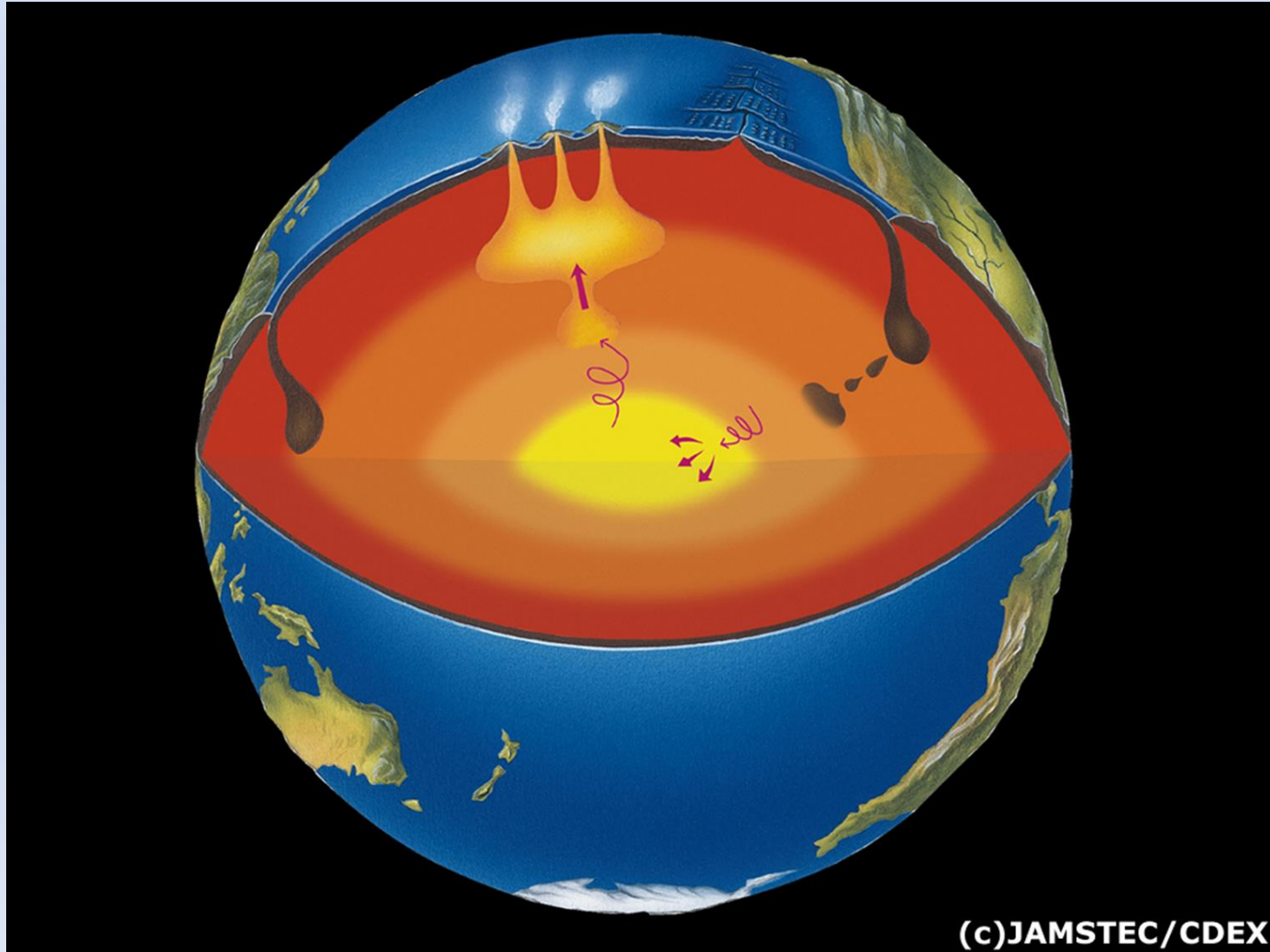


# UD 14. TECTÓNICA DE PLACAS



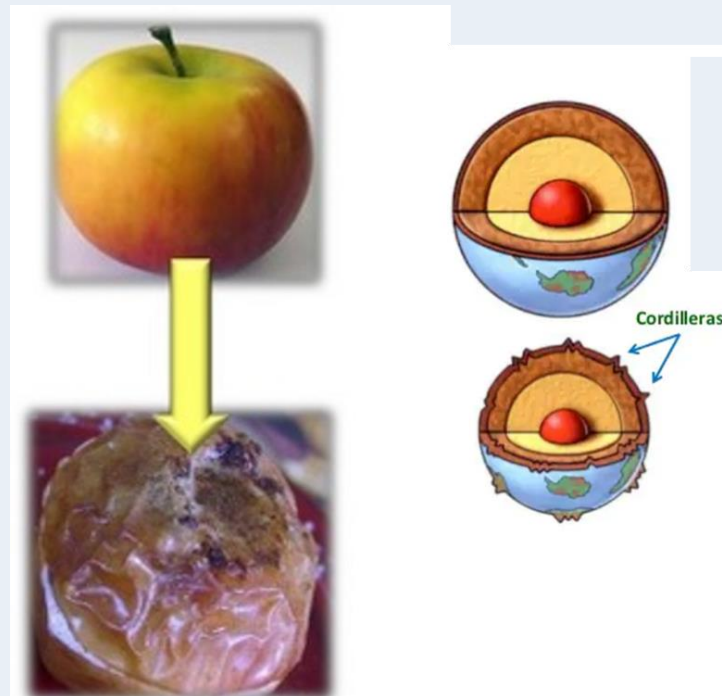
# Índice:

1. Teorías anteriores á Tectónica de Placas
2. A tectónica de placas
3. Límites entre placas
  - 3.1. Límites diverxentes
  - 3.2. Límites converxentes
  - 3.3. Límites neutros: as fallas de transformación
4. O motor da dinámica terrestre

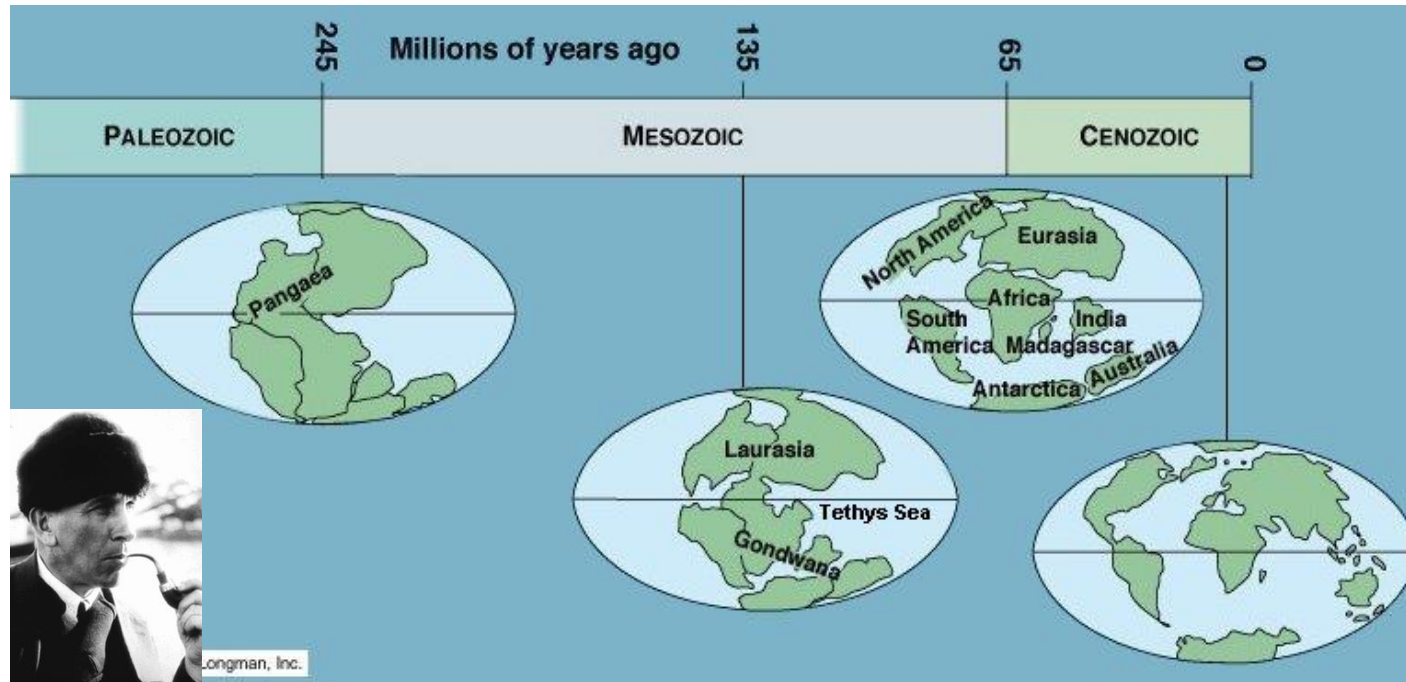
# 1. Teorías anteriores á Tectónica de Placas

- Hipótesis fixistas (ata mediados do S. XX)

As montañas eran resultado dun engurramento da terra debido a un enfriamento progresivo.



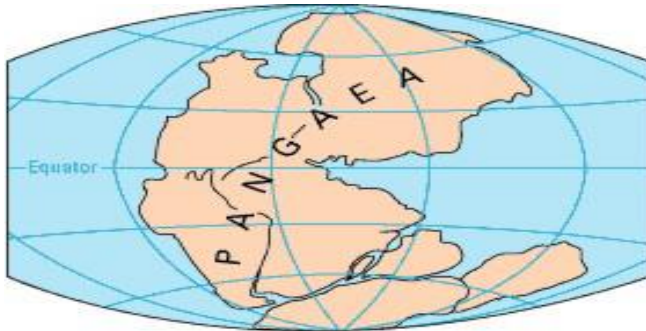
# 1.1. A Teoría da Deriva Continental



**Alfred Wegener, 1915**

Fai uns 250 ma, as terras formaban un único **supercontinente** chamado **Panxea**, rodeado por un único océano primitivo chamado **Panthalasa**.

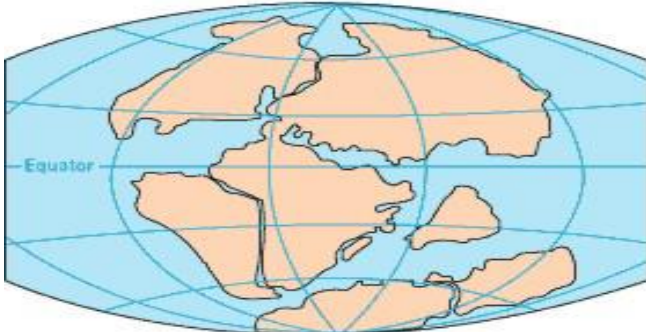
Esta masa continental fragmentouse en varios bloques que se desprazaron sobre o fondo oceánico e se foron separando ata a posición actual.



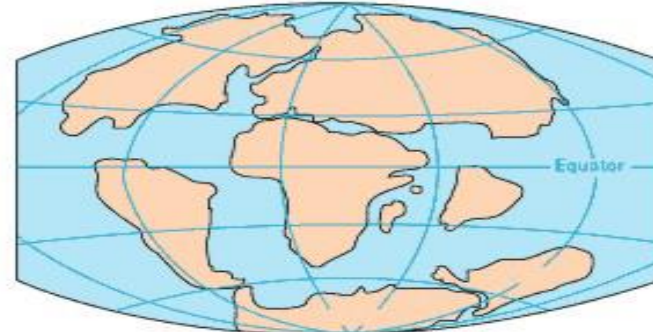
**PERMIAN**  
225 million



**TRIASSIC**  
200 million



**JURASSIC**  
135 million



**CRETACEOUS**  
65 million



**ACTUALIDAD**

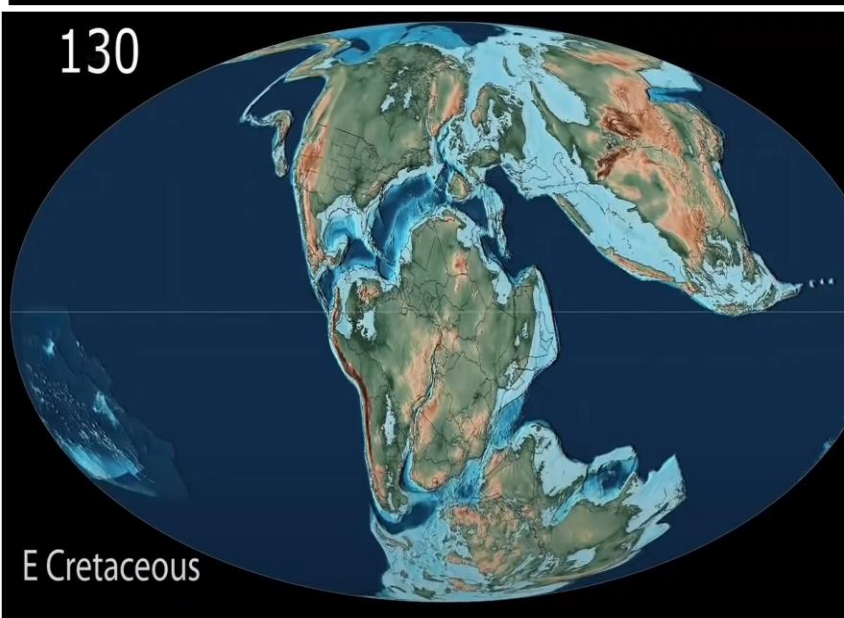
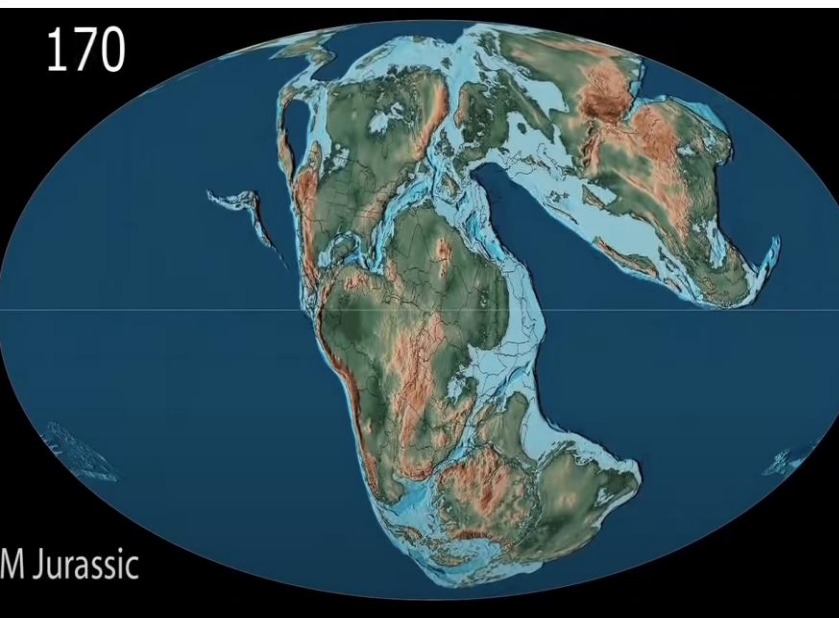
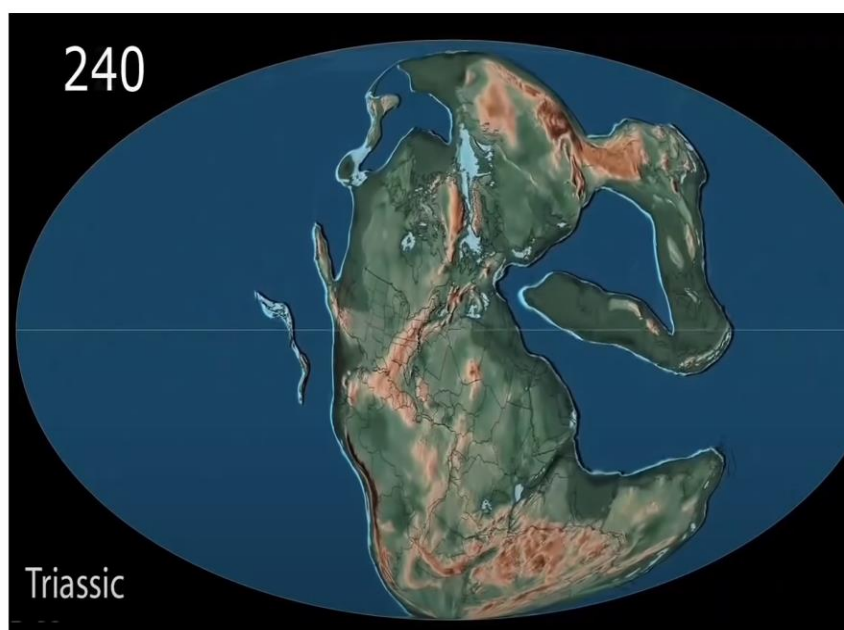
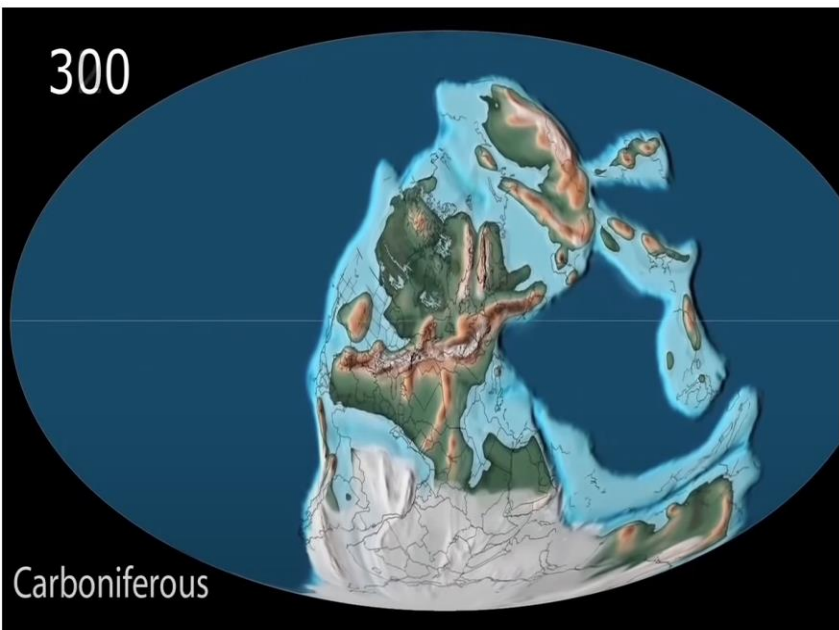
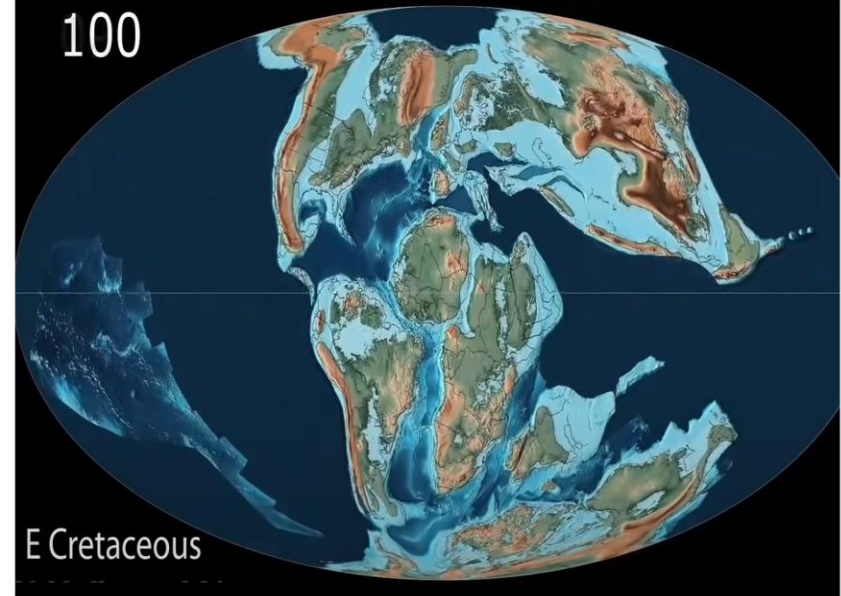
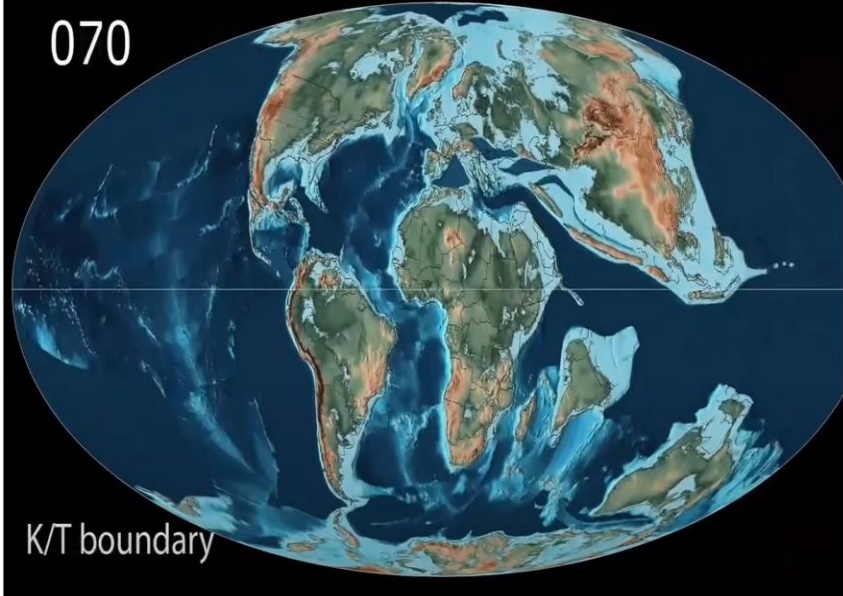


Plate Tectonics, 540Ma - Modern World - Scotese Animation ...

100

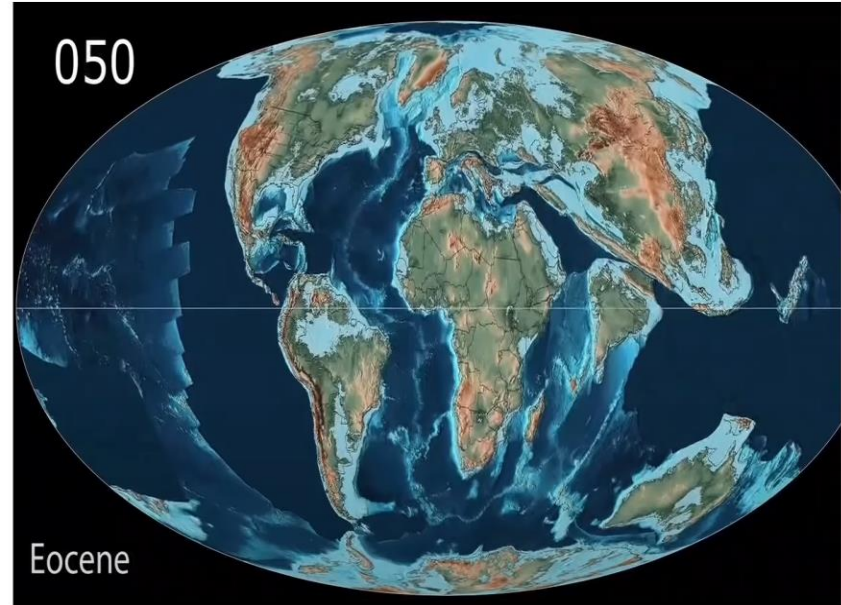


070



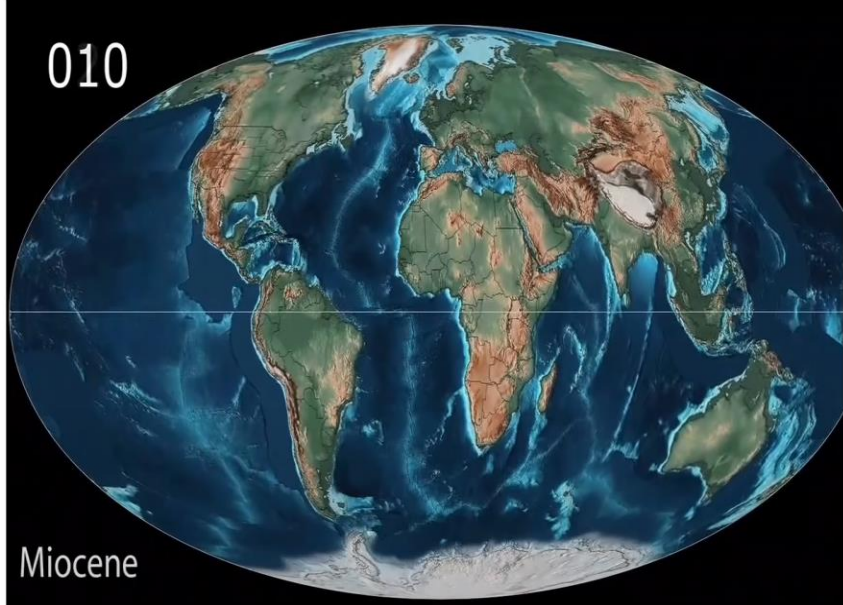
K/T boundary

050



Eocene

010



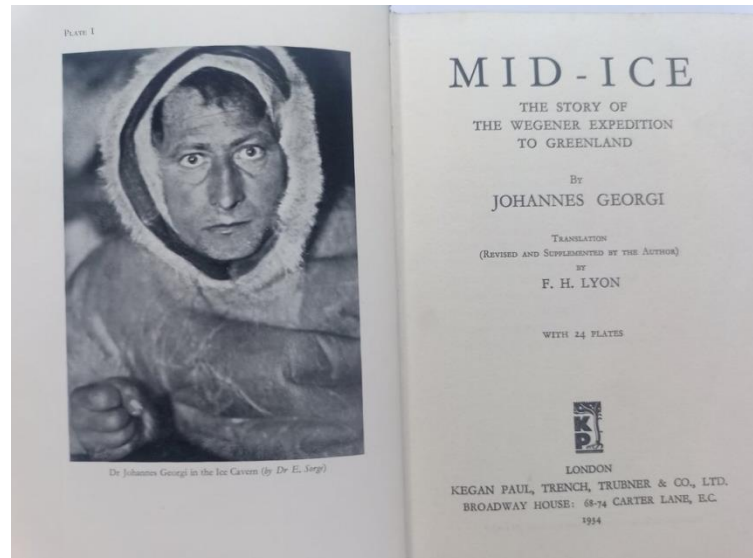
Miocene

Plate Tectonics, 540Ma - Modern World - Scotese Animation ...

A teoría foi rexeitada pola comunidade científica xa que non achegaba probas do desprazamento dos continentes nin explicaba as forzas que facían movelos.

Wegener buscou probas e argumentos para poder avalar a súa teoría.

