andes**: Nazca y Sudamericana). La litosfera continental forma un relieve volcánico en su borde. Aparece una fosa oceánica menos profunda que la del arco de islas por cargarse de sedimentos, estos son fuertemente comprimidos y forman un **prisma de acreción** (se originan rocas metamórficas y sedimentarias). La placa subducente se funde y origina magma que puede originar zonas de actividad volcánica o formar intrusionas plutónicas. Zonas de gran actividad sísmica.



### C) Dos placas litosféricas continentales: ORÓGENO DE COLISIÓN E ITRAPLACA

La corteza continental no puede hundirse en el manto no pudiendo subducir ninguna de las placas formando un **orógeno de colisión**. Produce plegamiento de las placas y los sedimentos acumulados. El magmatismo se debe a rozamiento entre placas. Si al chocar los continentes la compresión se transmite hacia el interior se forman grandes fallas que originan terremotos. Si hay una cuenca sedimentaria interior, al chocar los dos continentes se pliegan los sedimentos y se fracturan (**prisma de acreción**) formando un **orógeno intraplaca**. La litosfera que subducía, queda integrada en la nueva cordillera formando **ofiolitas**.



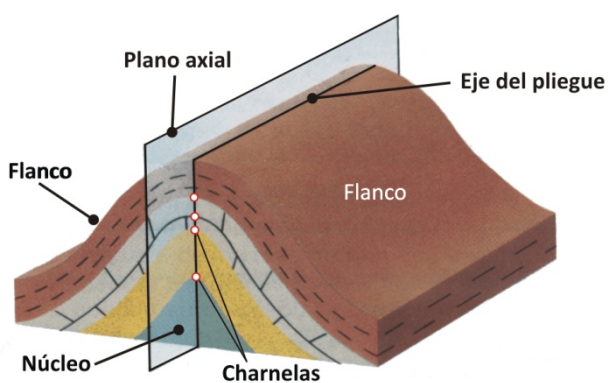
Himalaya: Placa de la India y Euroasiática

**Ciclo petrológico**: Los **sedimentos** se acumulan en la fosa oceánica (formando **estratos**), por aumento de la presión y la temperatura originan **rocas sedimentarias**. Al aumentar la profundidad aumenta la temperatura y la presión y las rocas sedimentarias se transforman en **rocas metamórficas**. Los materiales siguen hundiéndose y, al estar hidratados tienen menores puntos de fusión, se funden y originan **magma** (por **anatexia**). El magma enfriado a grandes profundidades forma **rocas magmáticas plutónicas**. Parte del magma escapa a la superficie y se solidifica, rápidamente, en los arcos volcánicos para formar **rocas magmáticas volcánicas**. Si se solidifica en fracturas o grietas formará **rocas magmáticas filonianas**.

## 7. Cambios de forma en las rocas: deformaciones y fracturas

Las rocas de la litosfera están sometidas a **fuerzas tectónicas** que comprimen o rompen las rocas. En las dorsales oceánicas, al separarse las placas, se originan **fuerzas de distensión**. En las fosas oceánicas, al aproximarse y colisionar las placas, se originan **fuerzas de compresión**. De estos esfuerzos tectónicos se originan las siguientes deformaciones: a) **PLIEGUES**: las rocas se pliegan, sin llegar a romperse. b) **DIACLASAS**: las rocas se rompen pero *no hay desplazamiento* de los bloques resultantes. b) **FALLAS**: las rocas se rompen al deformarse y los fragmentos originados *se desplazan*.

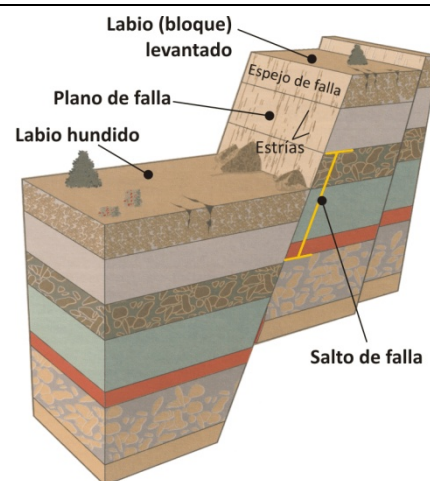
### A) Partes de un pliegue



**Flanco**: zona lateral del pliegue, ambos flancos presentan cambiante.  
**Núcleo**: zona interior del pliegue. En el anticlinal presenta los materiales más antiguos, en el sinclinal los más modernos.  
**Plano axial**: es la superficie de simetría del pliegue, no siempre es vertical.  
**Eje del pliegue**: línea imaginaria de intersección entre el plano axial y un estrato. En un anticlinal coincide con la "cresta" y en un sinclinal con el "valle".  
**Charnela**: línea de máxima curvatura de cada uno de los estratos de un pliegue.  
 Los pliegues se *clasifican* atendiendo a la **inclinación** del plano (perpendicular o normal, inclinado, tumbado). Atendiendo a su **forma**: **Anticlinal**: convexo, con forma de **A** y los materiales antiguos en el núcleo; **Sinclinal**: cóncavo, con forma de **V** y los materiales modernos en el núcleo.

### B) Partes de una falla

**Plano de falla**: es la superficie de ruptura por la que se separan las partes de la falla. Si resulta muy pulido se denomina **espejo de falla**. Puede presentar **estrías**.  
**Labio**: cada uno de los bloques separados por el plano de la falla.  
**Salto**: desplazamiento relativo entre los dos bloques que antes estaban unidos. Puede medir desde centímetros a decenas de kilómetros.  
 Hay fallas normales o invertidas, según la disposición de los labios.



Aparecen, en ocasiones asociadas formando **fosas tectónicas**, con la falla central hundida; o **horst** o macizos tectónicos, con el bloque central elevado.