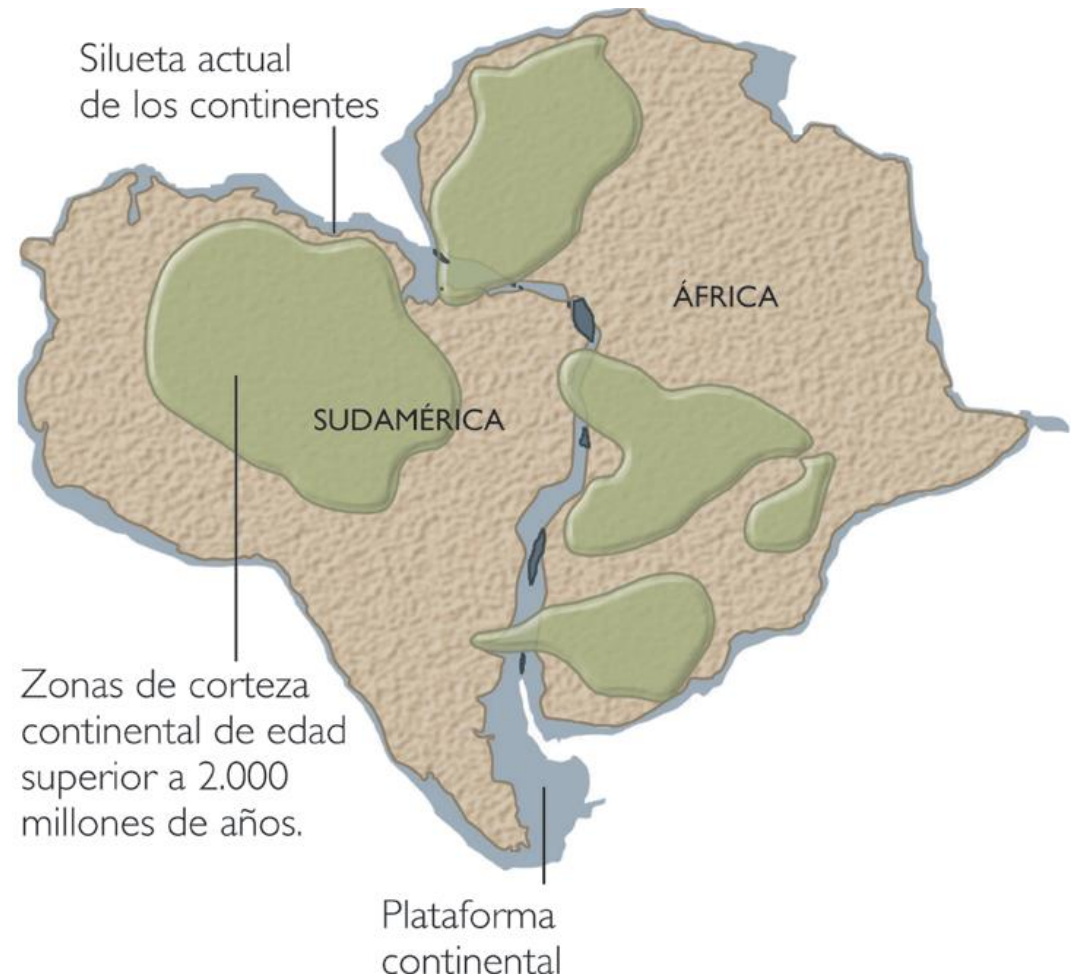
- **Argumentos xeográficos:** coincidencia de formas nos continentes.
- **Argumentos paleontolóxicos:** coincidencia de fósiles.
- **Argumentos xeolóxicos:** coincidencia de formacións xeolóxicas.
- **Argumentos paleoclimáticos:** coincidencia de restos glaciares.



# Probas xeográficas

Observou unha gran coincidencia entre as formas da costa dos continentes, especialmente entre Sudamérica e África.

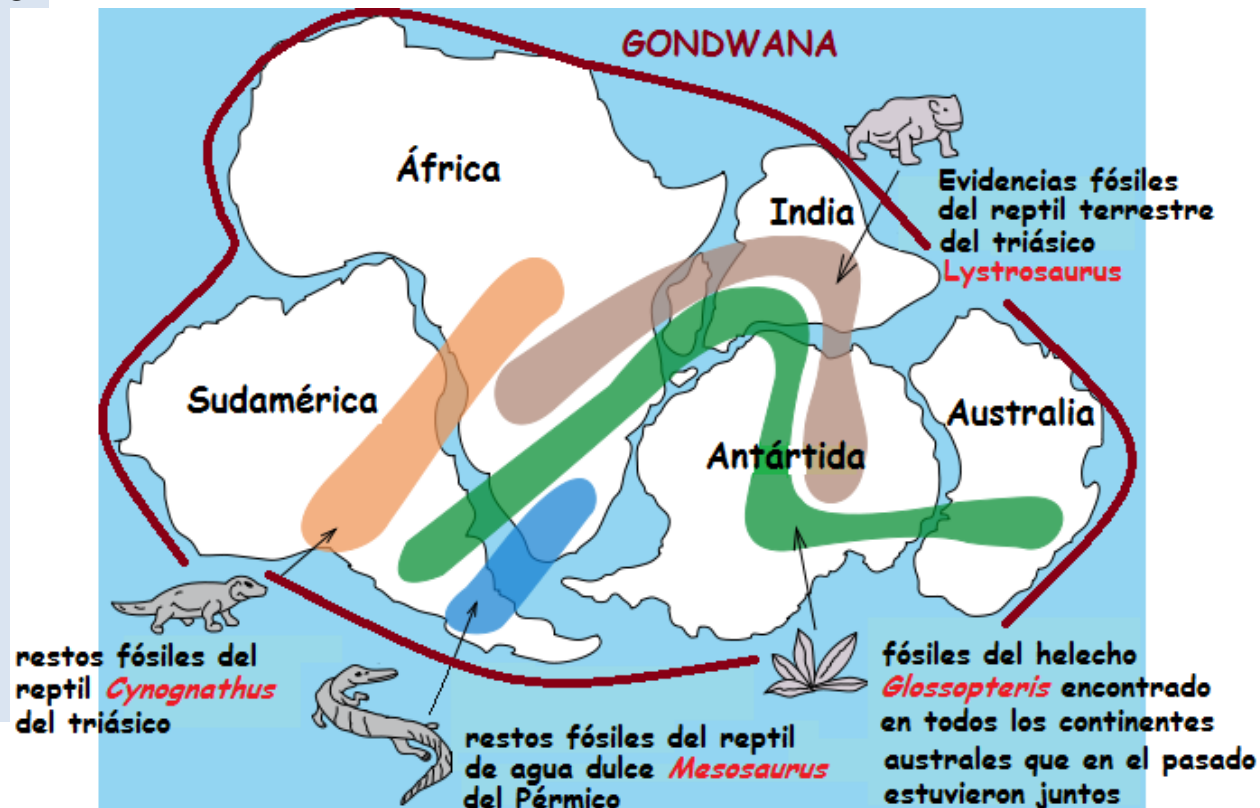
A coincidencia é aínda maior se se teñen en conta non as costas actuais, senón os límites das plataformas continentais.



# Probas paleontolóxicas

Existen varios exemplos de fósiles de organismos idénticos que se atoparon en lugares que hoxe distan miles de kilómetros, como en Sudamérica, África, India e Australia.

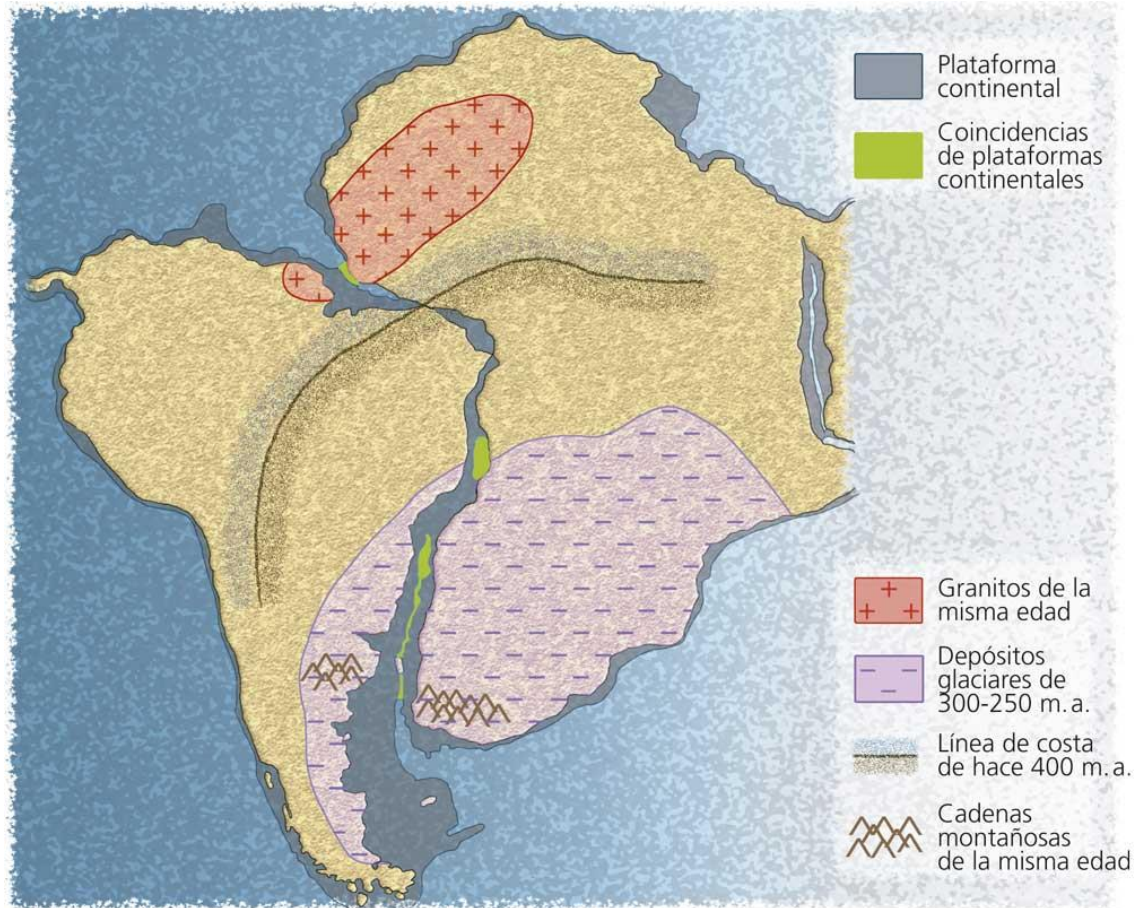
Os estudos paleontolóxicos indican que estes organismos prehistóricos foran incapaces de percorrer e cruzar os océanos que hoxe separan eses continentes.



# Probas xeolóxicas

Se se unen os continentes pódese observar que os tipos de rochas e as cadeas montañosas terían continuidade física, é dicir, formarían un cinturón case continuo.

Polo tanto, pódese deducir que moitas das formacións xeolóxicas e cordilleiras orixináronse cando todos os continentes estaban reunidos e que despois se separaron.



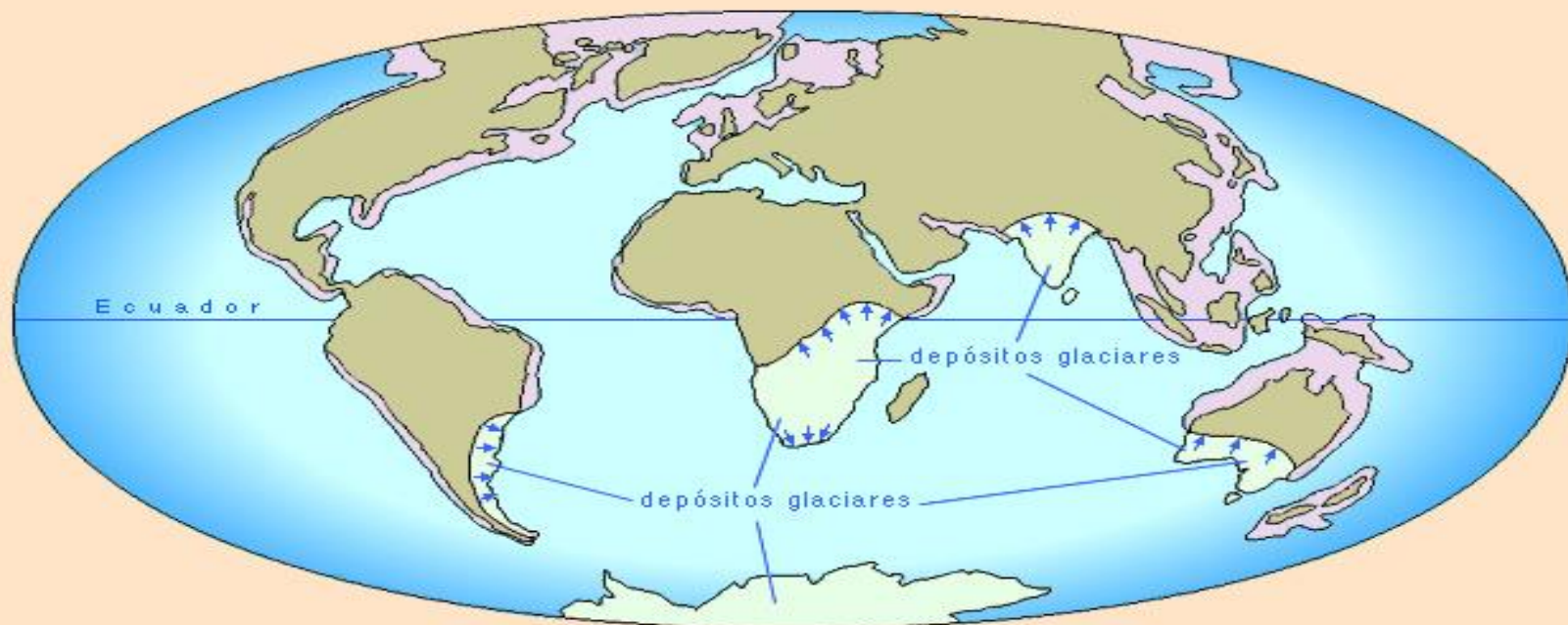
# Probas paleoclimáticas

Wegener descubriu que existían zonas na Terra cuxos climas actuais non coincidían cos que tiveron no pasado.

Sinala a existencia de depósitos glaciares da mesma antigüidade en lugares hoxe moi distantes.

Existen lugares hoxe que teñen un clima tropical ou subtropical, pero que estaban cubertos de xeo fai 300 millóns de anos.





**Planisferio actual mostrando la distribución de los depósitos glaciares con cerca de 300 millones de años**

## 1.2. A Teoría da Expansión dos Fondos Oceánicos



Mapas dos fondos oceánicos de **Marie Tharp**



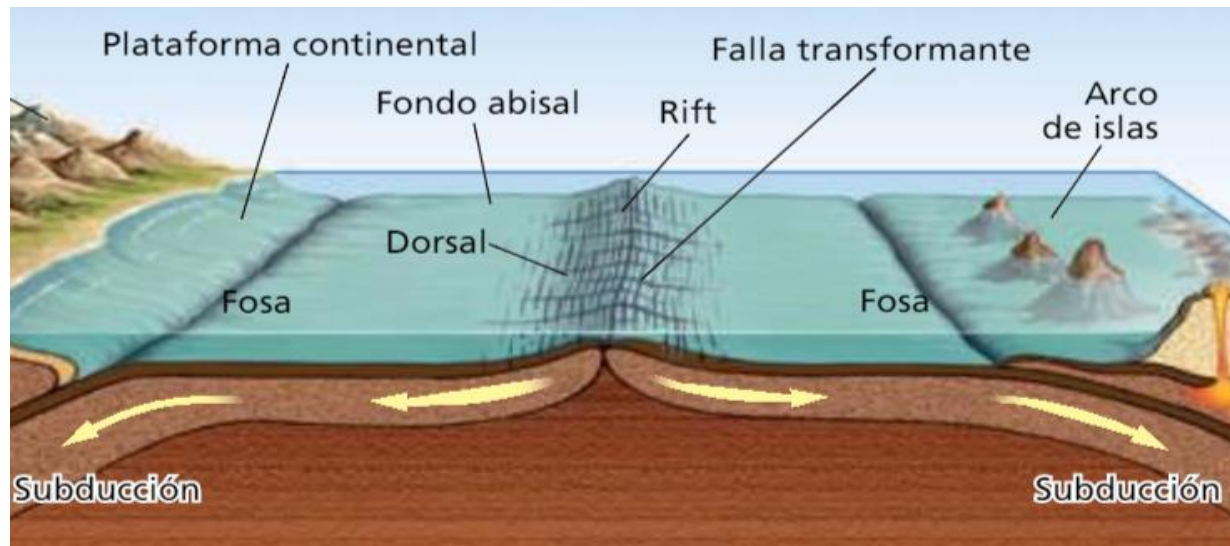
Observación de cadeas montañosas (**dorsais oceánicas**) no medio das cuncas oceánicas con lavas en almofadas moi recentes no seu centro, e con unha fendedura no seu centro (**rift**).

# Teoría da expansión dos fondos oceánicos

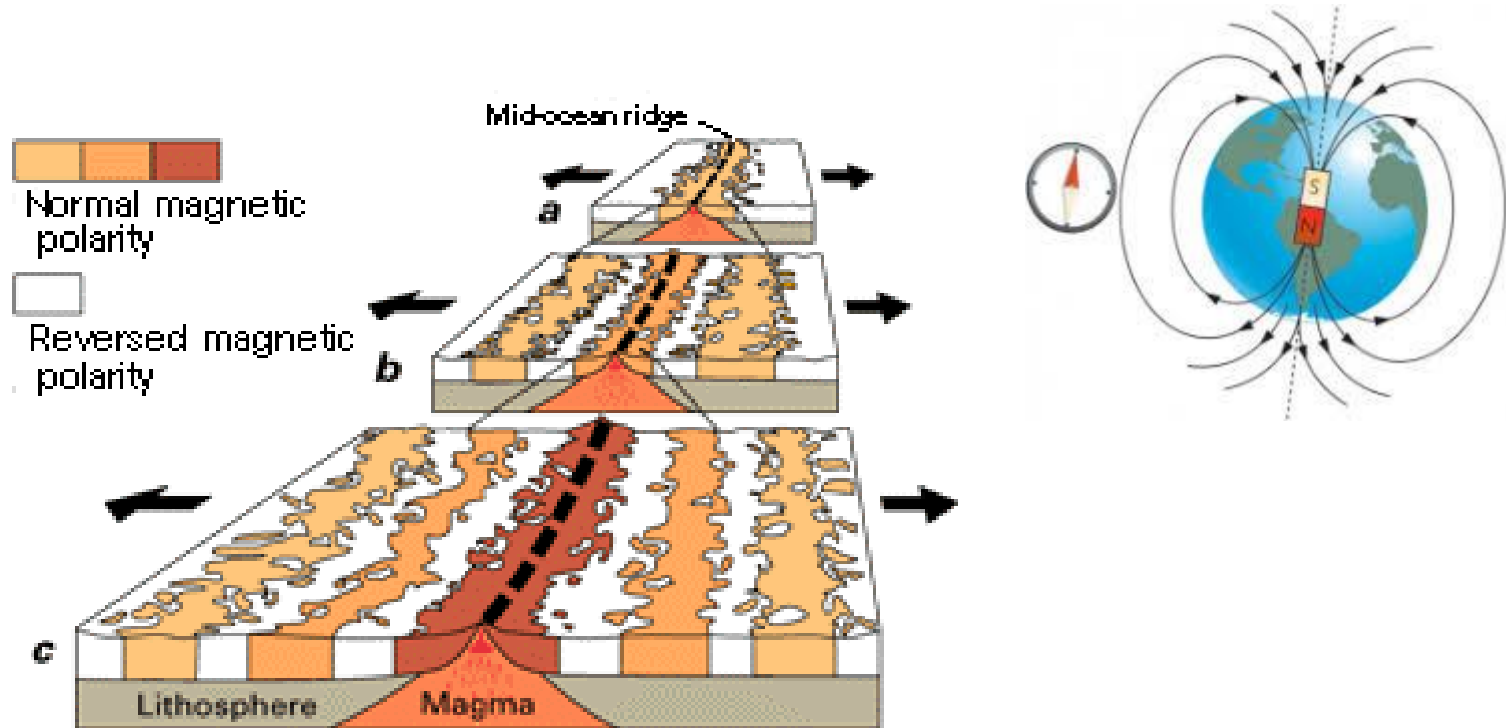
Foi proposta por **Harry Hammond Hess**, en **1962**, quen afirmou que:

«O fondo mariño expandíase dende un eixe central, onde se creaba nova codia oceánica e con iso, íanse afastando continentes antes unidos».

Cando se observaron os fondos oceánicos, confirmouse que os océanos crecen nos dous lados das dorsais e que se destrúen nas fosas, onde volven a introducirse no manto.



# Probas da expansión dos fondos oceánicos



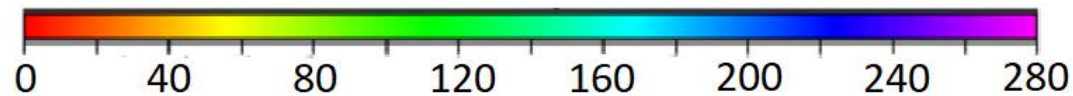
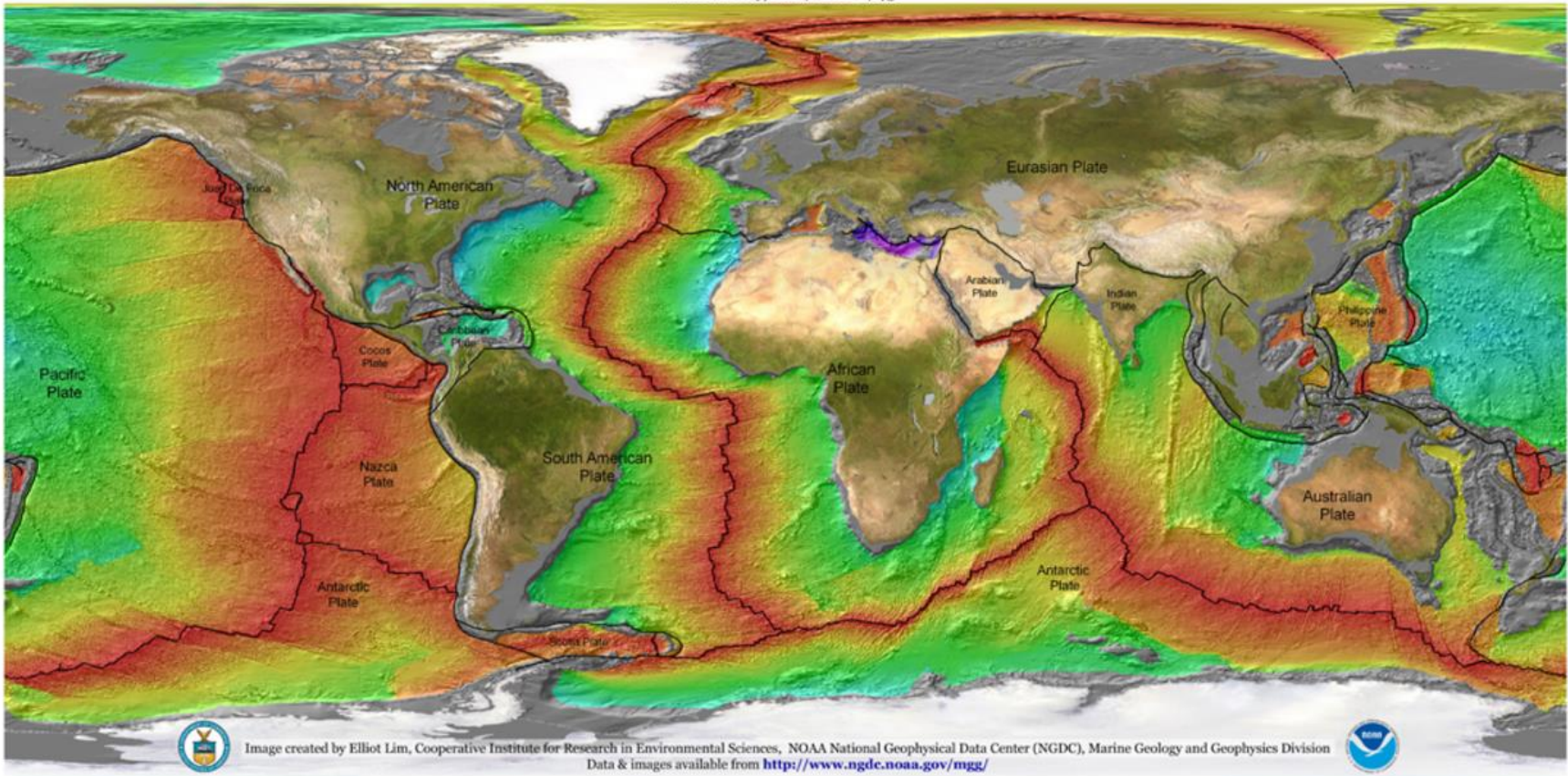
**Cambios de polaridade magnética** nas rochas do fondo oceánico en expansión → Bandas simétricas con polaridades distintas en basaltos oceánicos (cristais de minerais ferromagnéticos, como a magnetita)

# Mapa coas idades do fondo do mar

(fondos relativamente xovenes, idade máxima 180 ma)

Data source:

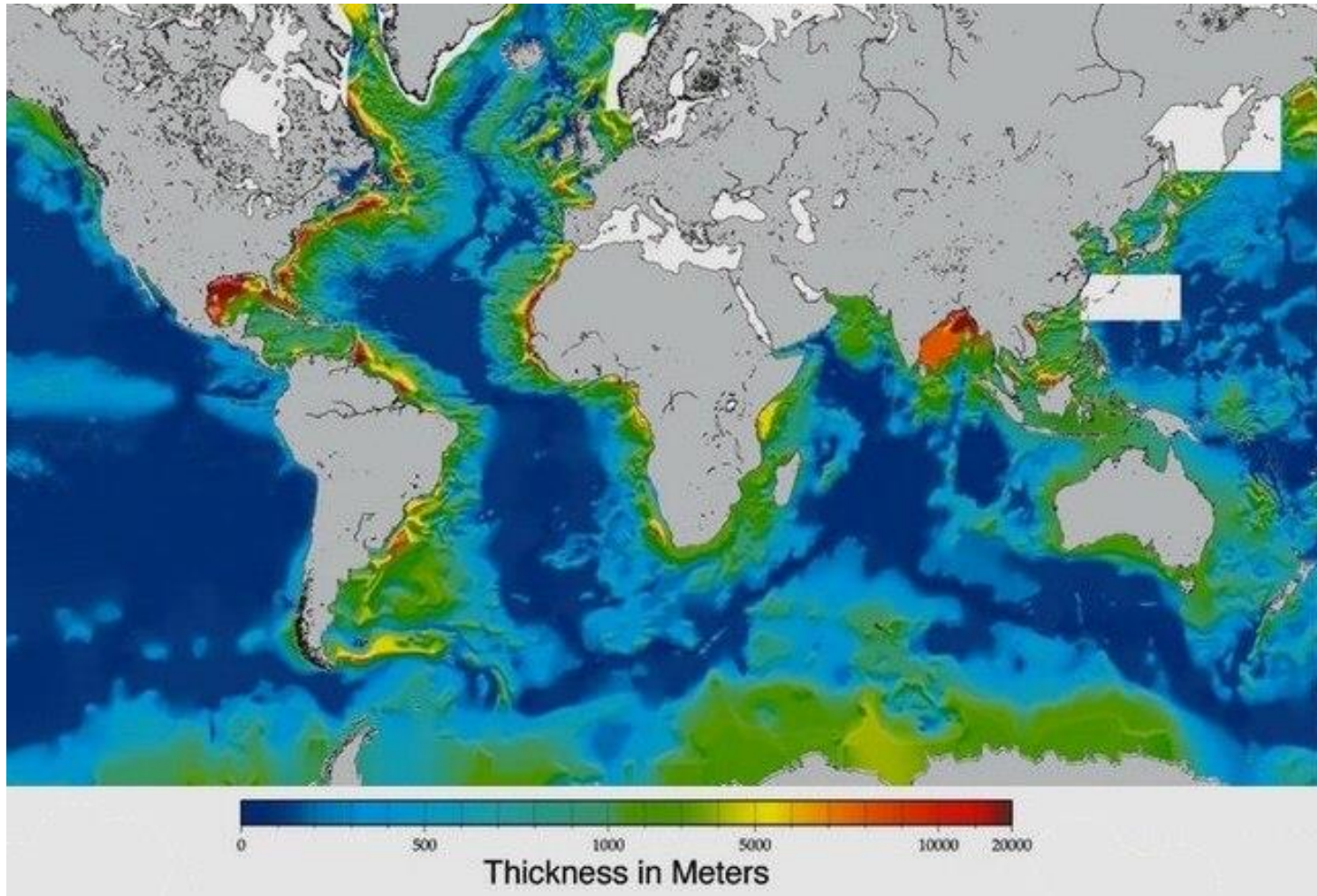
Muller, R.D., M. Sdrolias, C. Gaina, and W.R. Roest 2008. Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q04006, doi:10.1029/2007GC001743.



millóns de anos

## Mapa cos espesores de sedimentos mariños

(o espesor dos sedimentos aumenta a medida que se afastan da dorsal)



## 2. A Tectónica de placas

Modelo dinámico da litosfera terrestre, proposto por **Tuzo Wilson**, en **1965**, que propón que:

- 1 - A litosfera divídese nunha serie de fragmentos ríxidos denominados placas litosféricas ou placas tectónicas.**
- 2 - Estas placas móvense, de forma lenta e constante, e cambian de tamaño, forma e posición.**
- 3 – Os seus bordos teñen moita actividade xeolóxica.**

O desprazamento das placas litosféricas explica o cambio de posición e o tamaño dos continentes e océanos ao longo da historia da Terra tal e como propuxera Wegener na teoría da Deriva Continental.

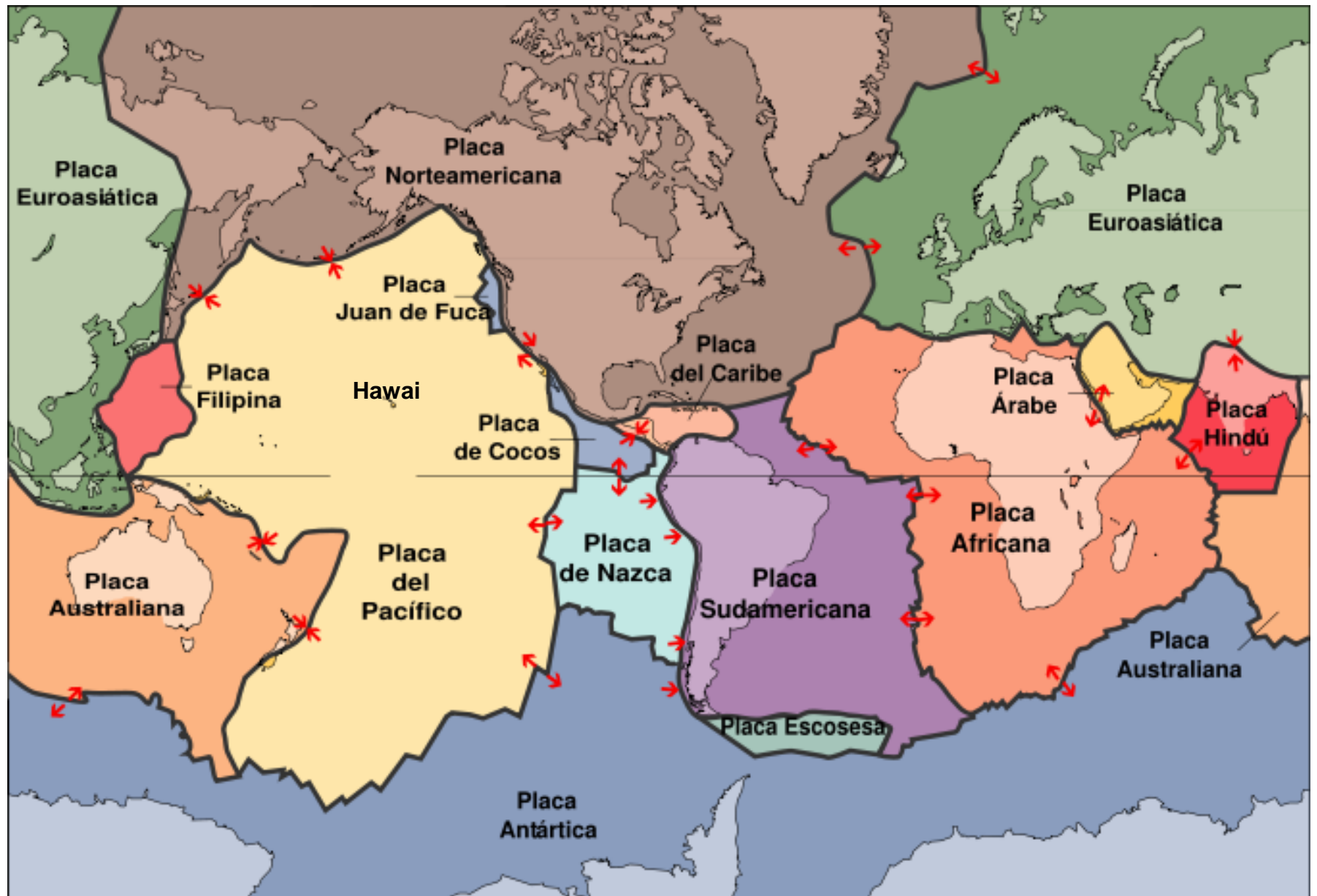
# PLACAS TECTÓNICAS

A maioria estão formadas por litosfera oceânica e continental (placas mistas), ainda que também possam ser oceânicas apenas.

O espessura varia entre 50 – 200 Km ( 300 km nas grandes cordilheiras).

Há 7 grandes placas litosféricas e outras mais pequenas.





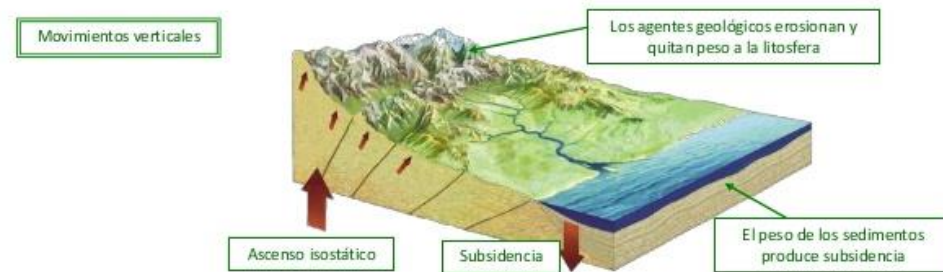
Mapa das placas tectónicas

## As placas móvense, cambian e interactúan

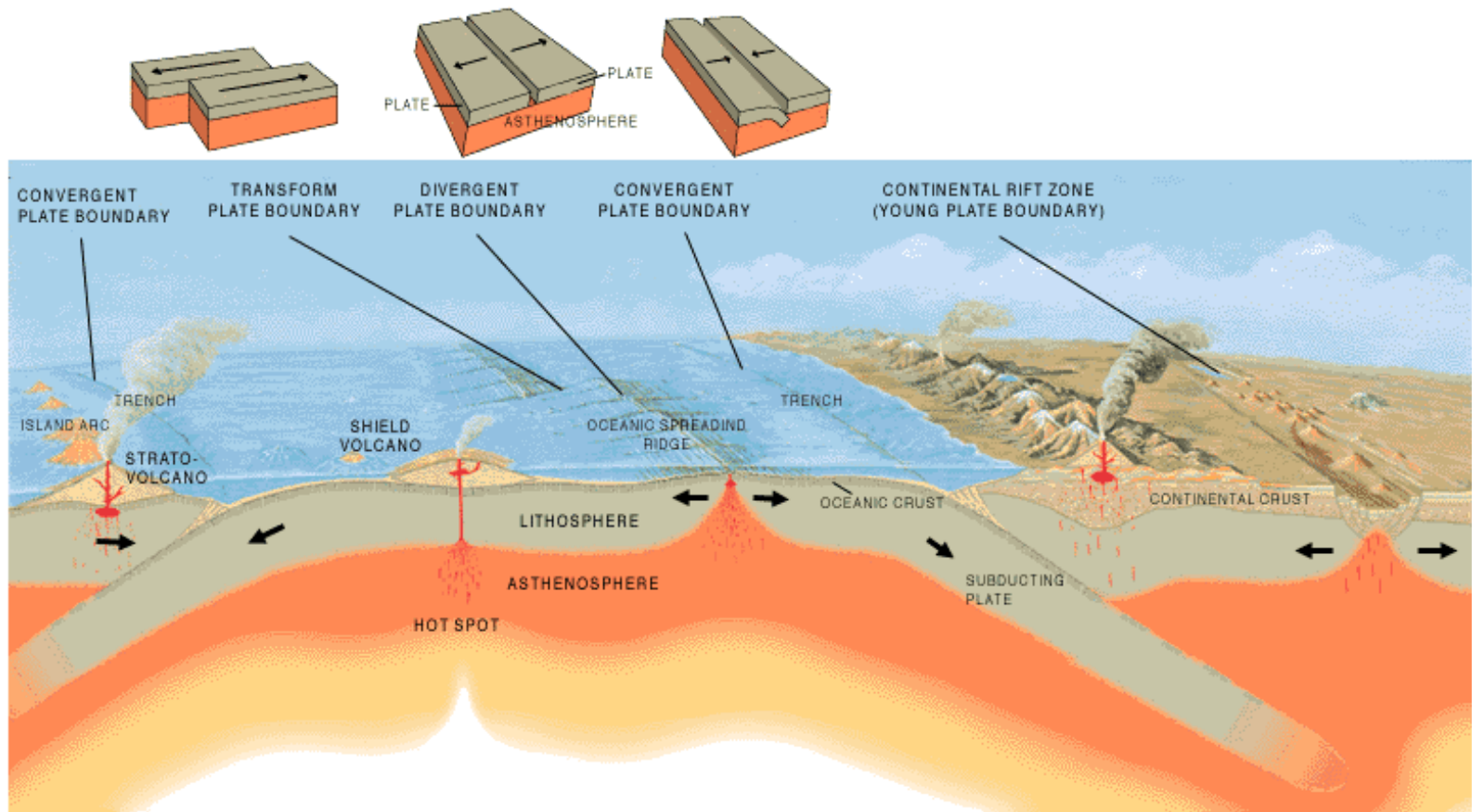
- Os movementos poden ser: **horizontais**, **verticais (isostáticos)** ou ambos á vez.

- O fan a unha velocidade de entre 1 – 12 cm/ano.

### Movimientos verticales de las placas litosféricas

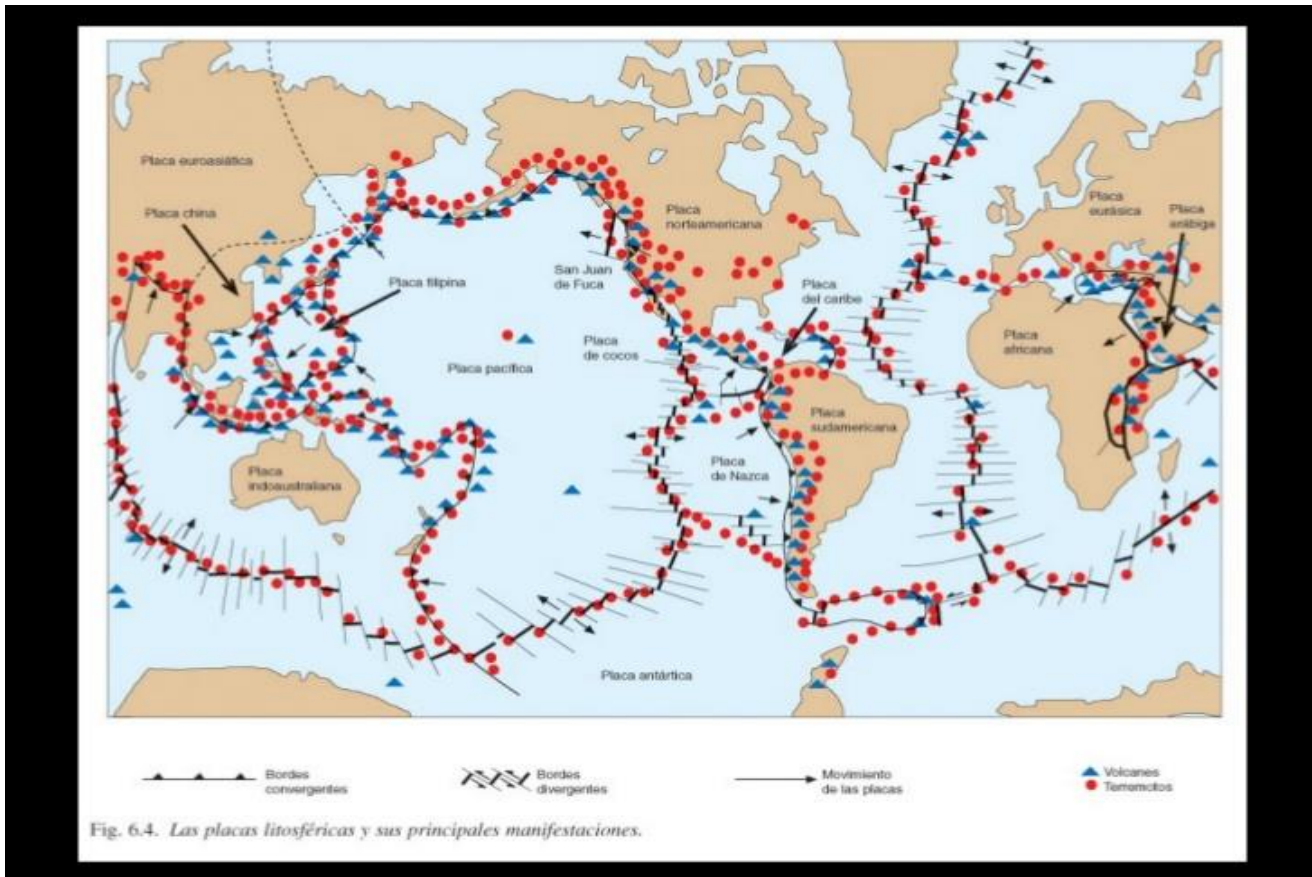


- Poden moverse separándose entre si, achegándose ou deslizando lateralmente, o que da lugar a tres tipos de bordos ou límites: **diverxentes**, **converxentes** ou **neutros** ou **transformantes**.

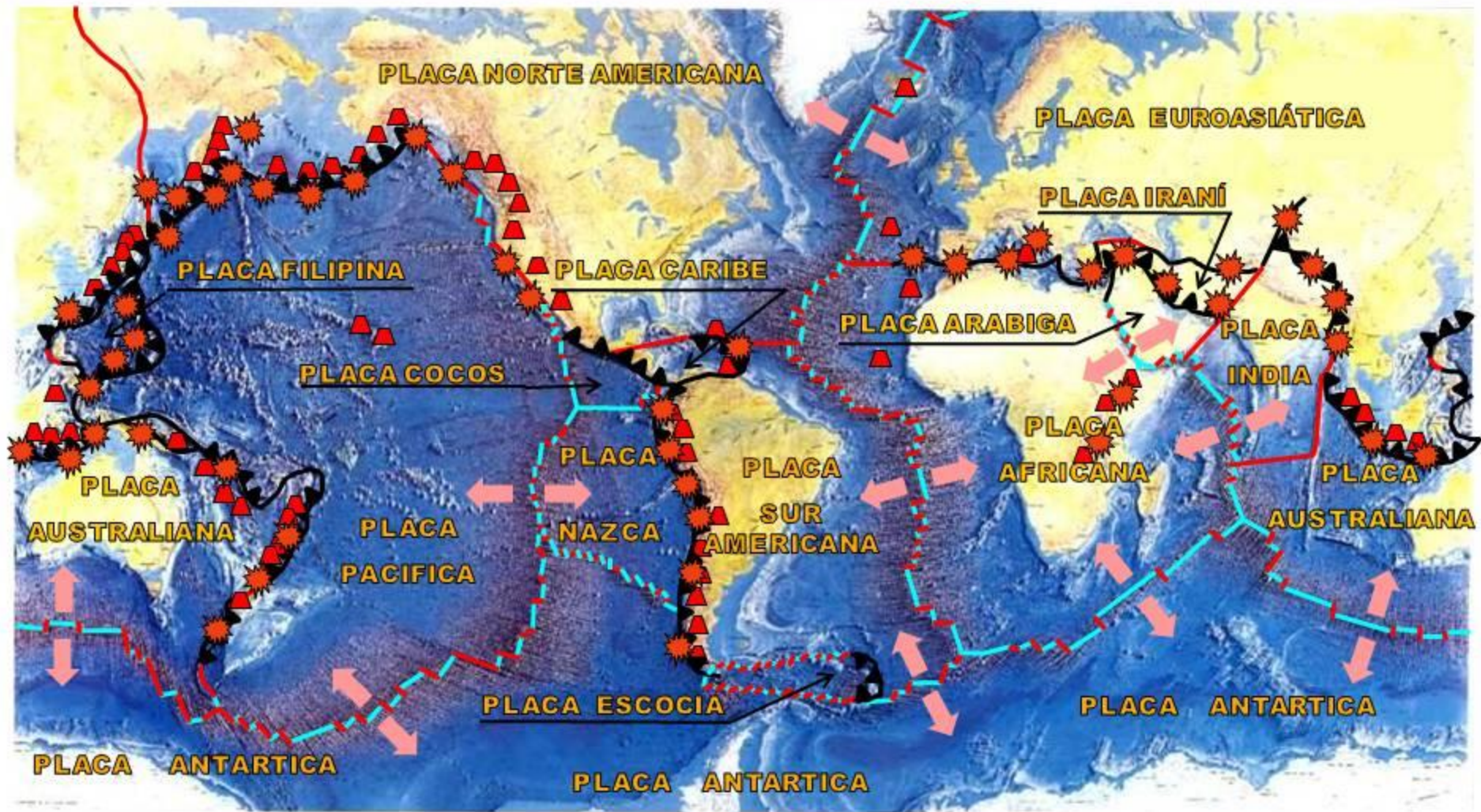


**Sistema en equilibrio:** A creación da litosfera nas dorsais e a destrución nas zonas de subdución compénsase (superficie total da Terra constante)

Os límites de placas se corresponden con zonas con **intensa actividade sísmica e volcánica**, así como con **deformación de rochas e formación de novas cordilleiras**.



# PLACAS TECTÓNICAS TERRESTRES: Sismología y Vulcanismo

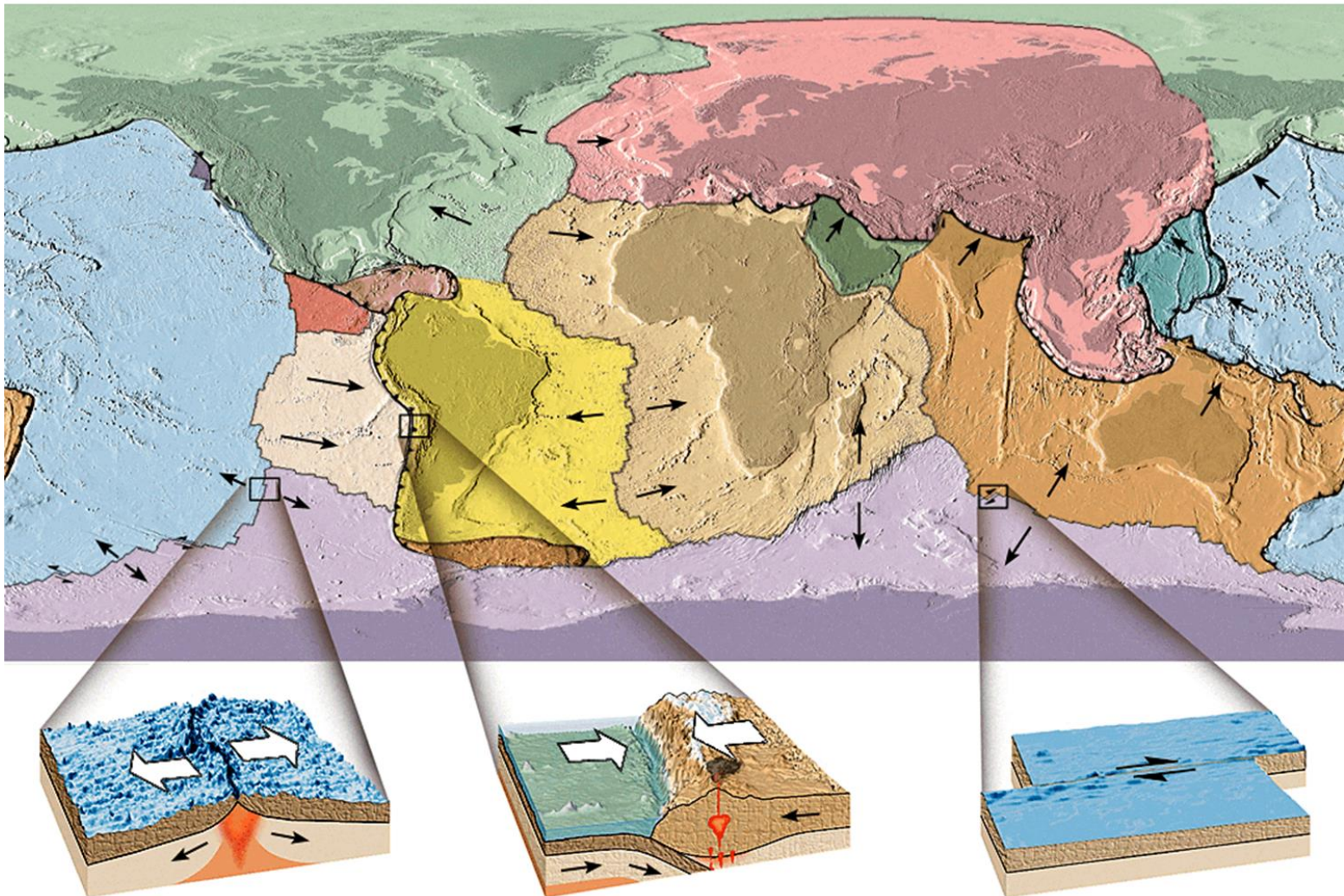


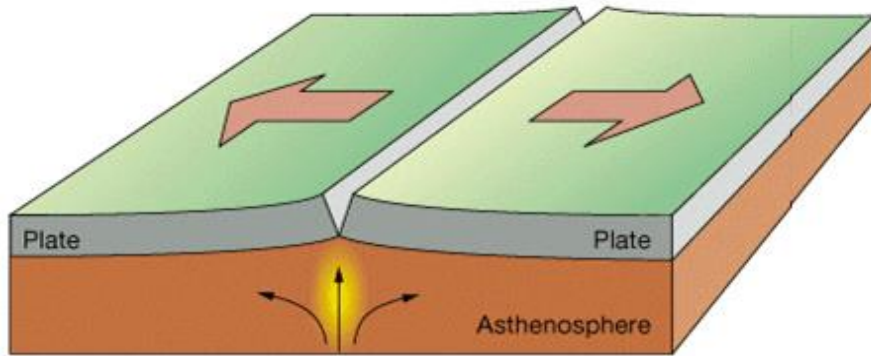
-  Eje de Dorsal Oceánica
-  Falla transformante
-  Expansión del Suelo oceánico
-  Zona de Subducción
-  Volcanes
-  Terremotos



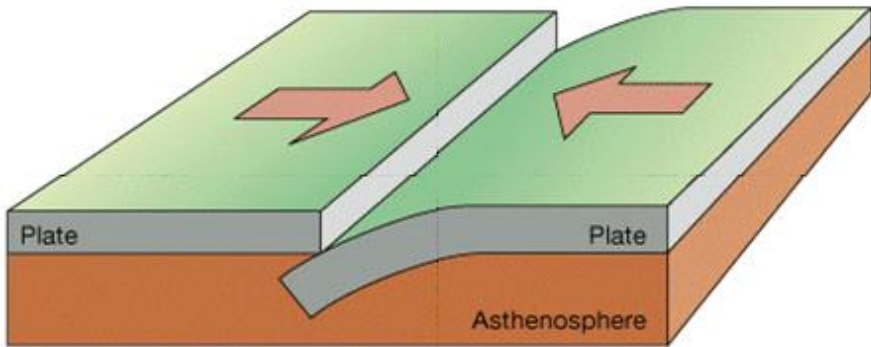
# 3. Límites entre placas

Os límites entre as placas poden ser de tres tipos:

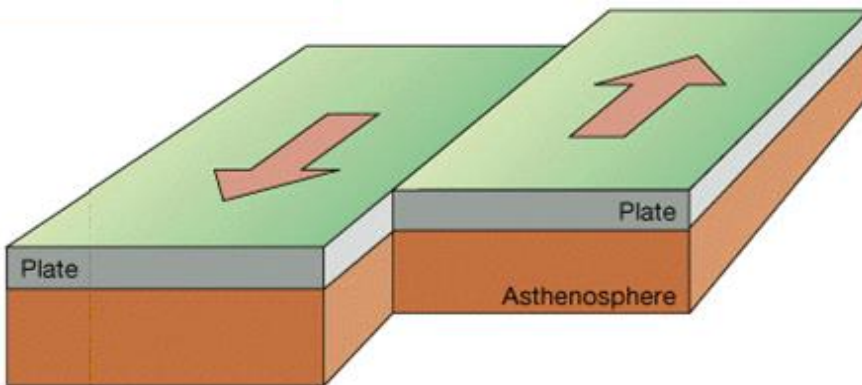




Diverxentes



Converxentes



Deslizantes

**Tectónica  
placas**

**BORDES DE  
PLACAS**

**CONVERGENTES**

Destrucción  
litosfera

**DIVERGENTES**

Creación litosfera

**MOV. LATERAL**

Ni creación  
ni destrucción

**DENTRO  
DE PLACAS**

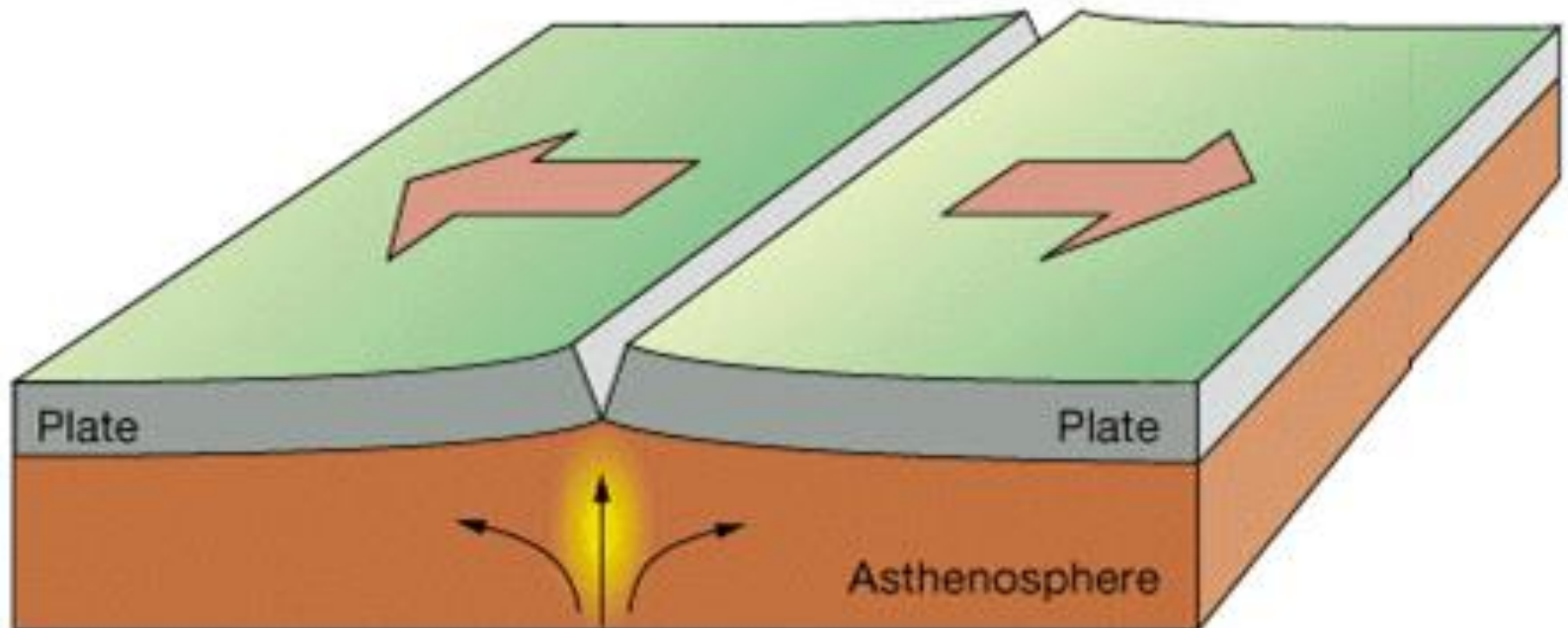
Puntos  
calientes

**M  
A  
G  
M  
A  
T  
I  
S  
M  
O**

**T  
E  
R  
R  
E  
M  
O  
T  
O  
S**

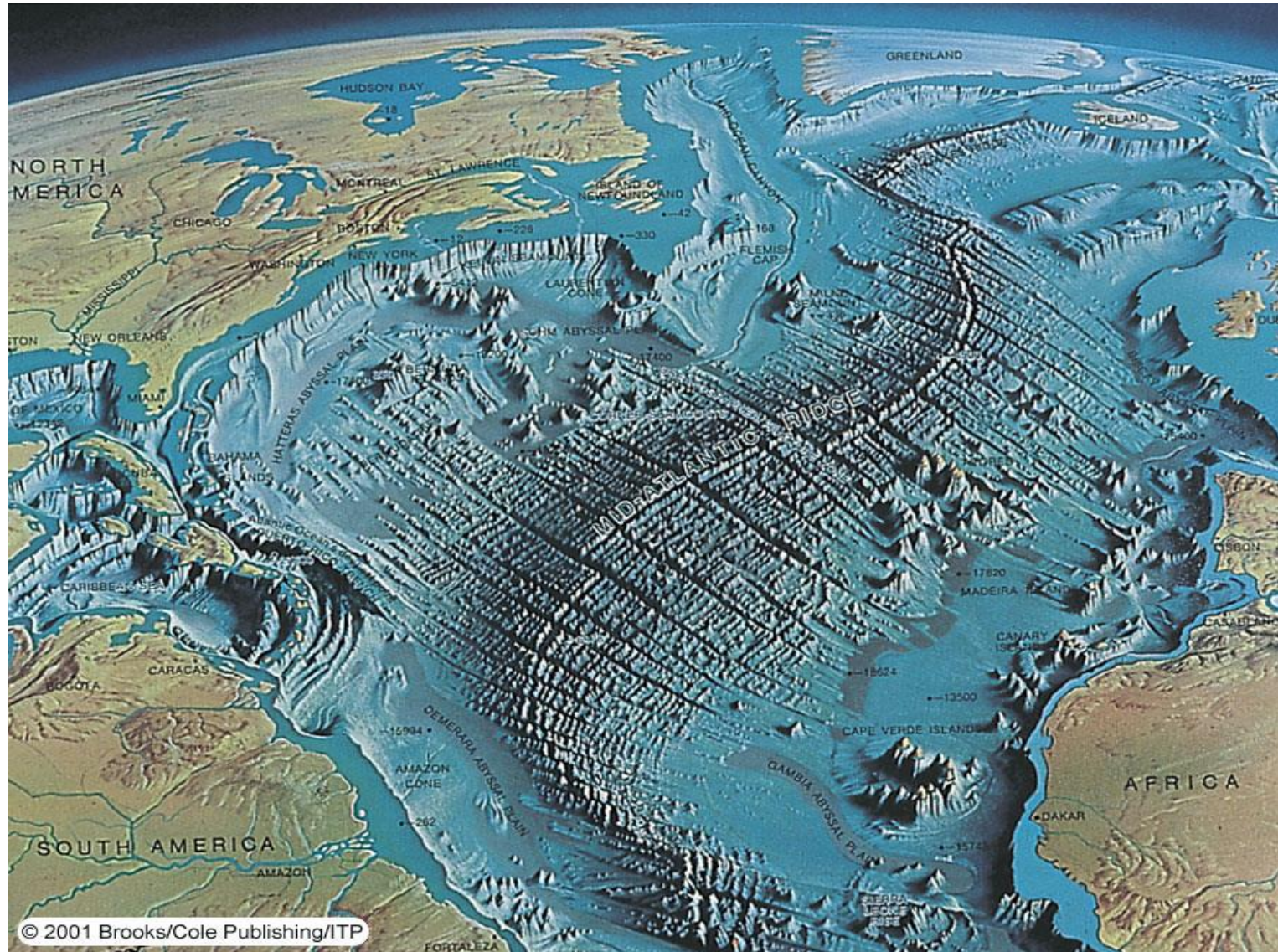
## 3.1. Límites diverxentes

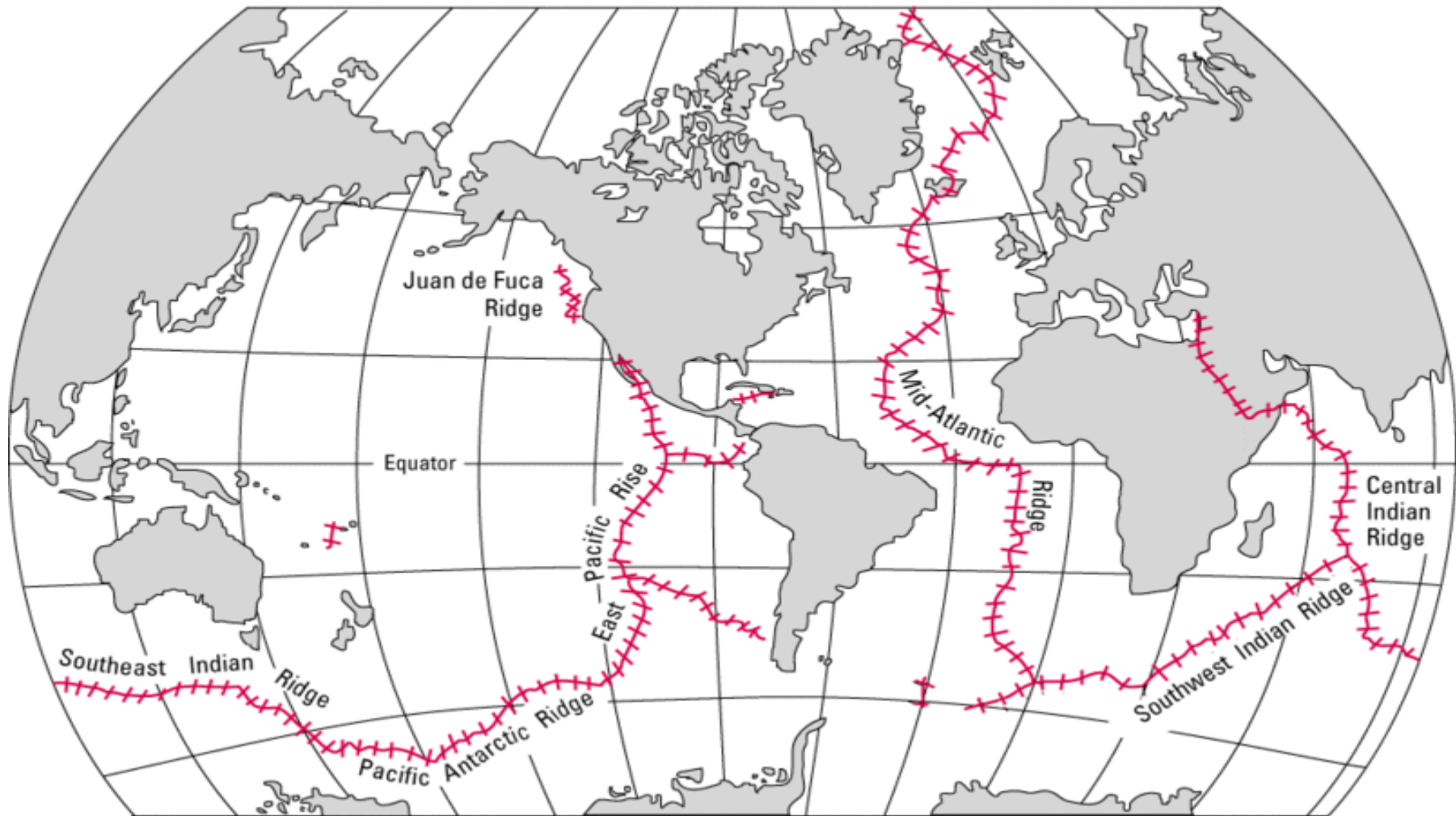
- Son os límites de dúas placas que se separan.
- Son **bordos construtivos** nos que **se crea litosfera oceánica** ao ascender materiais do manto.
- Provocan actividade volcánica.
- Estes bordos coinciden con dúas estruturas xeolóxicas:
  - As **dorsais oceánicas**.
  - Os **Rifts intracontinentais**.

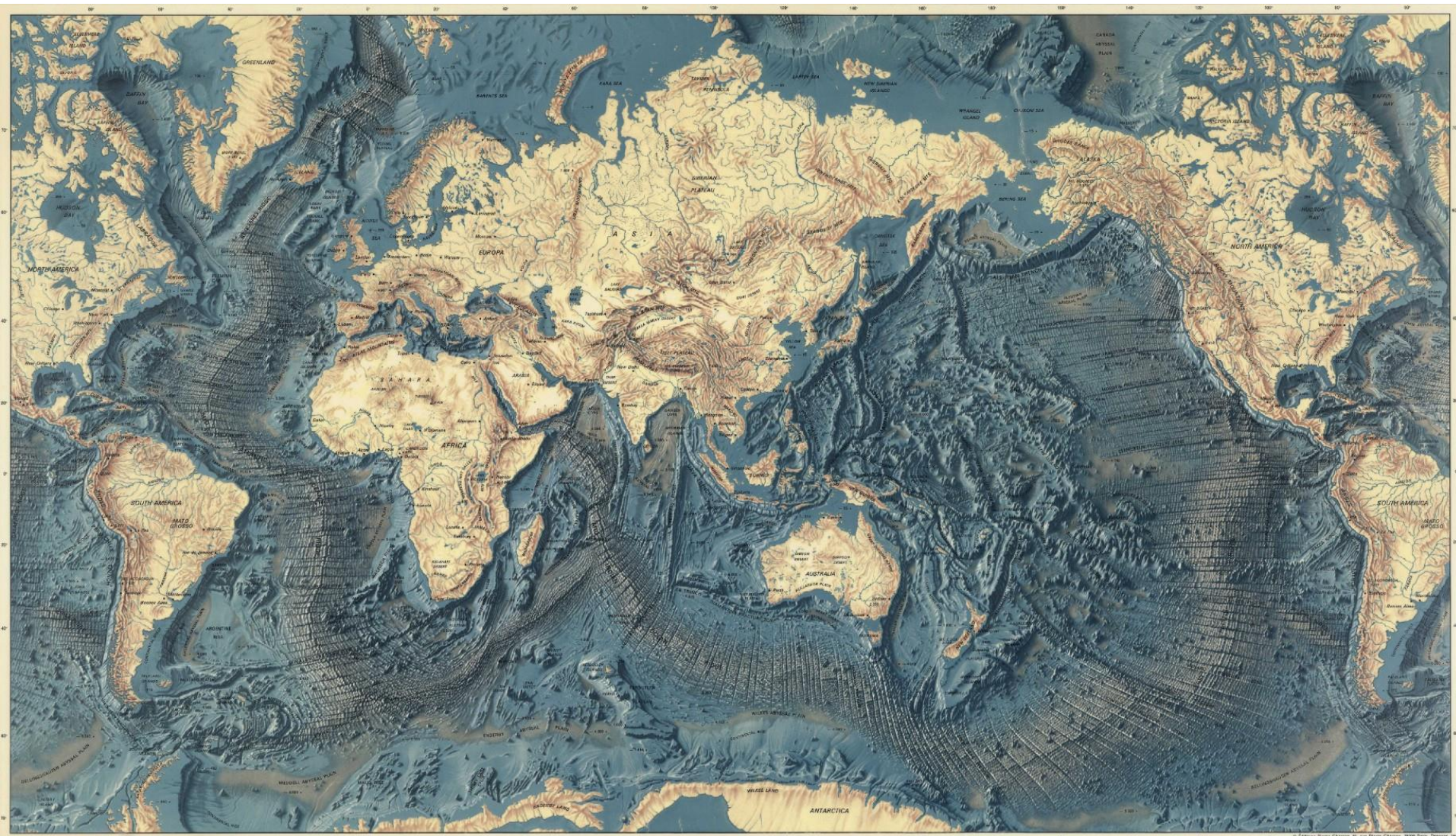


# Bordes diverxentes: dorsais oceánicas

A maioría dos bordos diverxentes están asociados a dorsais oceánicas.



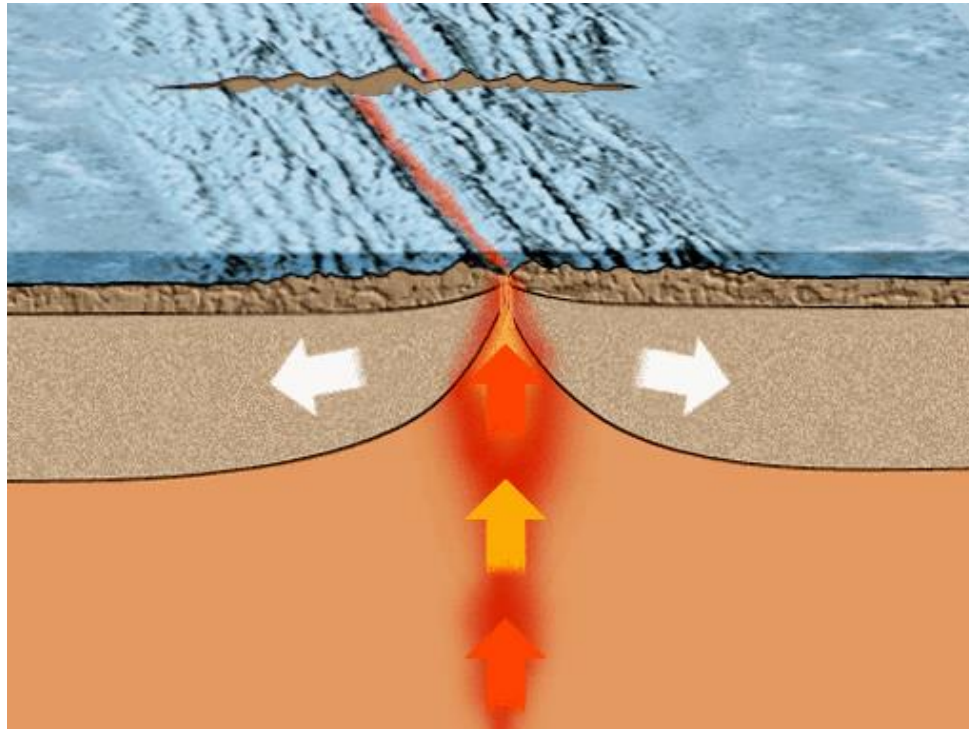




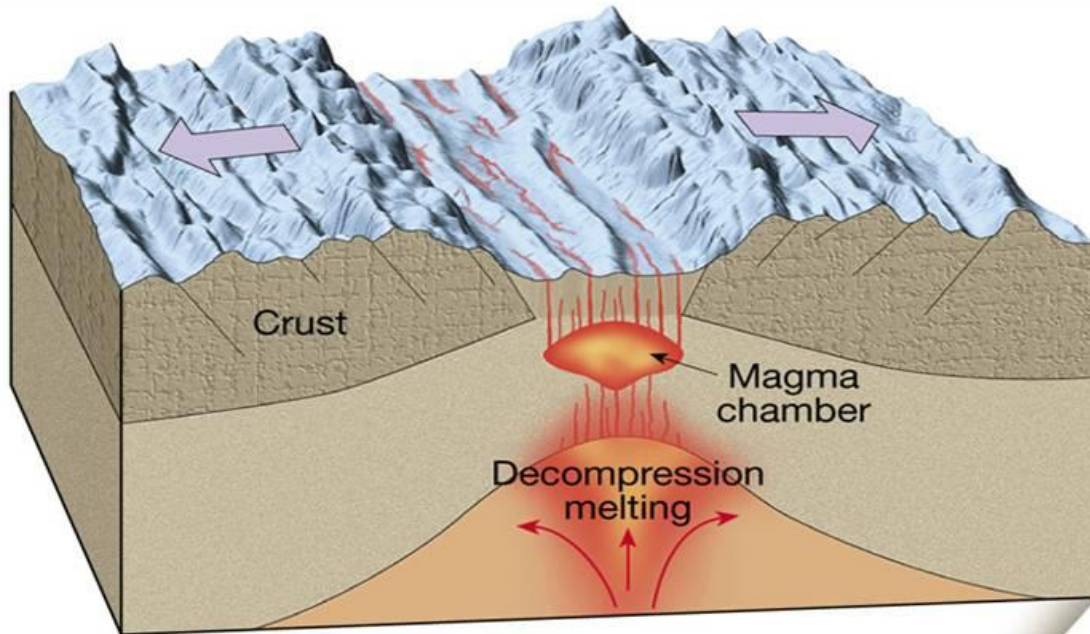
- Grandes elevacións na zona media de todos os océanos.
- Lonxitude total supera os 70.000 Km
- Anchura: ata os 4.000 Km
- Altura: 2.000 – 4.000 m

# DORSAL OCEÁNICA

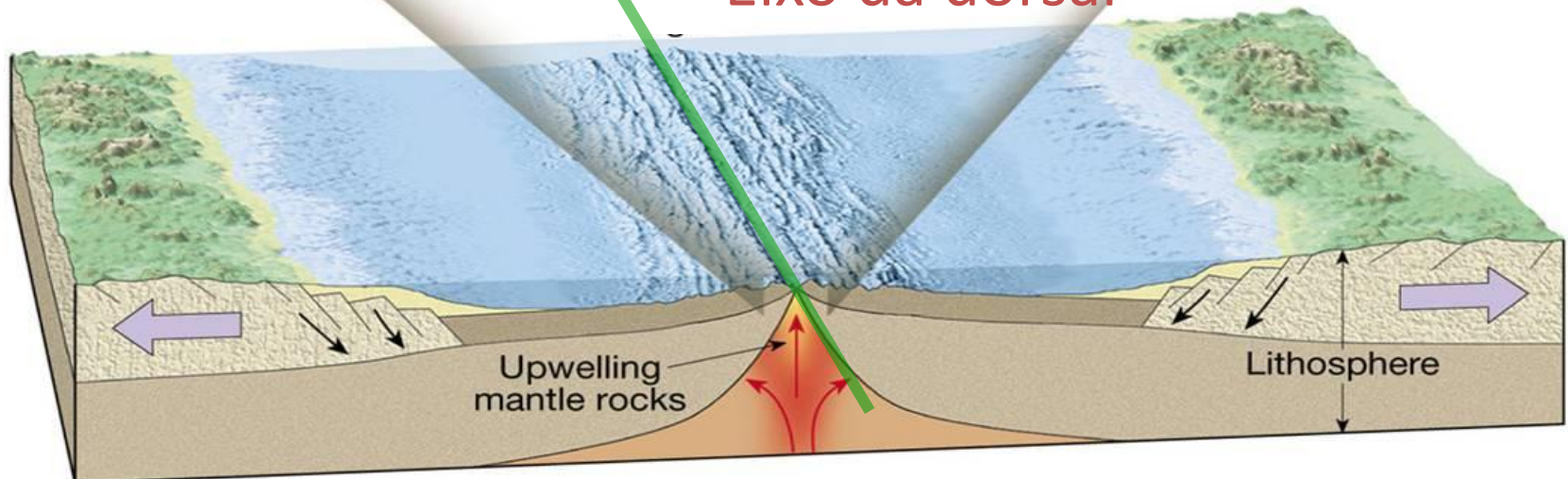
- Ao longo da maior parte das dorsais, existe unha gran depresión interior que ocupa o eixe central = **Rift**
- No fondo do rift existe unha actividade volcánica moi intensa e polas súas fraturas ascende magma do interior do manto, que ao chegar á superficie enche os ocos e forman a nova litosfera oceánica.



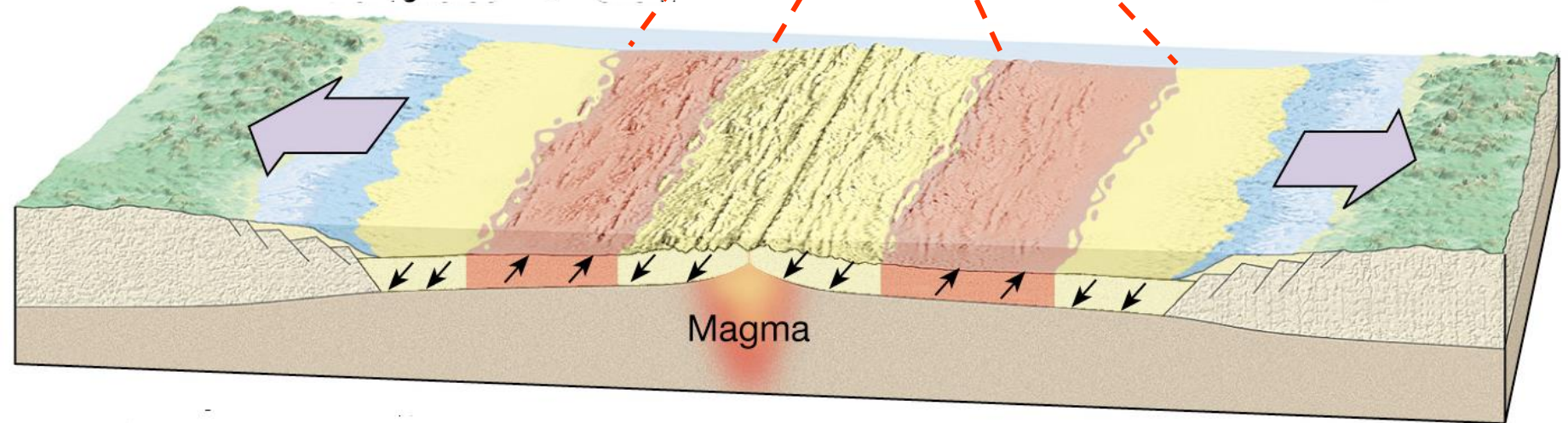
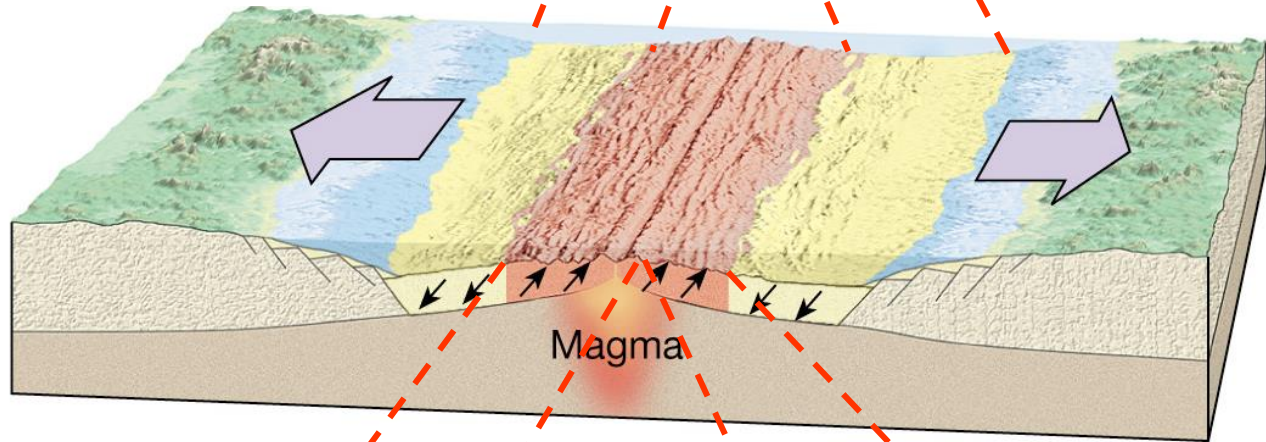
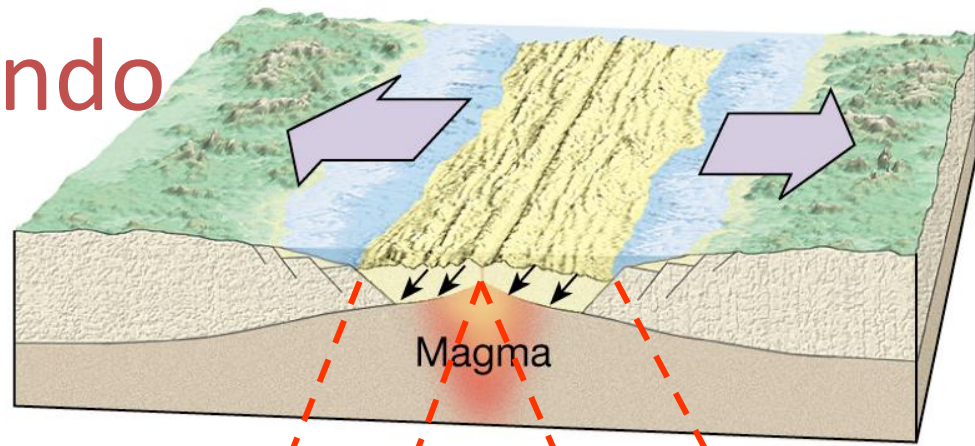
# Rift valley



# Eixo da dorsal

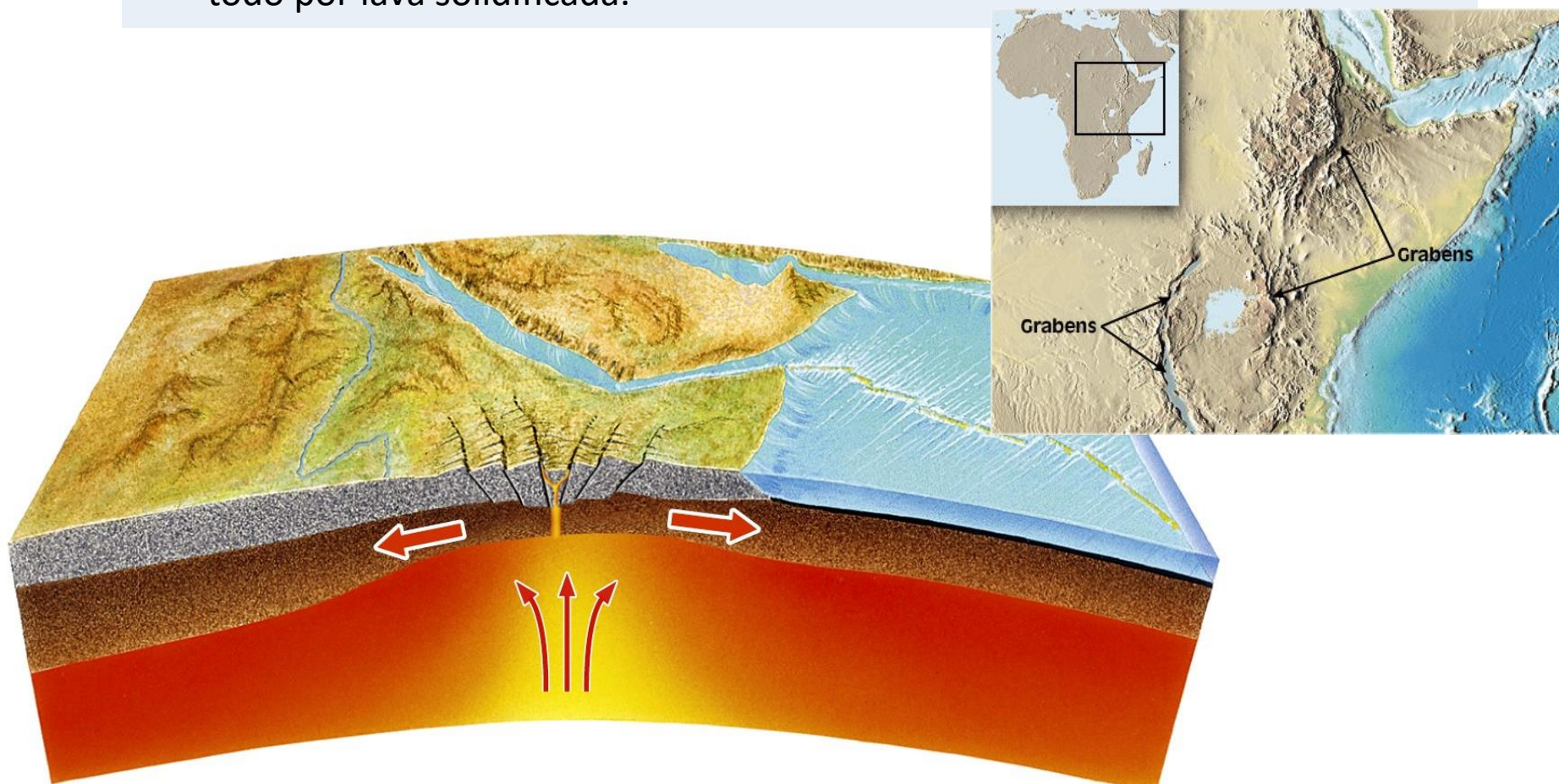


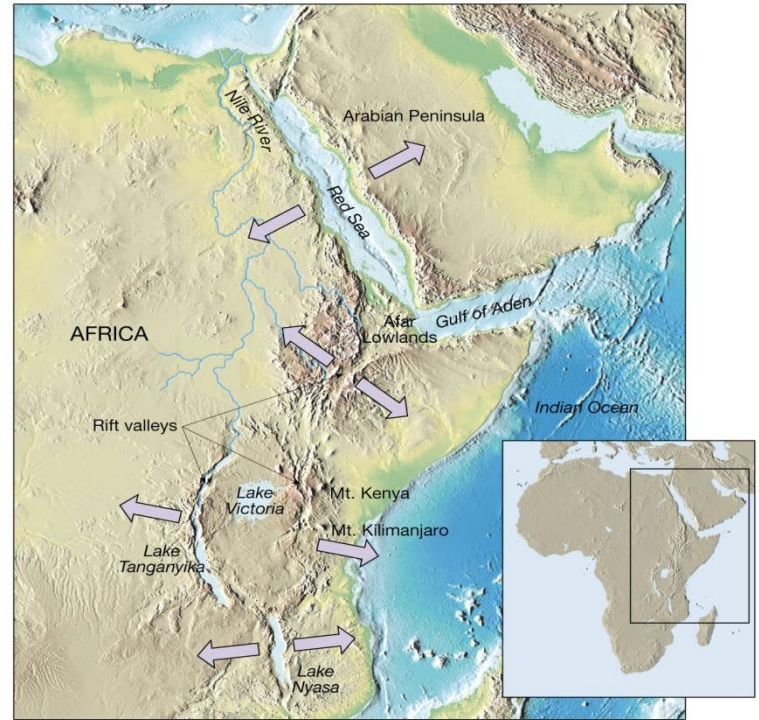
# Expansión do fondo oceánico



# RIFTS INTRACONTINENTAIS

- Son bordos diverxentes situados entre dúas placas que forman parte aínda do mesmo continente.
- Estes vals orixinan grandes depresións alongadas con relieves escarpados e abundante actividade volcánica no seu fondo. Por iso están formados sobre todo por lava solidificada.



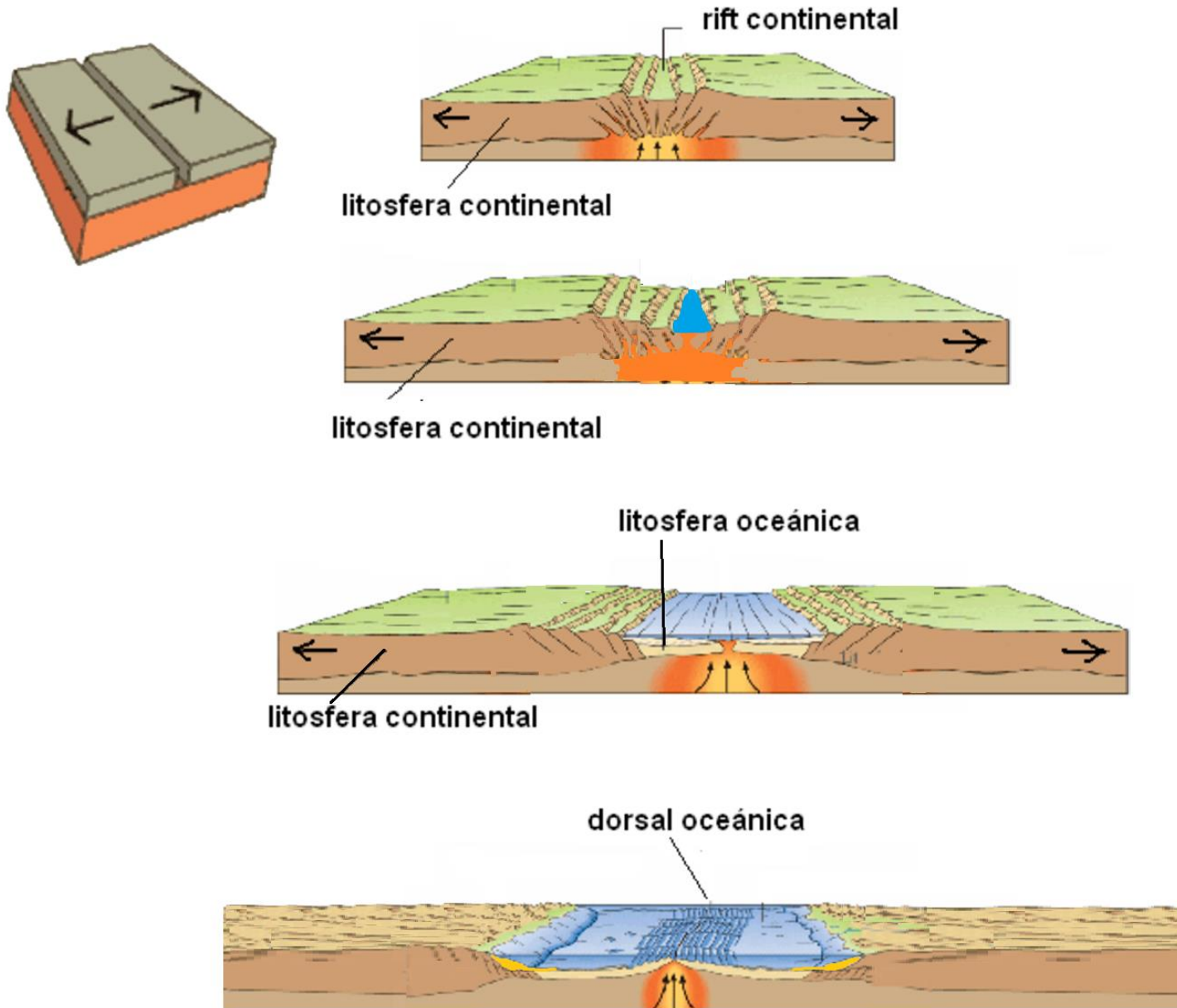


# Bordes diverxentes: Rifts intracontinentales

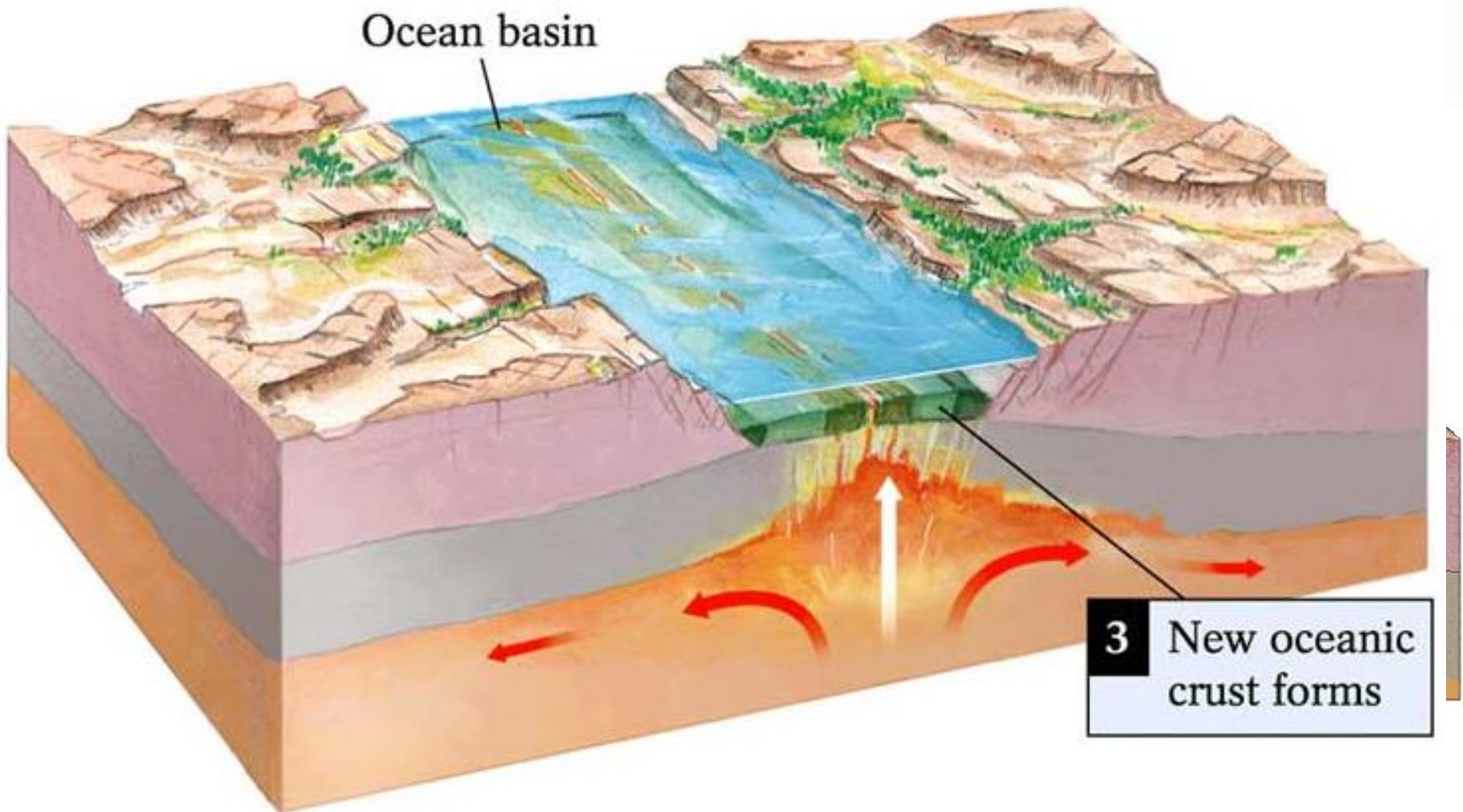
- Rift Valley Africano



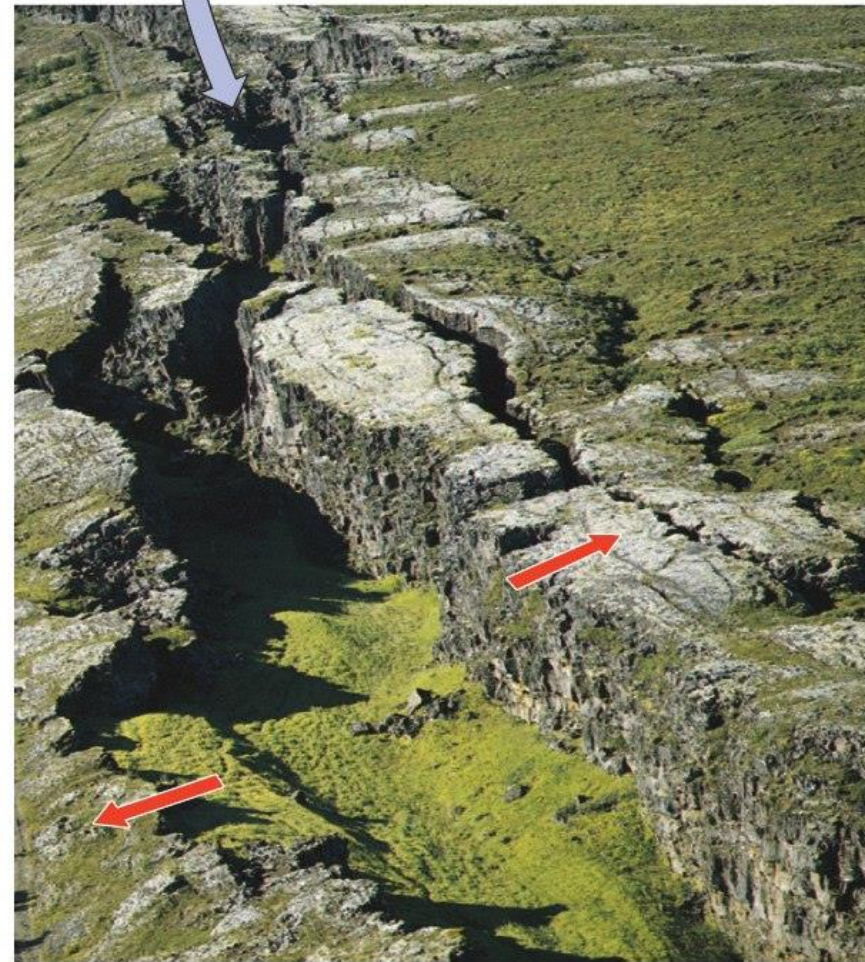
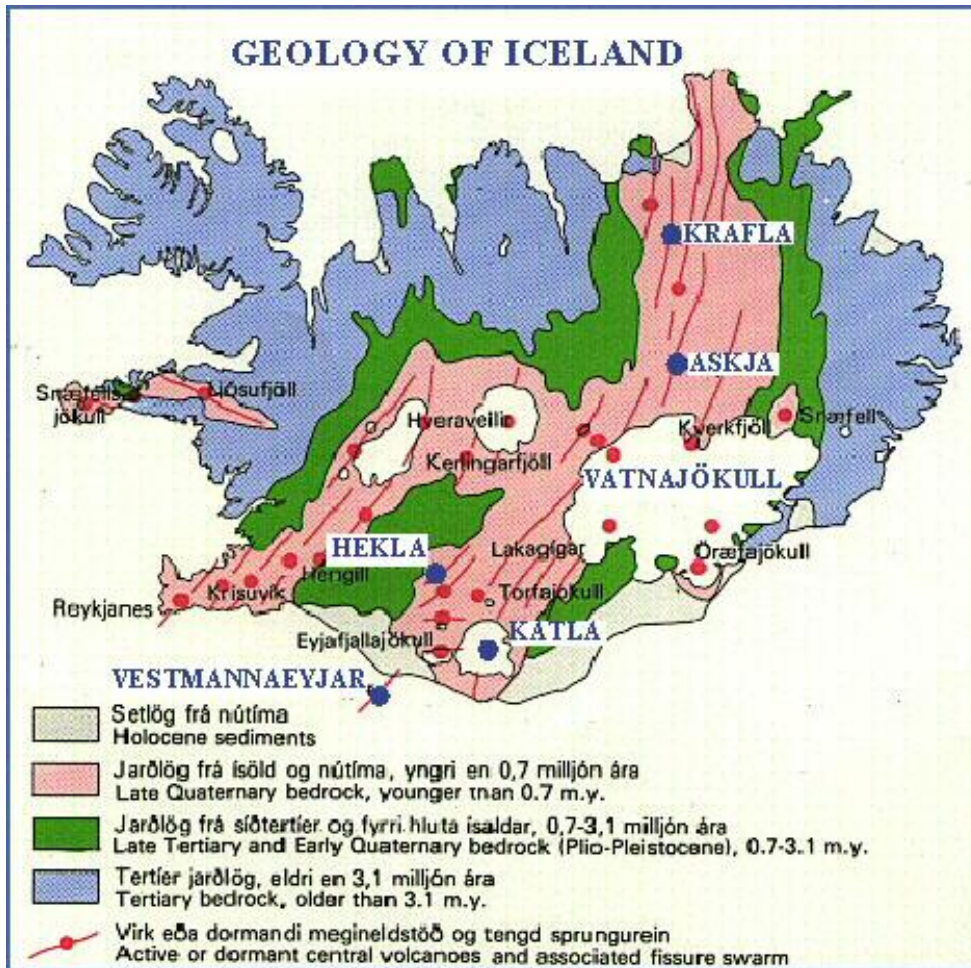
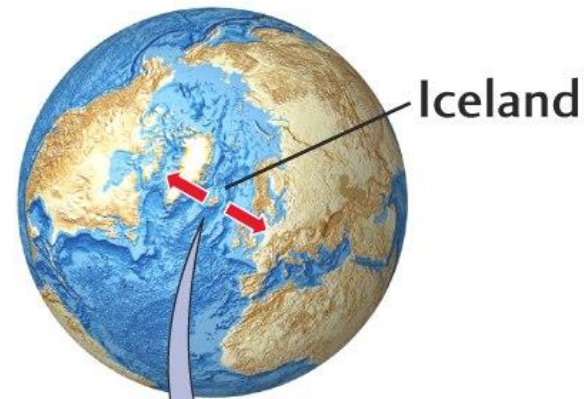
# PROCESO DE FORMACIÓN DUN FONDO OCEÁNICO



# A FRAGMENTACIÓN CONTINENTAL

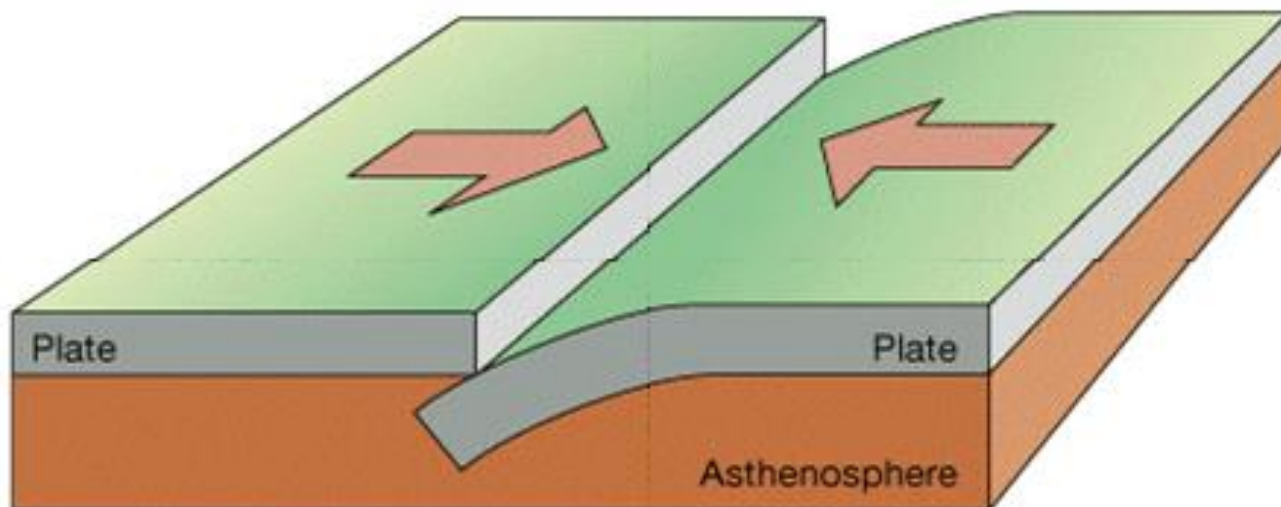


# ISLANDIA

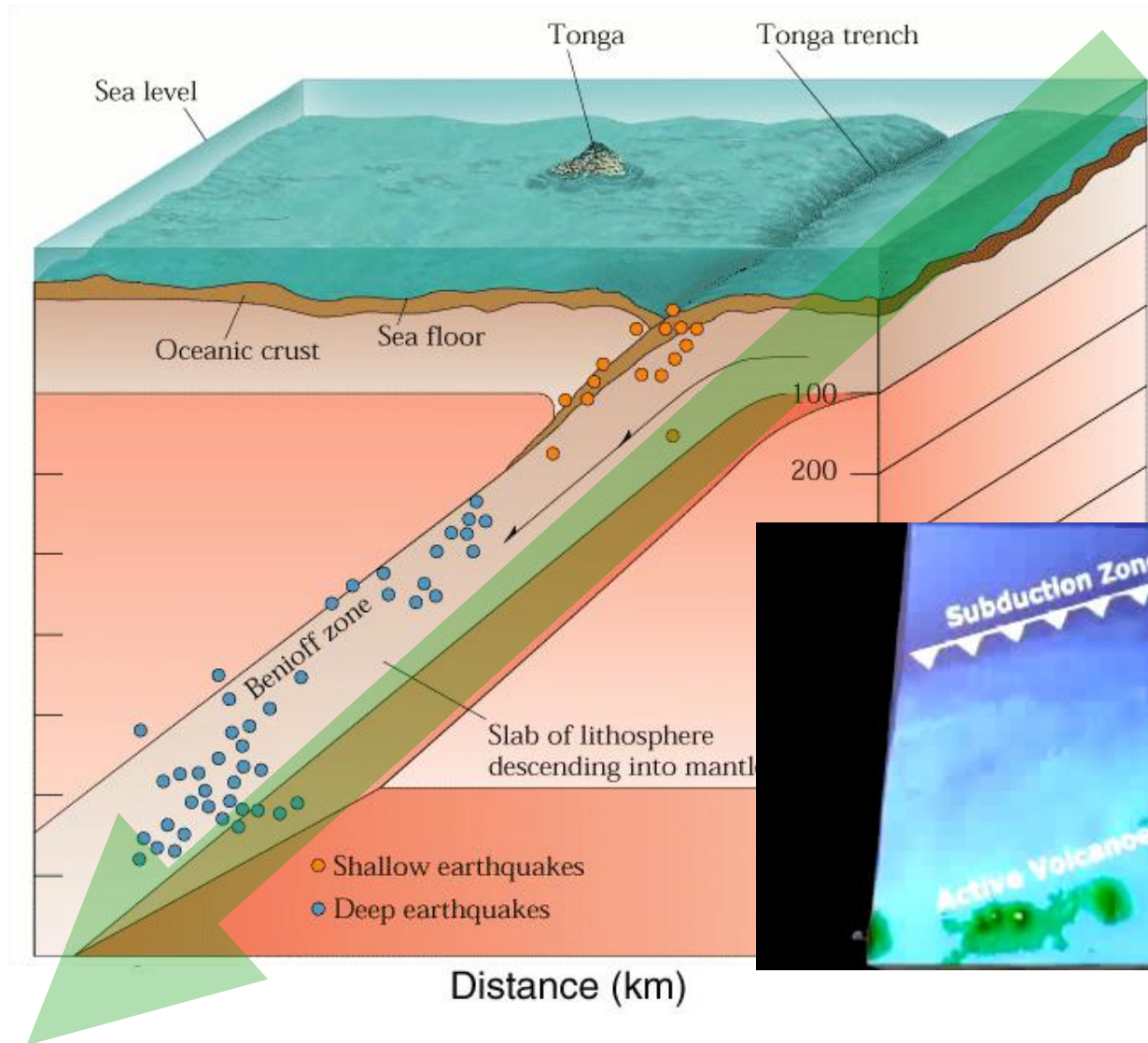


## 3.2. Límites converxentes

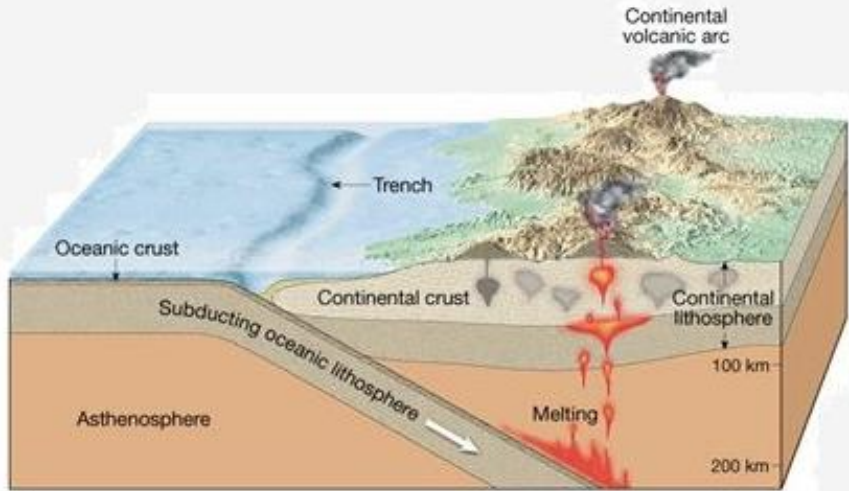
- Son límites de dúas placas que se xuntan.
- Son **zonas de subdución**, onde unha das placas, a de maior densidade, se introduce baixo a outra. Son **bordos destrutivos** nos que **se destrúe litosfera**.
- Provocan numerosos sismos polas tensións e friccións da placa que subduce.
- Os bordos converxentes poden formarse entre dúas placas oceánicas, unha oceánica e outra continental ou dúas continentais.



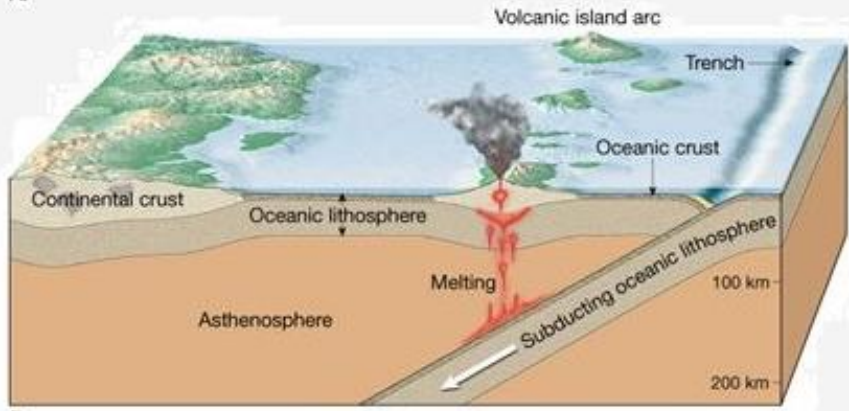
# AS ZONAS DE SUBDUCCIÓN



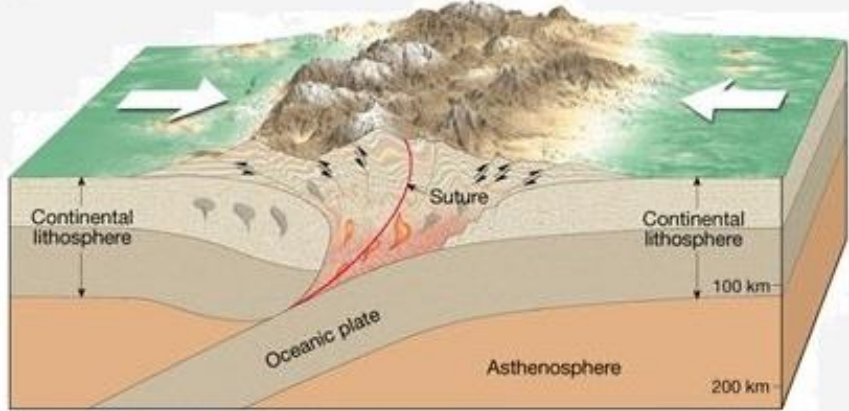
# BORDOS CONVERXENTES



A.

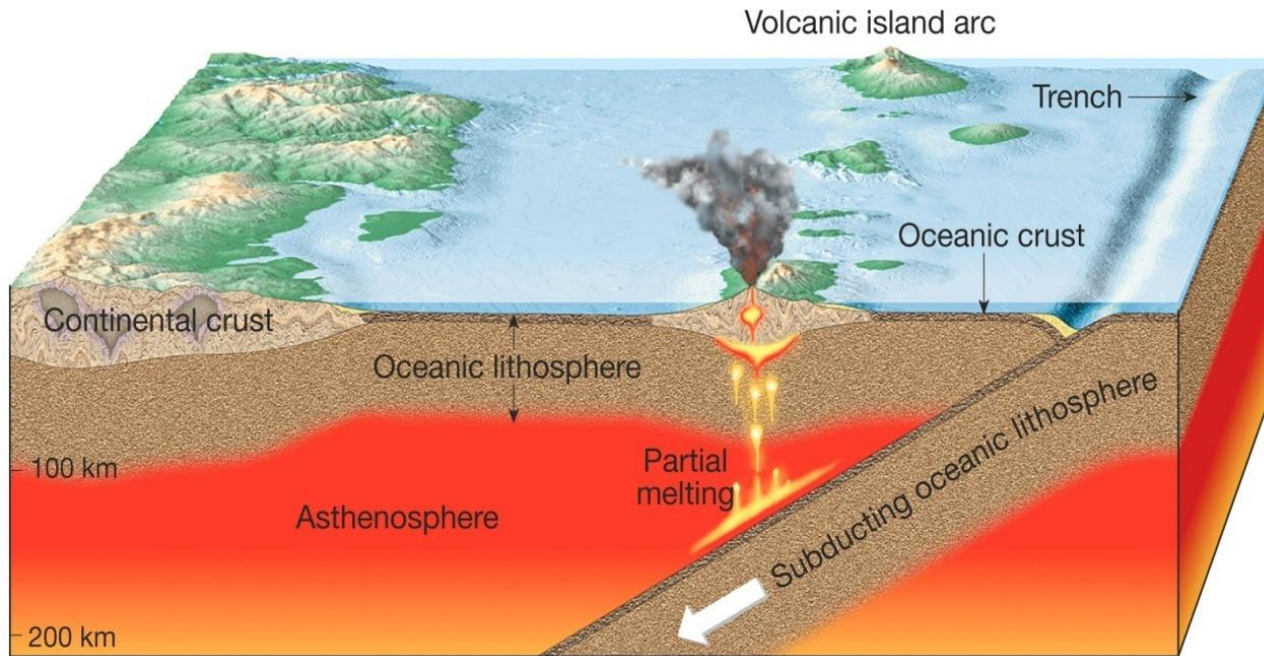


B.



C.

# OCEÁNICA-OCEÁNICA: ARCOS-ILLAS



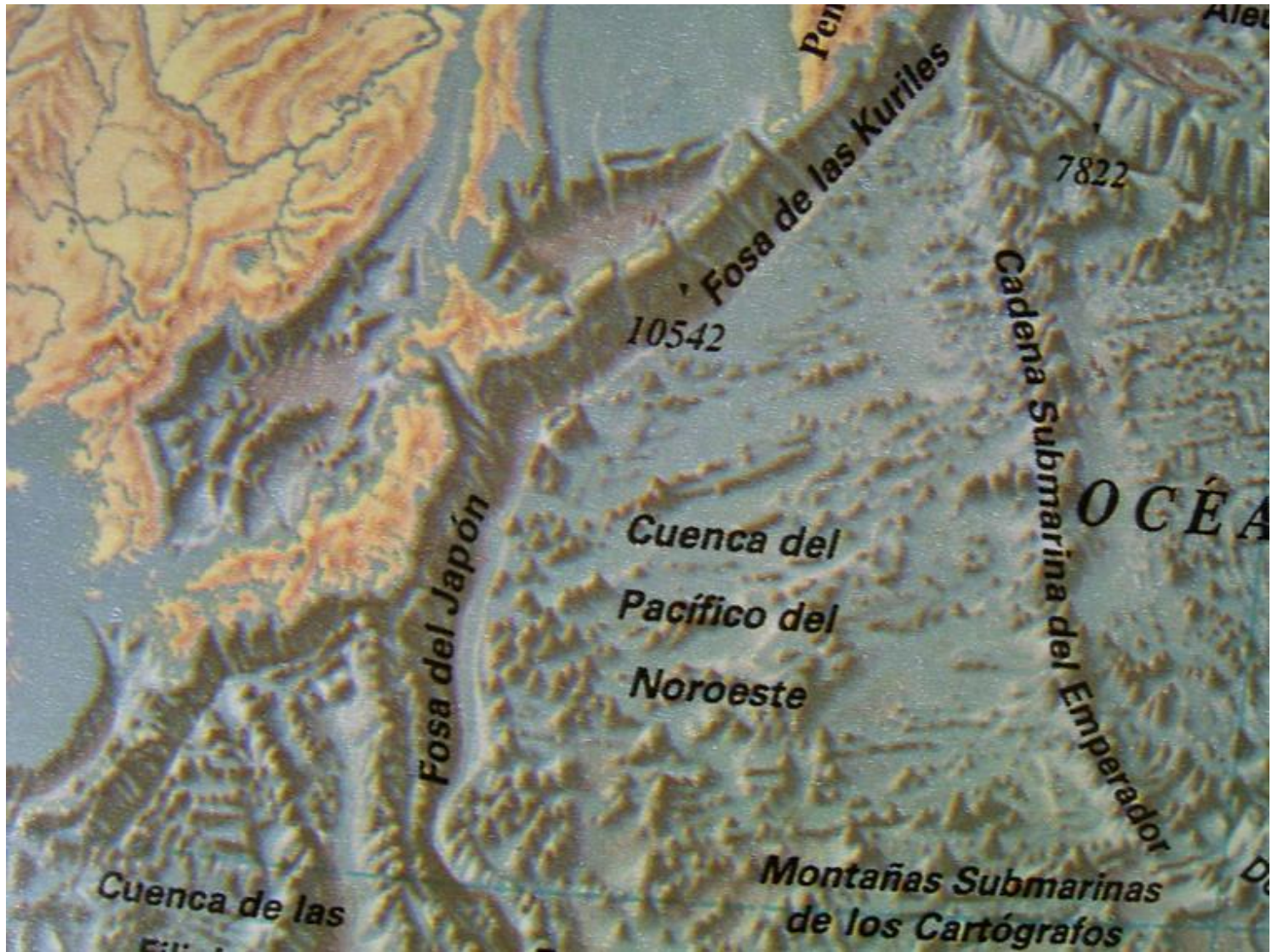
Actividade  
volcánica e  
sísmica

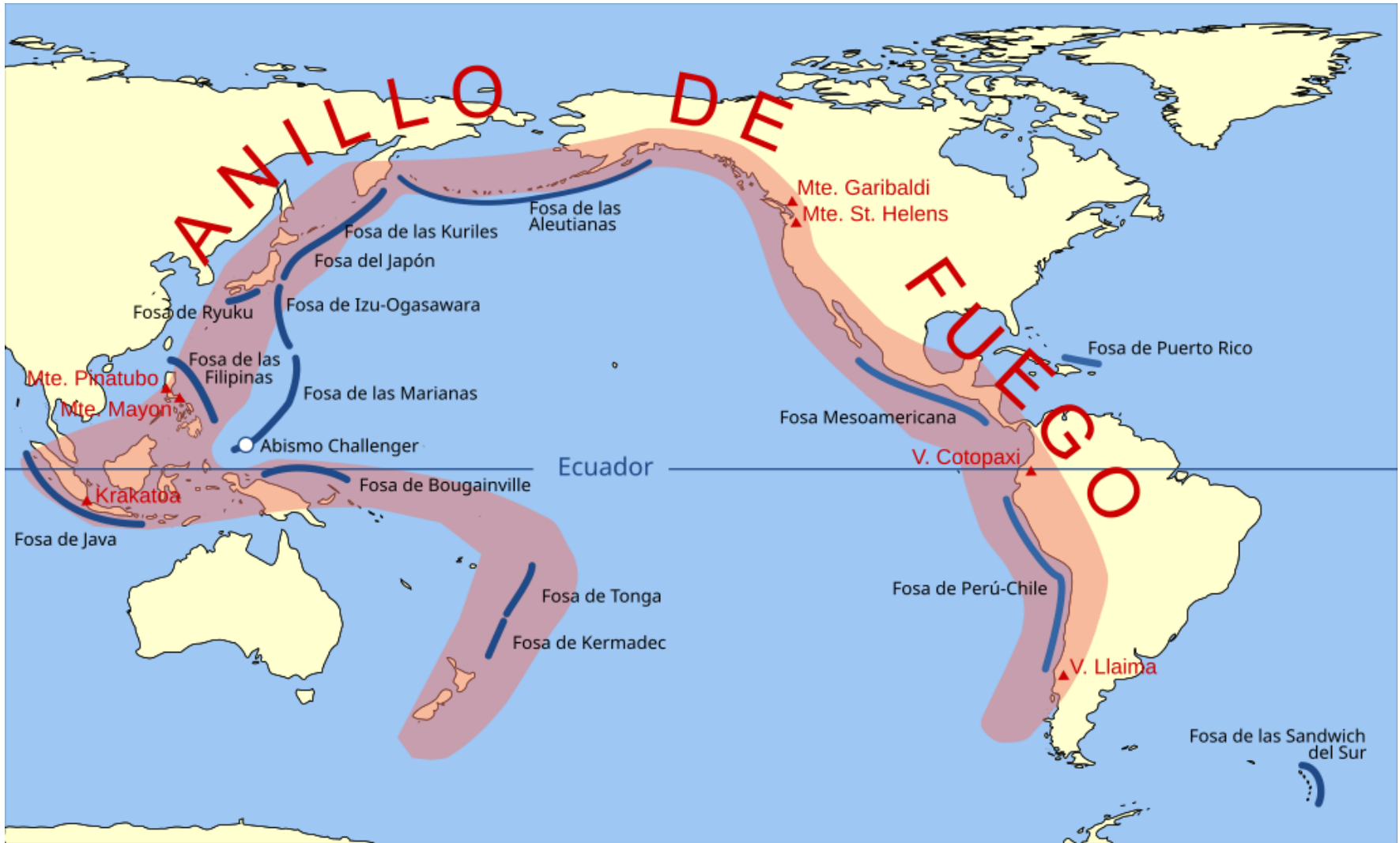
B. Oceanic-oceanic

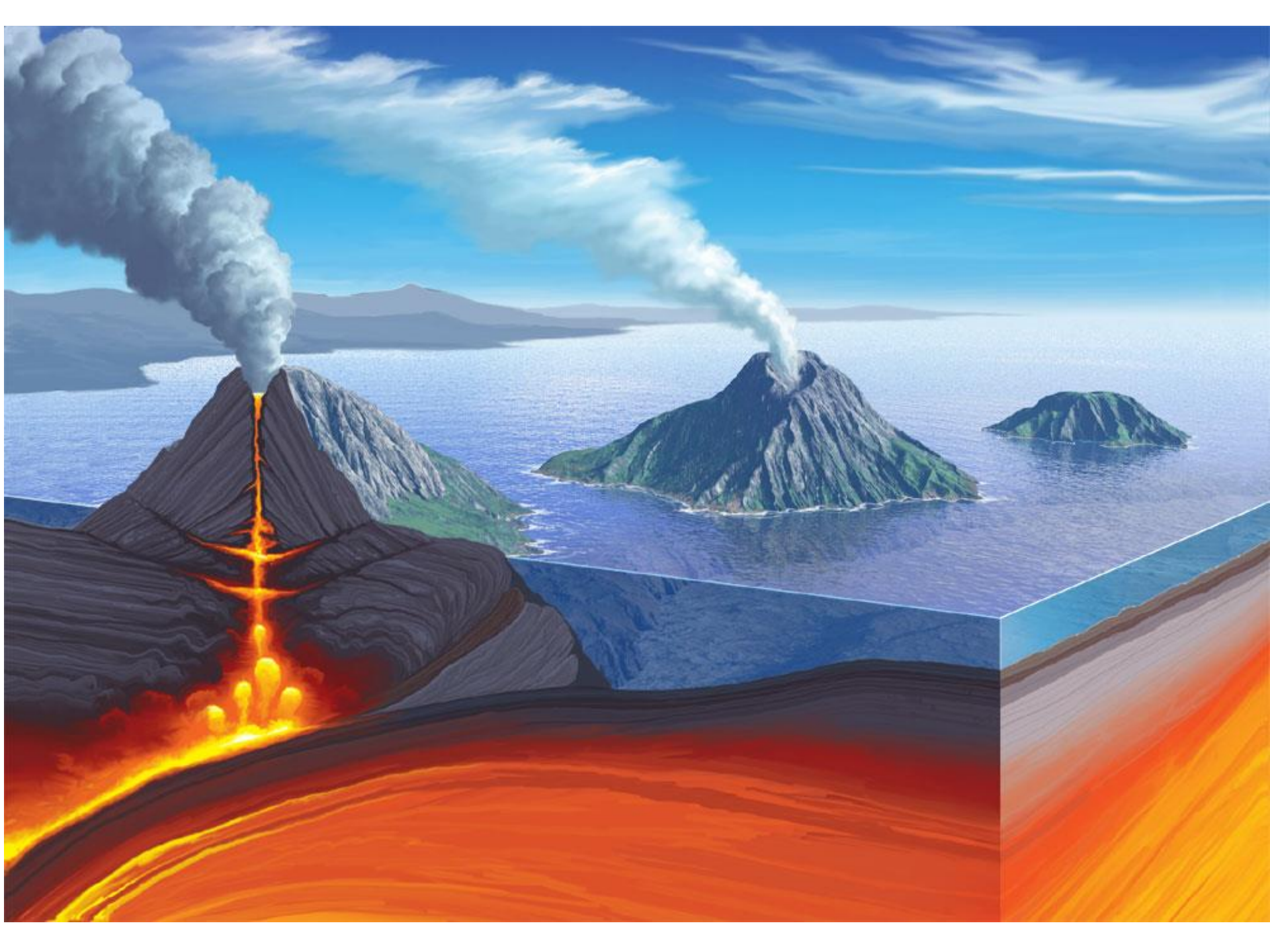
Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

A medida que a litosfera oceánica se afasta da dorsal, vaise enfriando e engrosando pola acumulación de sedimentos (vólvese máis densa) e chega un momento que se produce a súa rutura e subducción.

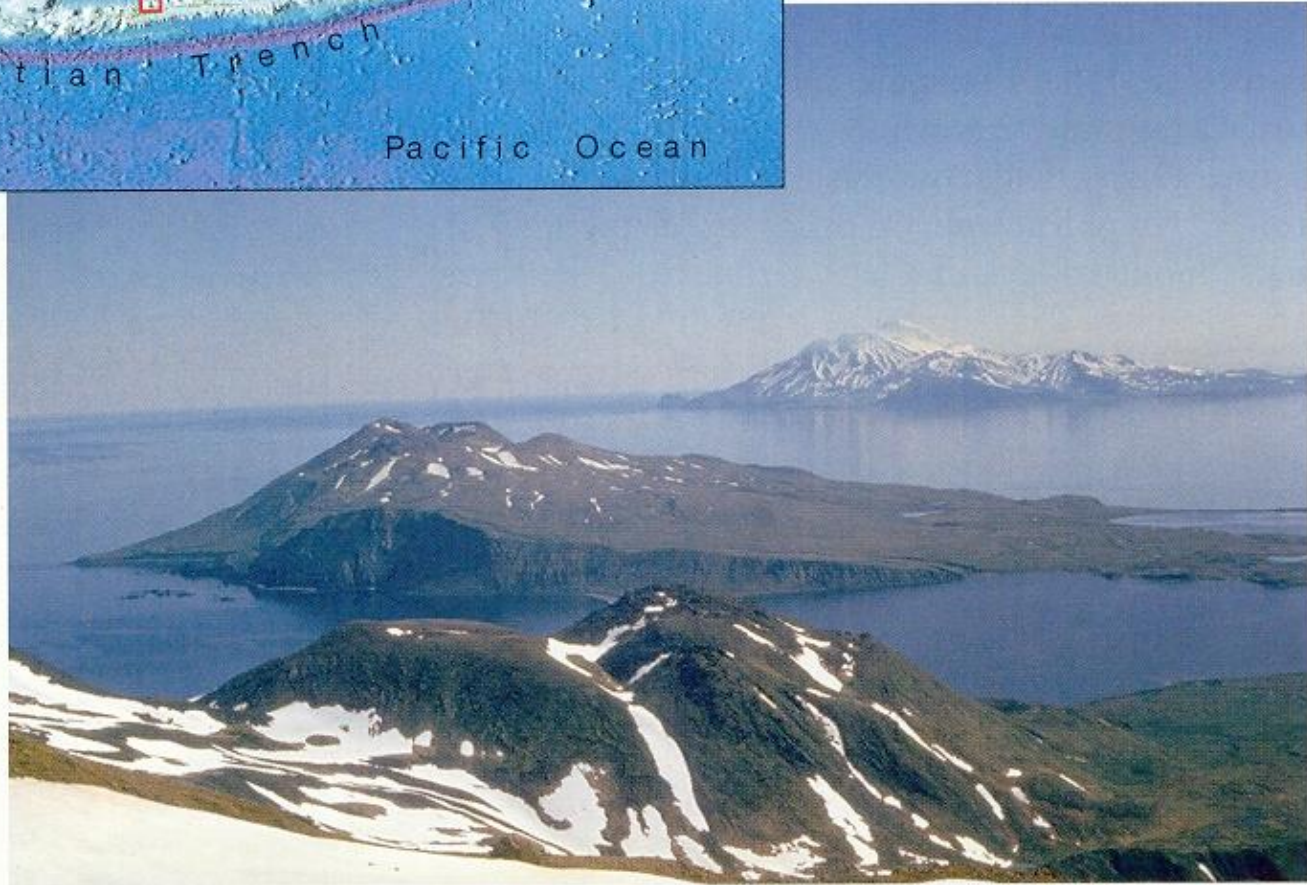
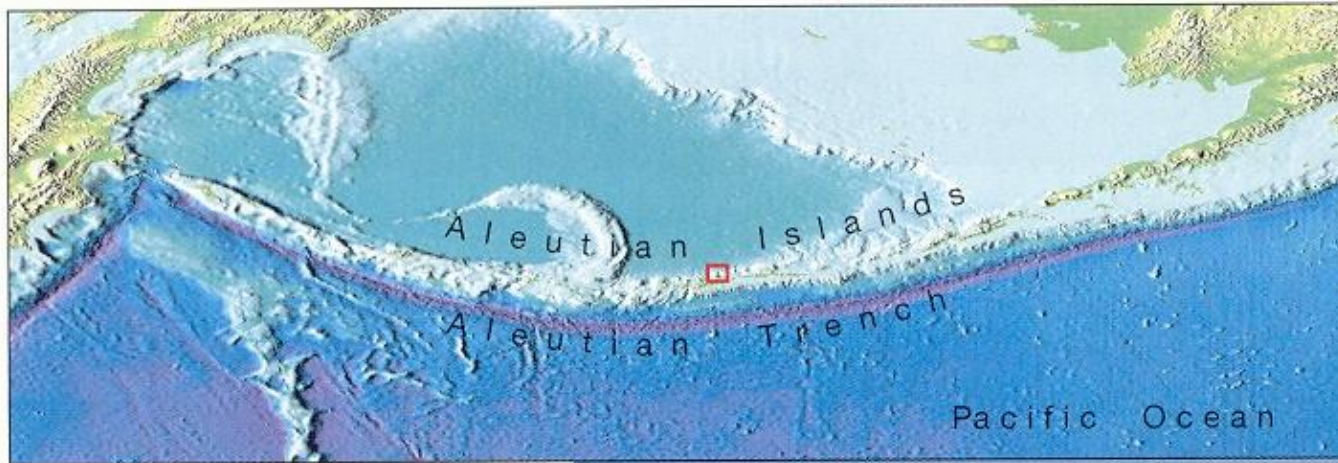
As illas volcánicas fórmanse polo ascenso do magma derivado da fusión parcial da placa que subduce, do manto e da codia profunda da placa pasiva.

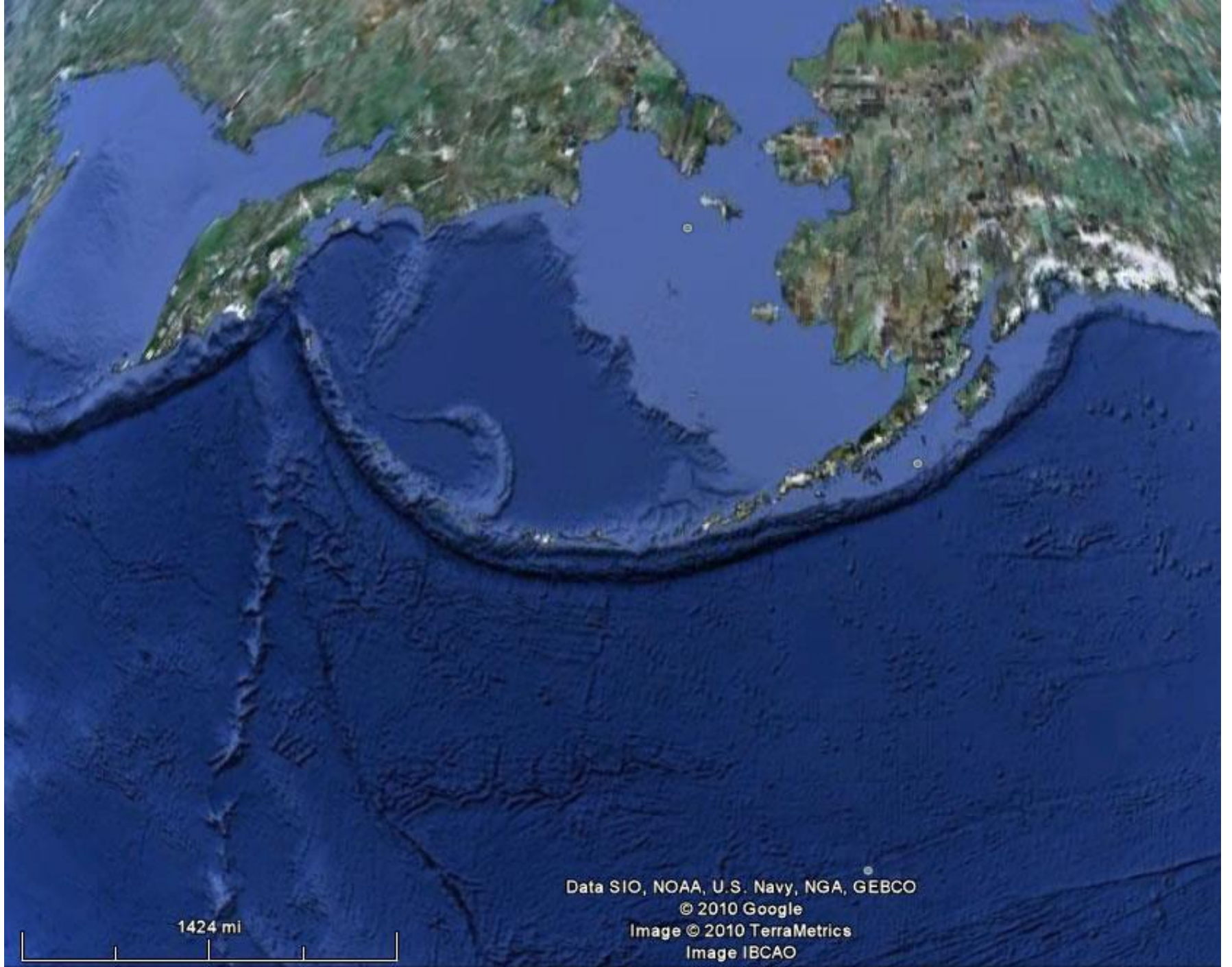




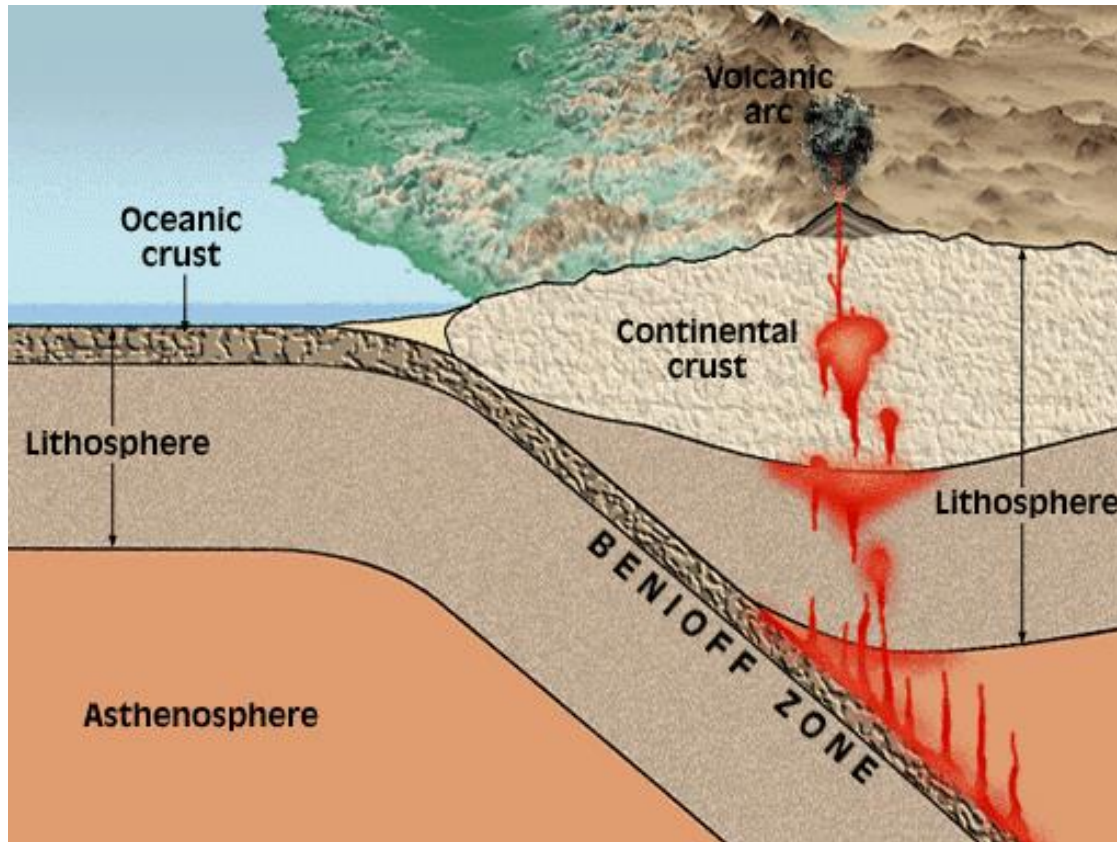


# Aleutian Island Arc, Alaska





# CONTINENTAL-OCEÁNICA: ORÓXENOS PERICONTINENTAIS



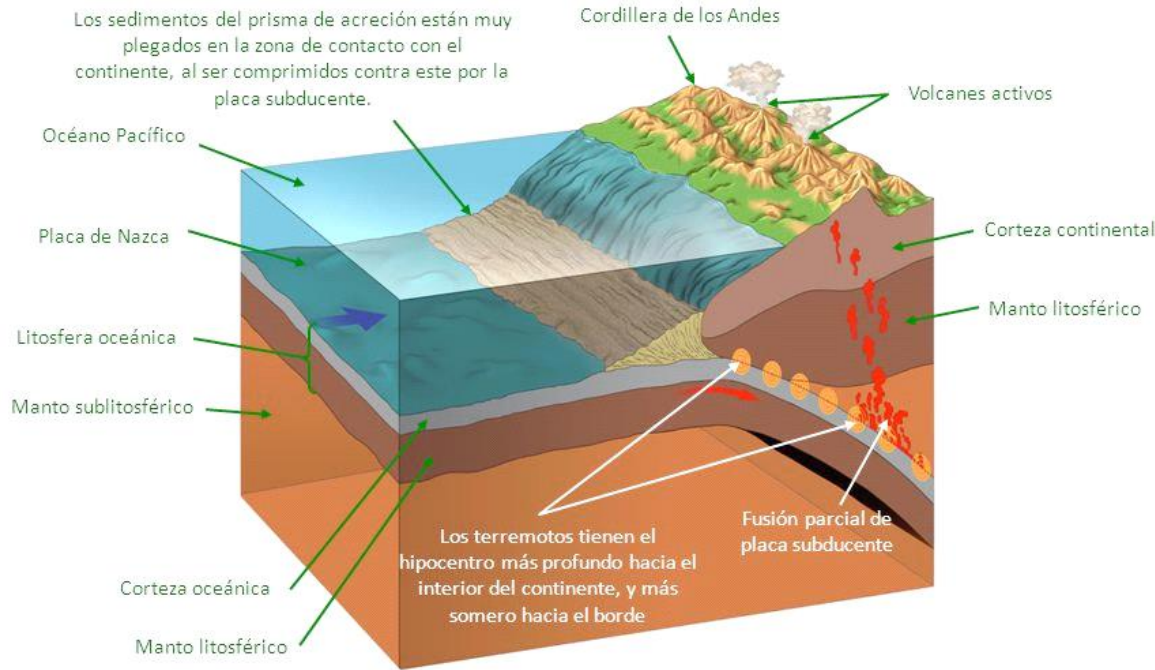
A litosfera continental, formada principalmente por granito, é mais leve e grossa do que a oceânica, que está formada por basalto, pelo que subduz esta última.

A fusão parcial da placa que subduz forma magmas que ascendem e formam rochas plutônicas e vulcânicas.

Actividade vulcânica e sísmica.

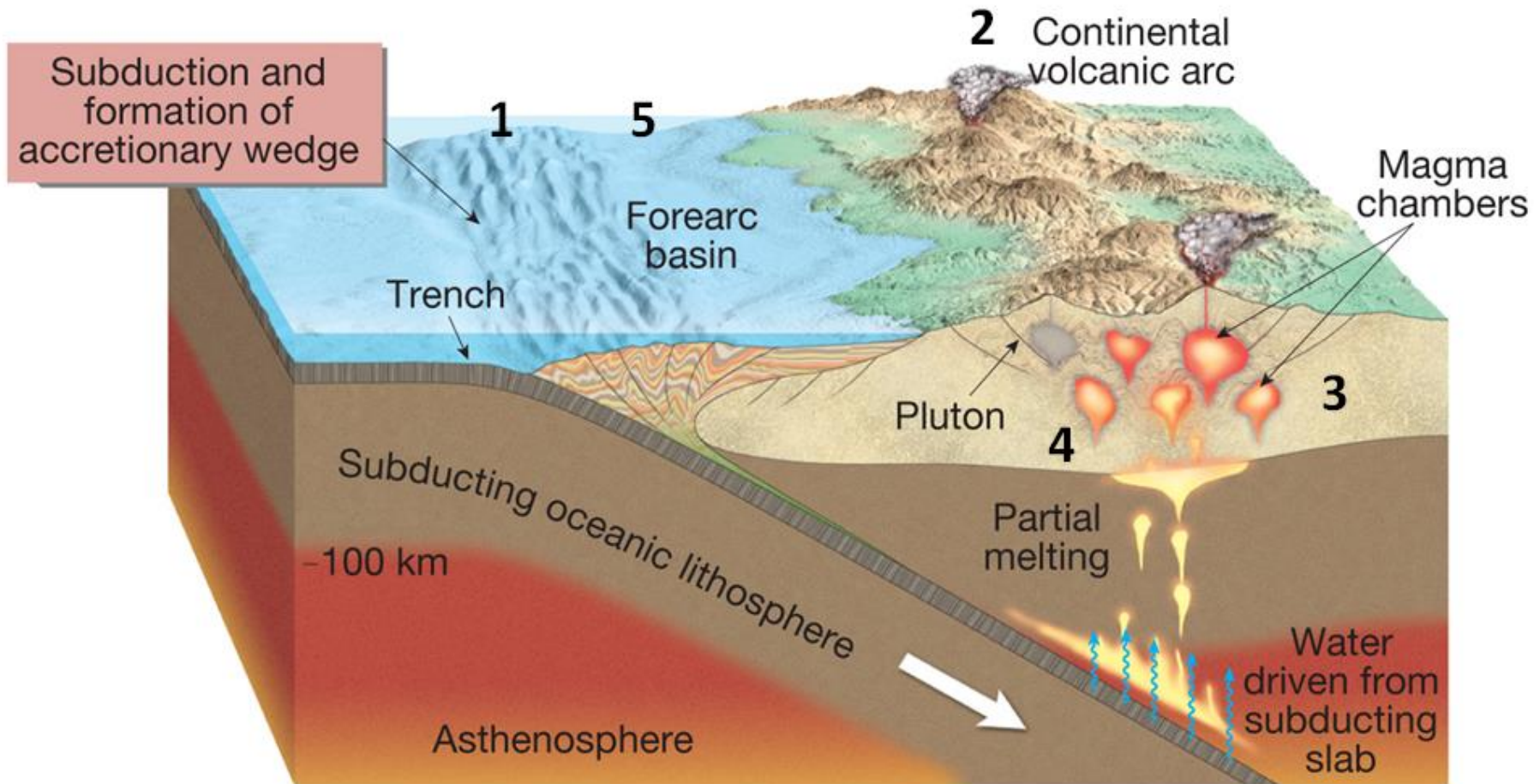


## Convergencia entre litosfera oceánica y continental

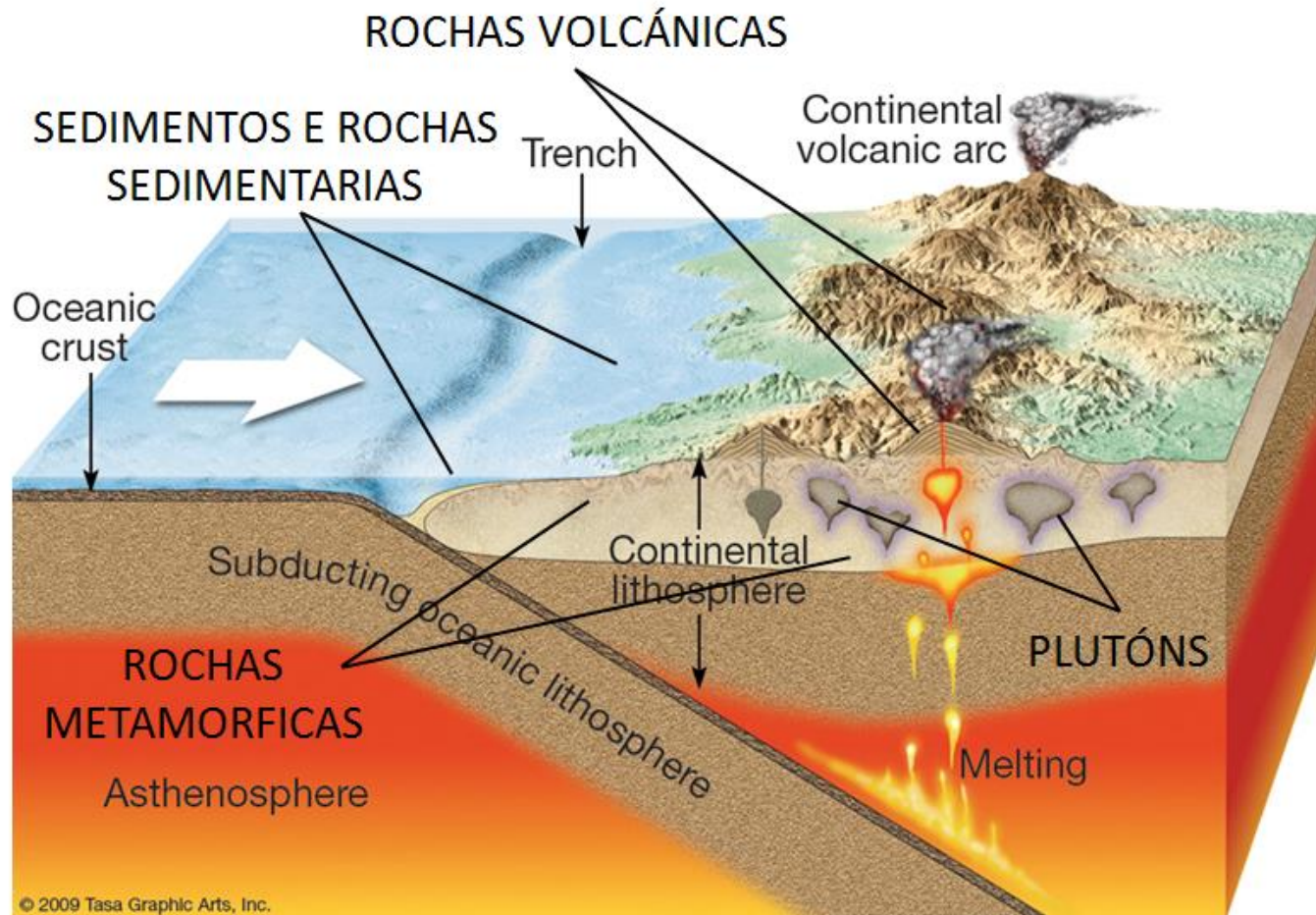


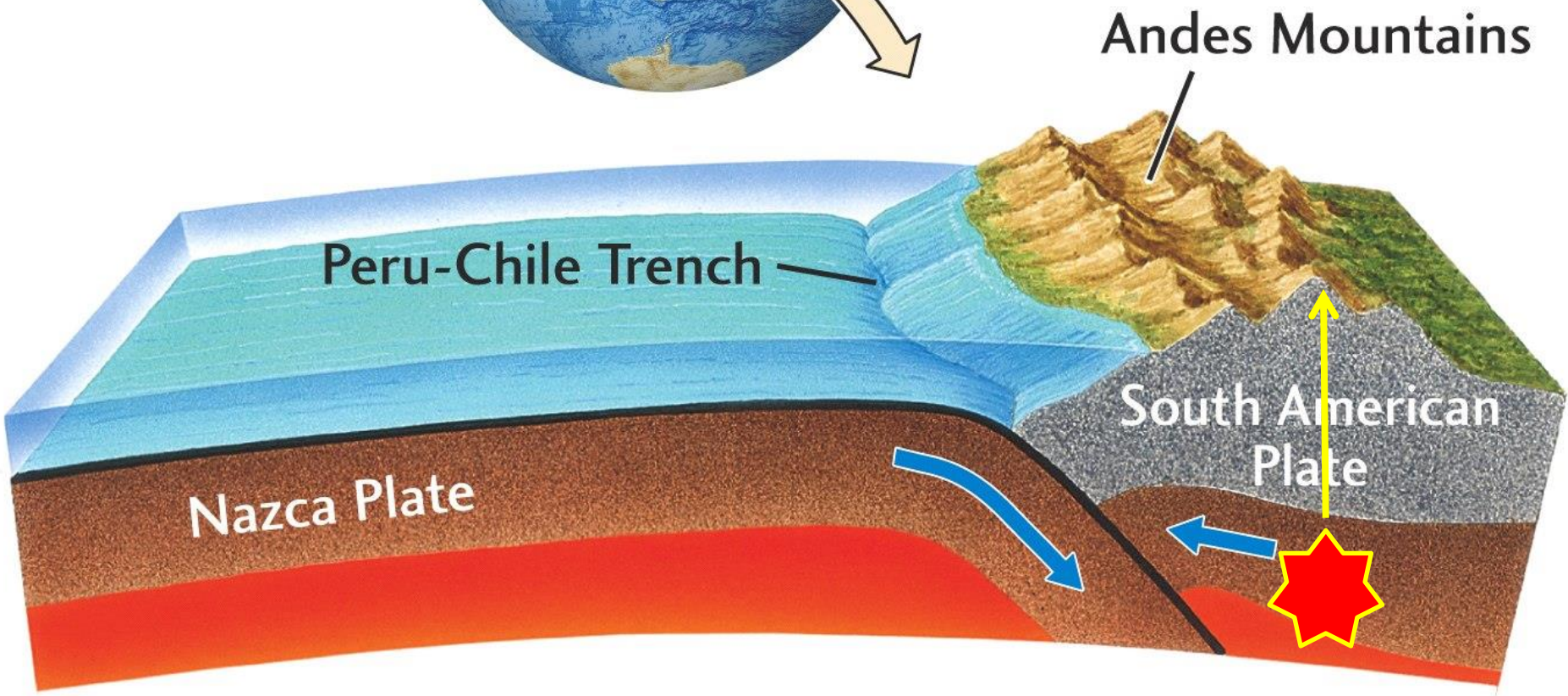
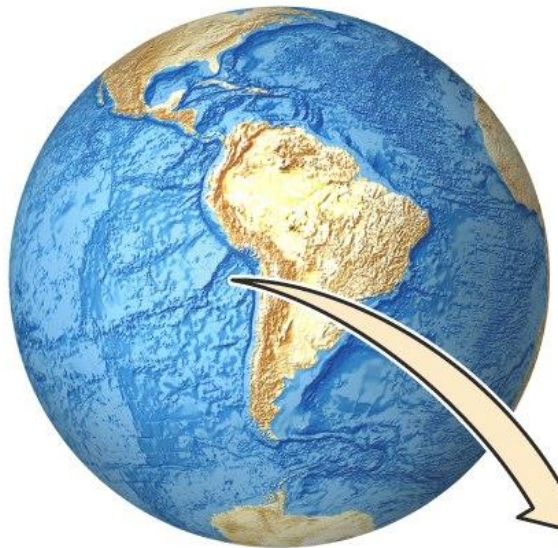
A presión que ejerce la placa oceánica sobre la continental es tan grande, los sedimentos oceánicos no subducen con facilidad, e se forma un **prisma de acreción**, no marxe da placa continental e unha fosa oceánica.

- O **plano de Benioff** é o plano de contacto das placas na zona de subducción.
- A gran presión sobre a placa continental pode producirle tamén un engrosamento que orixine un **oróxeno** ou **cordillera** no bordo do continente.



# DISTRIBUCIÓN DAS ROCHAS

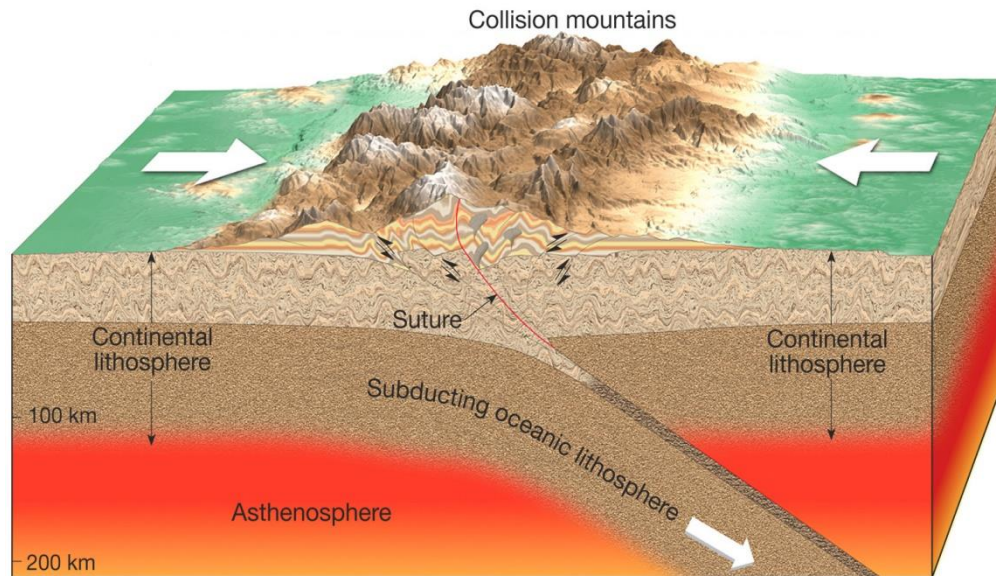








# CONTINENTAL – CONTINENTAL: colisión continental



C. Continental-continental

Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

- As placas continentais colisionan pero non subducen, xa que teñen a mesma densidade.
- Prodúcese unha intensa deformación e metamorfismo. A fusión de parte da codia continental orixina grandes masas de rochas graníticas, que forman o **núcleo do oróxeno**. Os sedimentos depositados entre ambas placas antes da colisión, quedan pregados e acumulados formando relevos sobre o núcleo do oróxeno.
- A colisión produce a ruptura da litosfera continental e a formación de grandes **fallas**, que poden producir **sismicidade**.

Los sedimentos depositados entre ambas placas antes de la colisión quedan plegados y apilados, formando relieves.

Llanura elevada del Tibet

Himalaya

La colisión rompe y disloca la litosfera continental, produciendo sismicidad a ambos lados del orógeno.



Corteza continental

Corteza continental

Manto litosférico

Manto litosférico

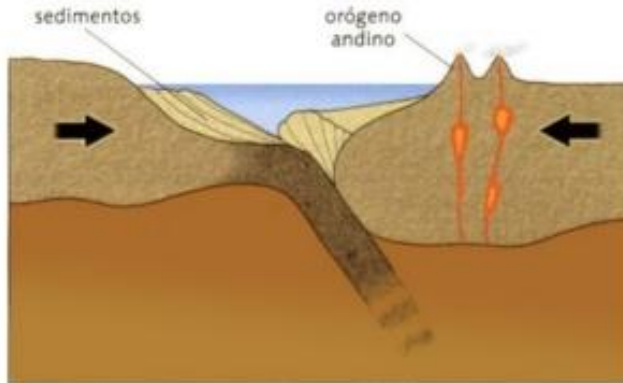
La placa oceánica se desprende y termina de subducir.

La litosfera continental no puede subducir.

Manto sublitosférico

# OBDUCCIÓN E OFIOLITAS

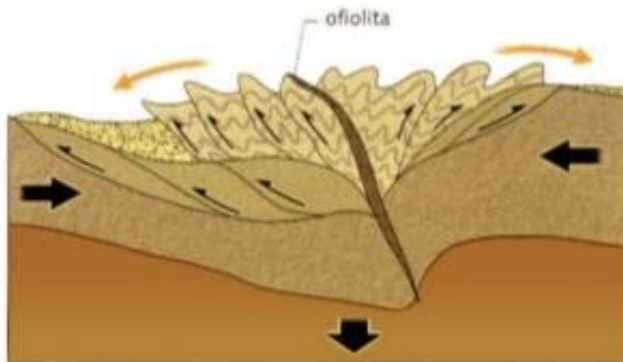
## Secuencia de una colisión continental



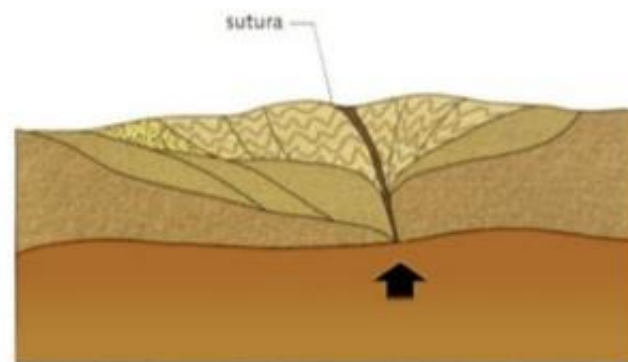
1. Ambos continentes entran en contacto. Sobre el continente de la placa cabalgante existe un orógeno de tipo andino.



2. Se inicia la formación del orógeno. La subducción se detiene pero el acercamiento continúa, los sedimentos se pliegan y comienzan a formarse mantos de corrimiento.

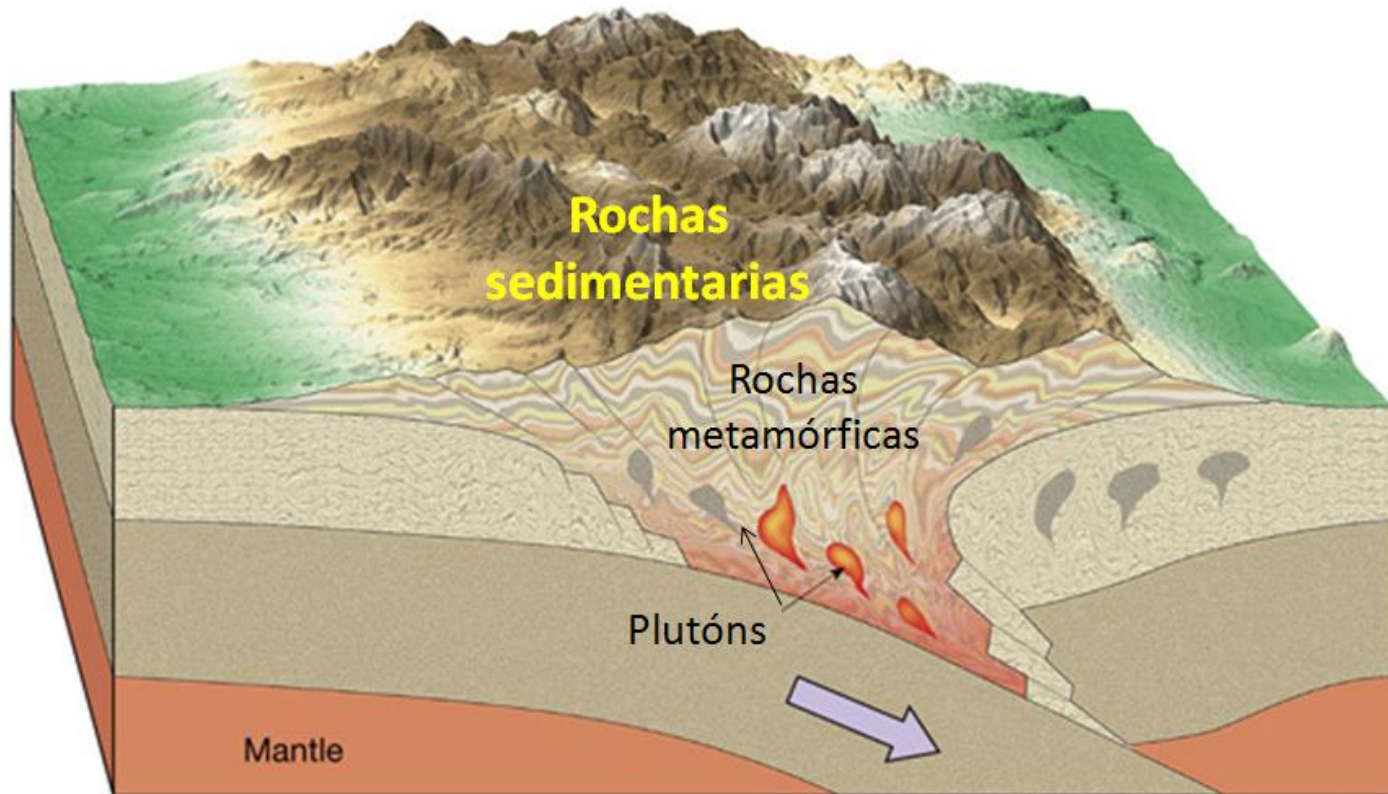


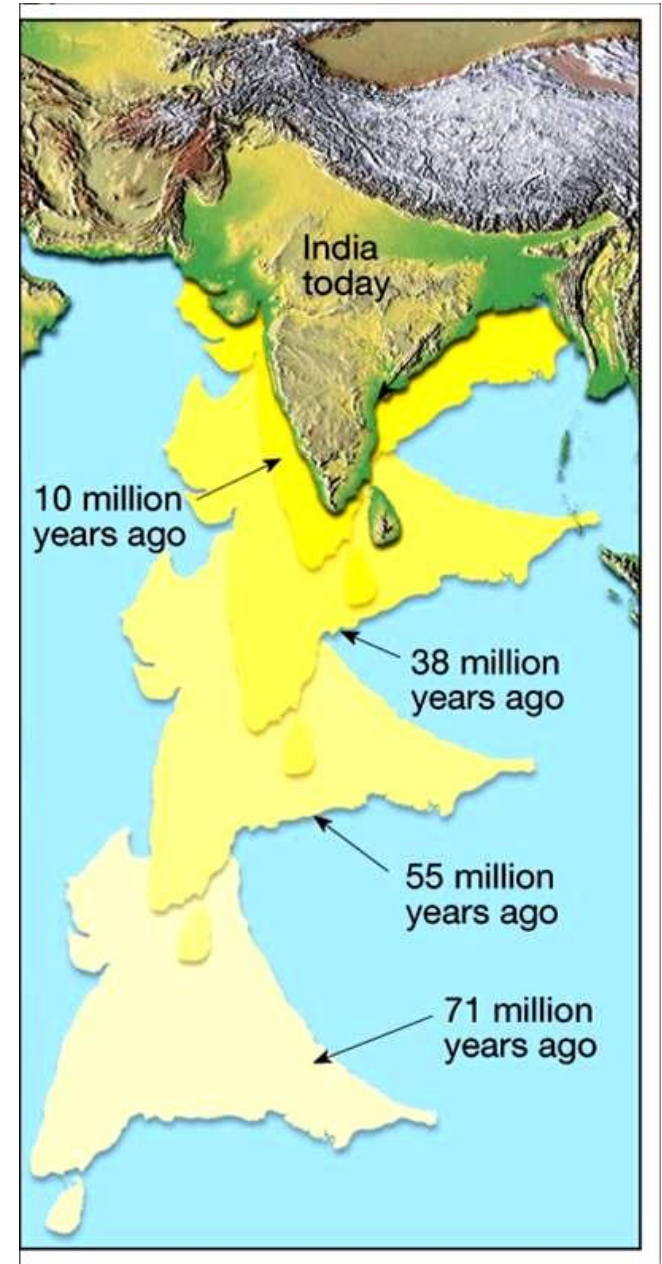
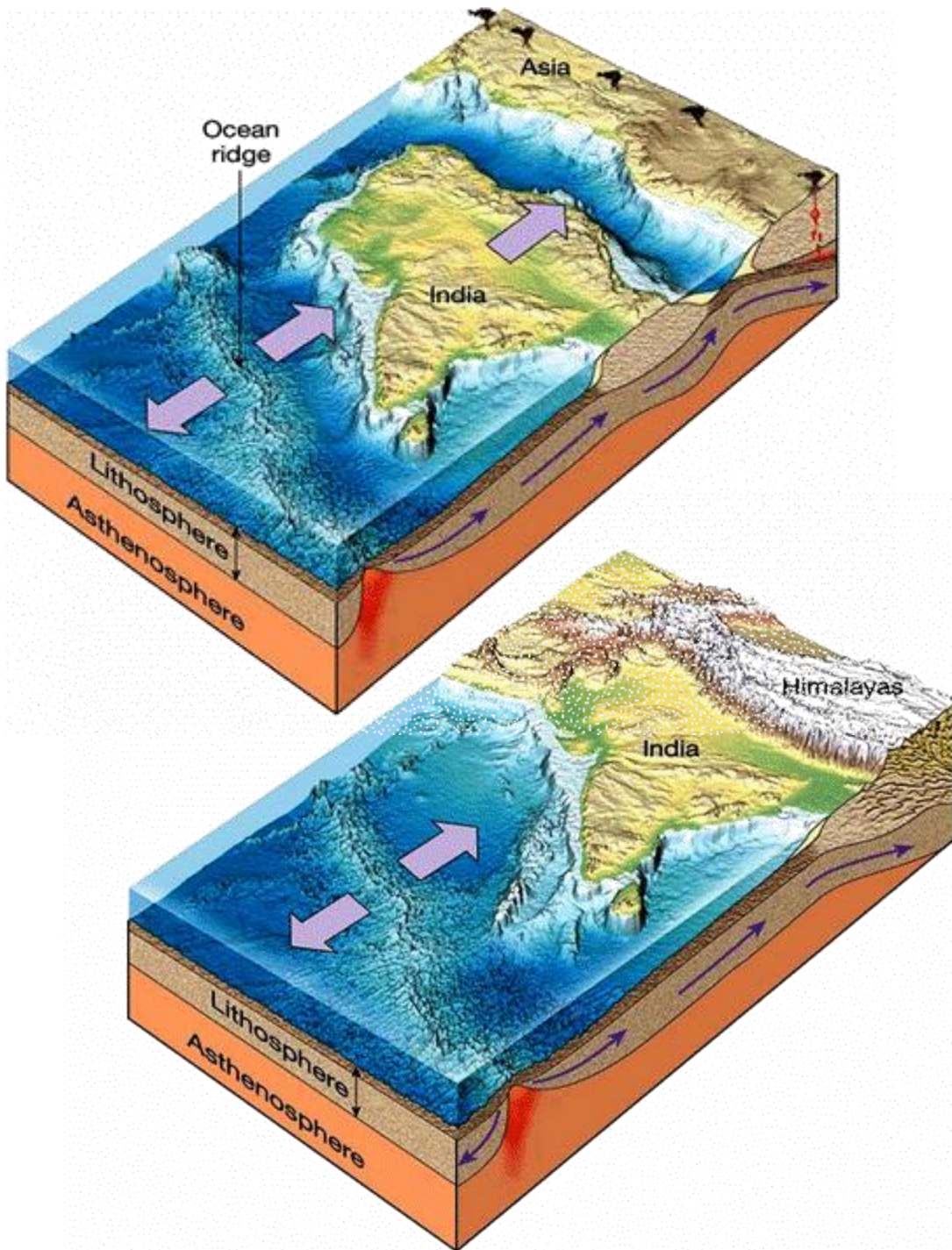
3. El orógeno se estructura definitivamente. Se extienden grandes mantos hacia ambos lados, las cuencas de antepais se van rellenando y se forma la raíz litosférica.

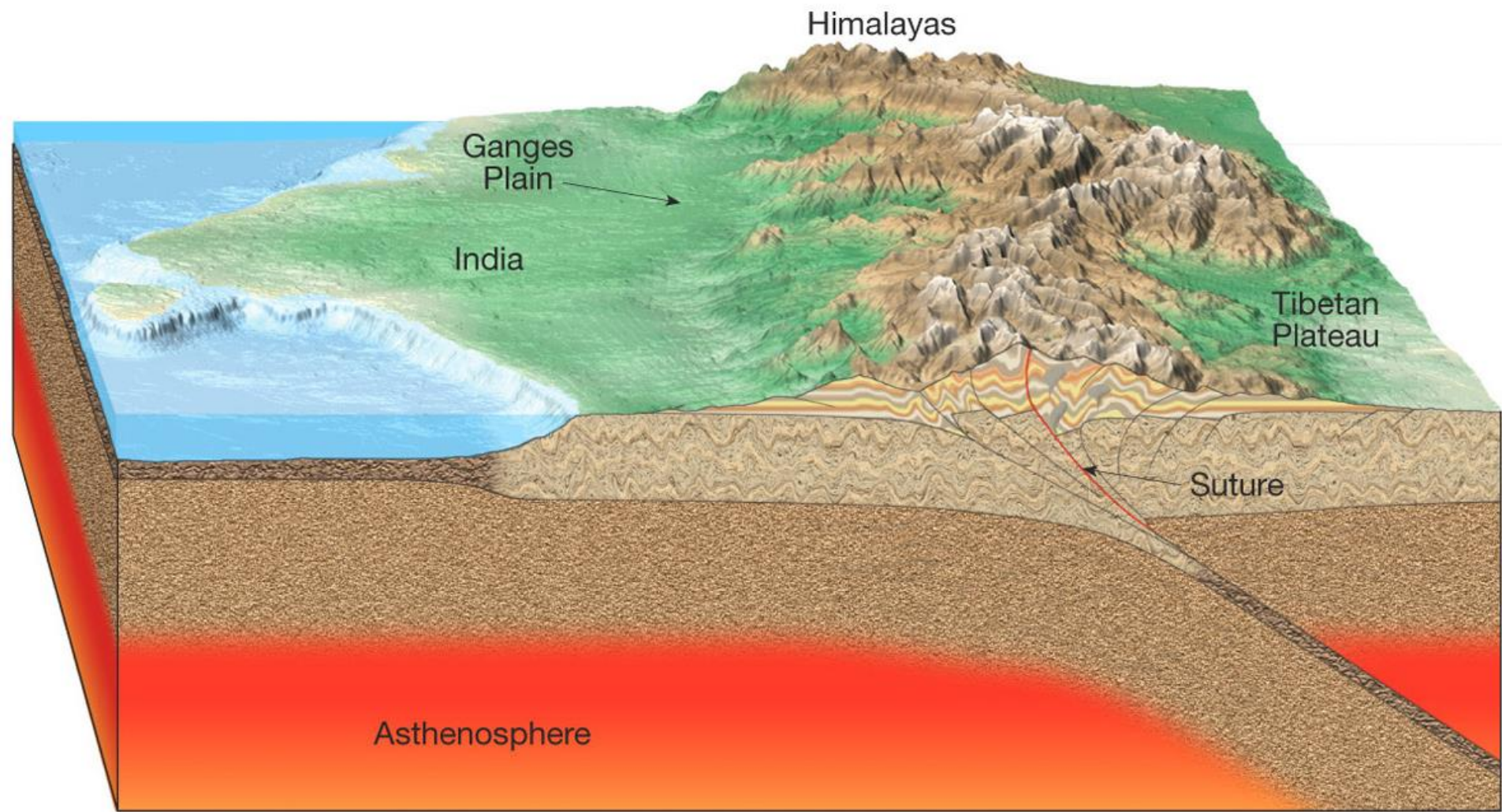


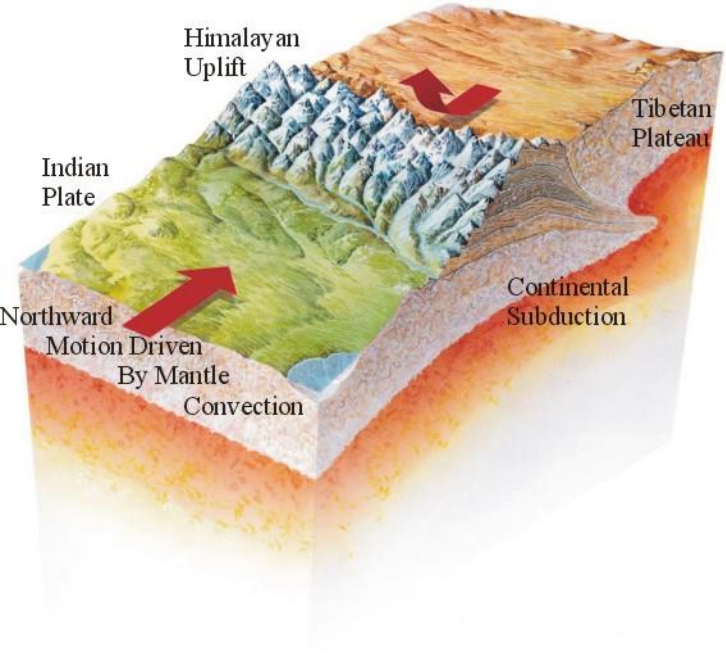
4. El orógeno se desmantela y se produce la recuperación isostática. La erosión arrasa el orógeno y el ascenso isostático elimina la raíz.

# DISTRIBUCIÓN DAS ROCHAS





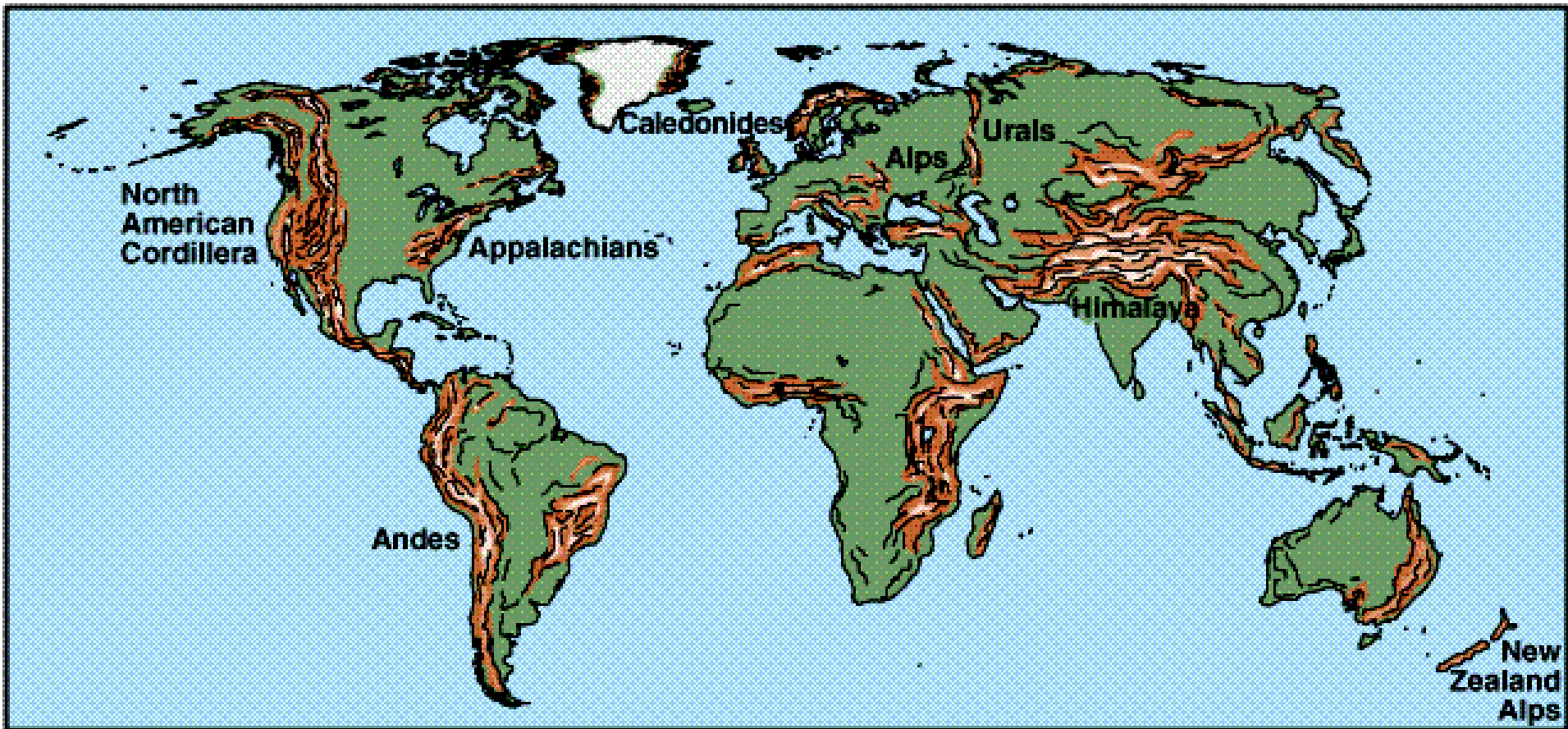






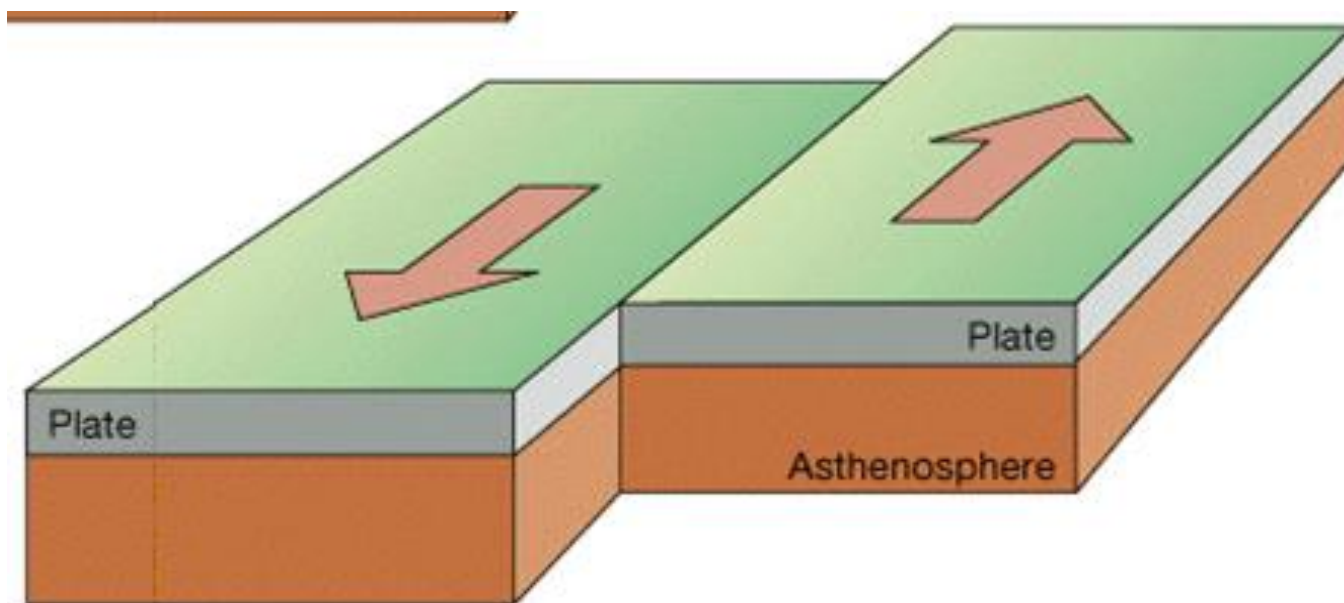


# World's Major Mountain Belts

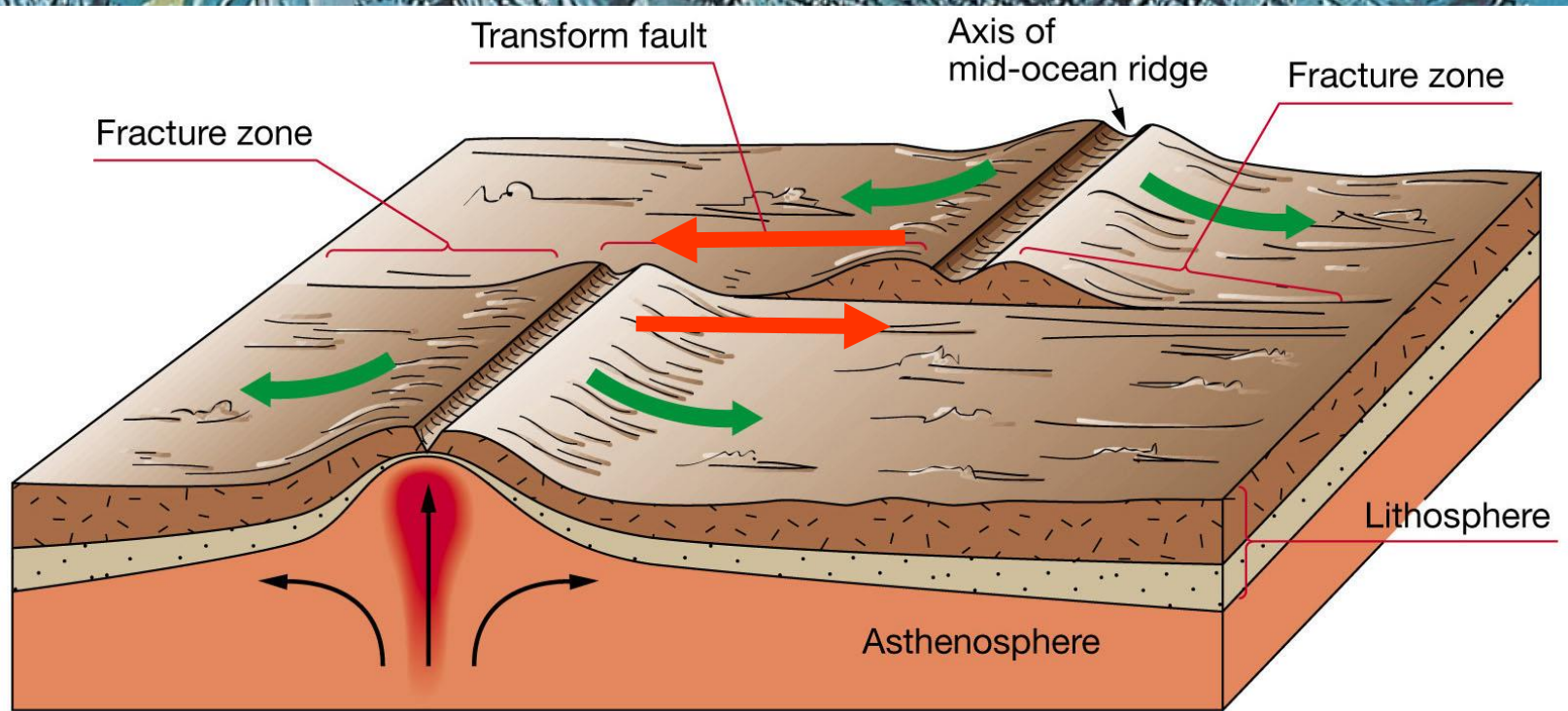


## 3.3. Límites neutros: as fallas transformantes

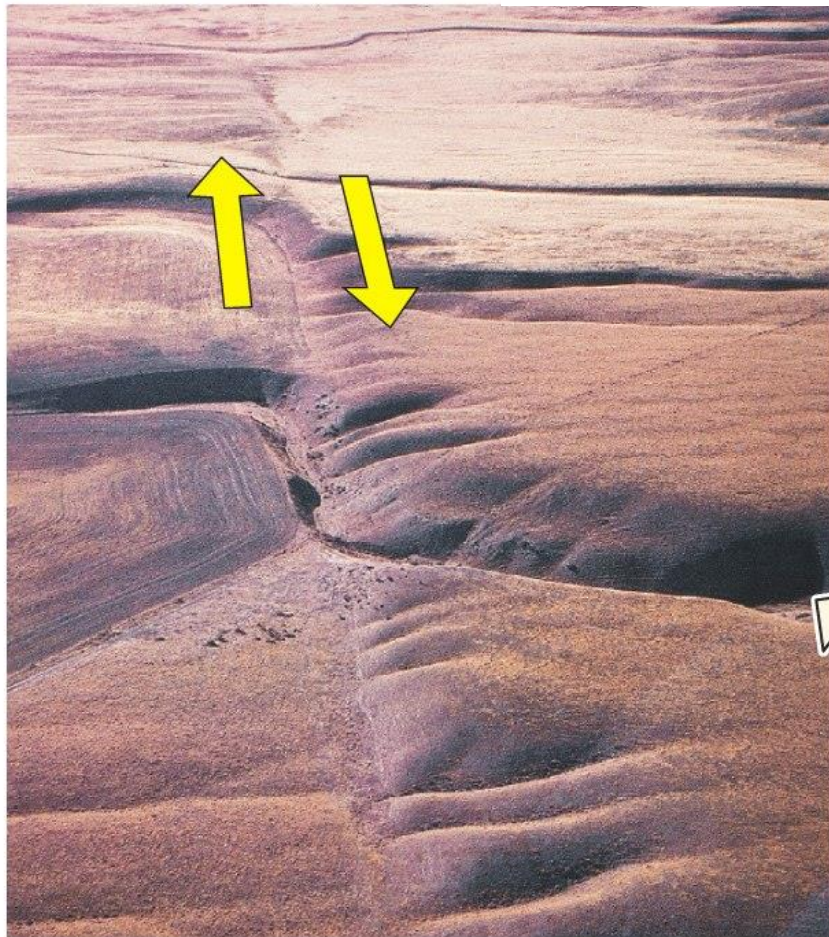
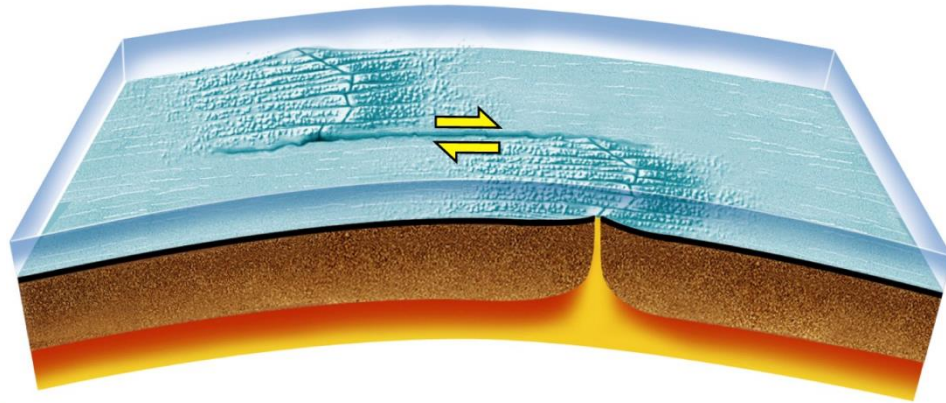
- As dúas placas **se deslizan horizontalmente ao longo do plano de falla** pero **non se forma nin destrúe litosfera**.
- Atópanse xeralmente cortando e desprazando as dorsais oceánicas.
- Son zonas de intensa actividade sísmica pero non volcánica.



# Bordes deslizantes ou fallas transformantes



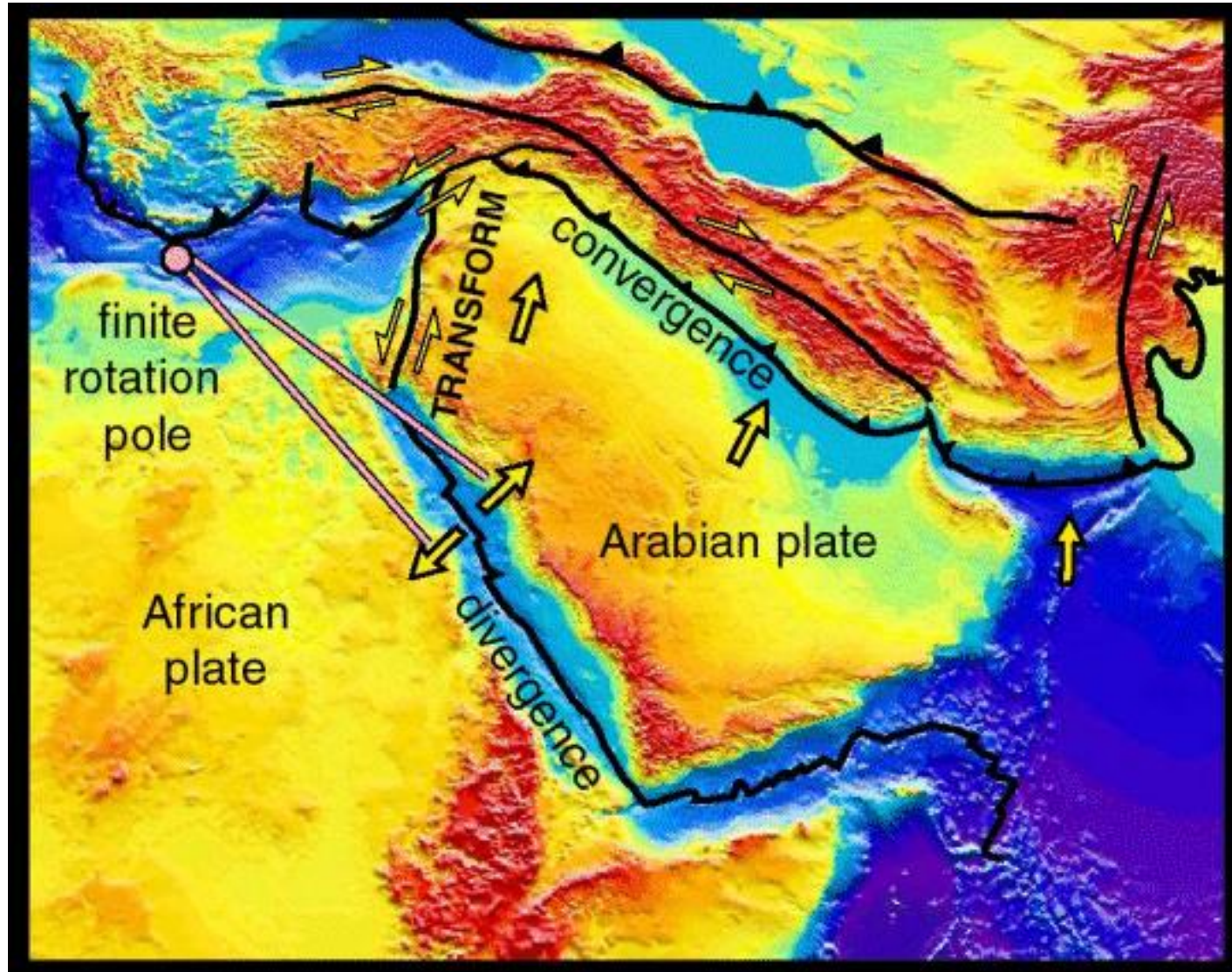
Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.







# Dead Sea Transform (DST)



# 4. O motor da dinámica terrestre

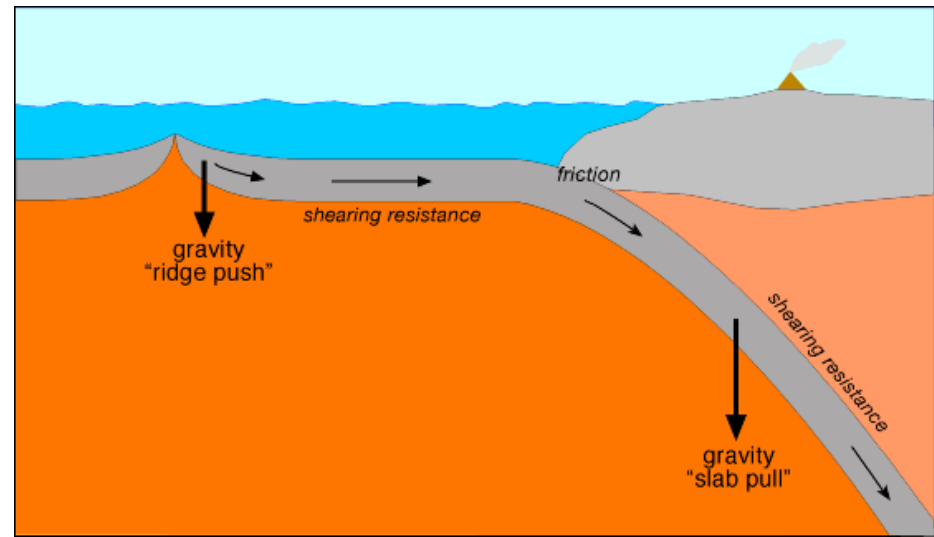
O movemento das placas está causado polo **calor interno da Terra**, que a súa vez está provocado por:

- **descomposición de isótopos radioactivos** que están no seu interior
- **os restos do calor de formación** que se libera pouco a pouco.

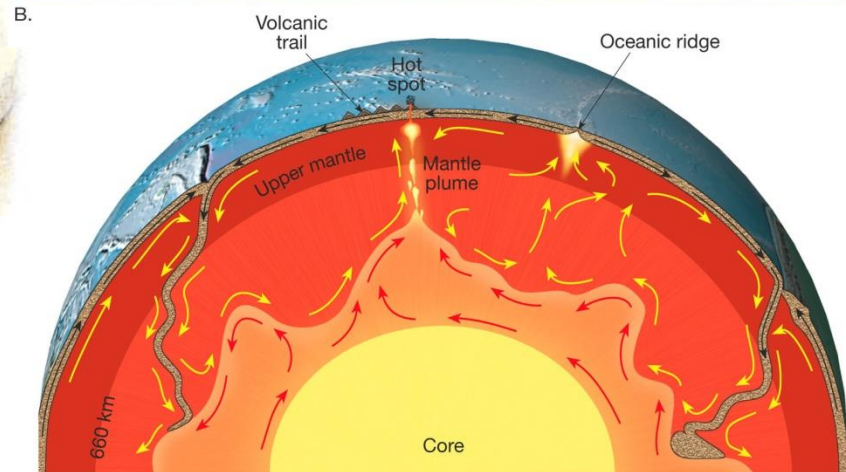
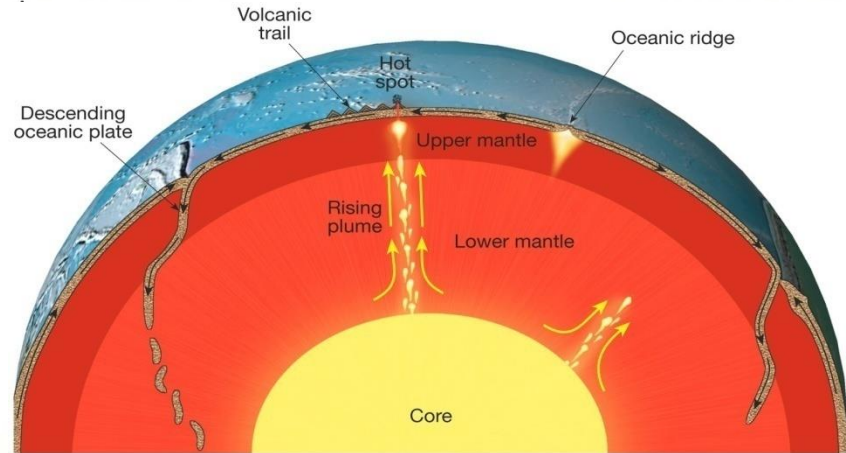
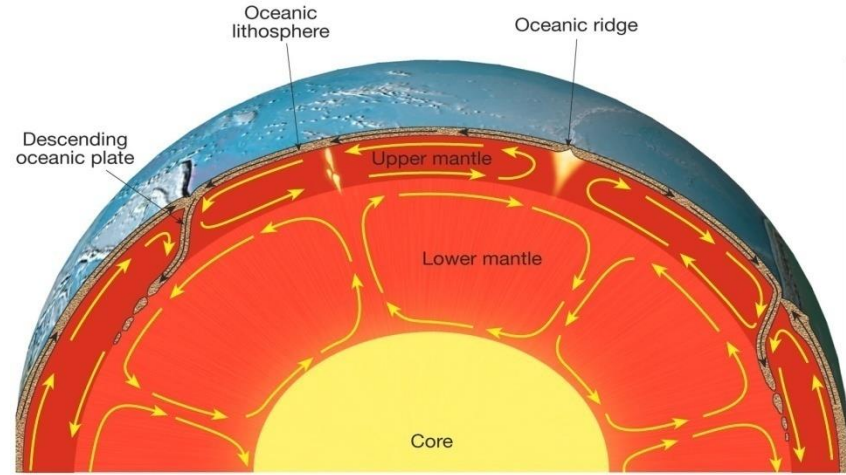
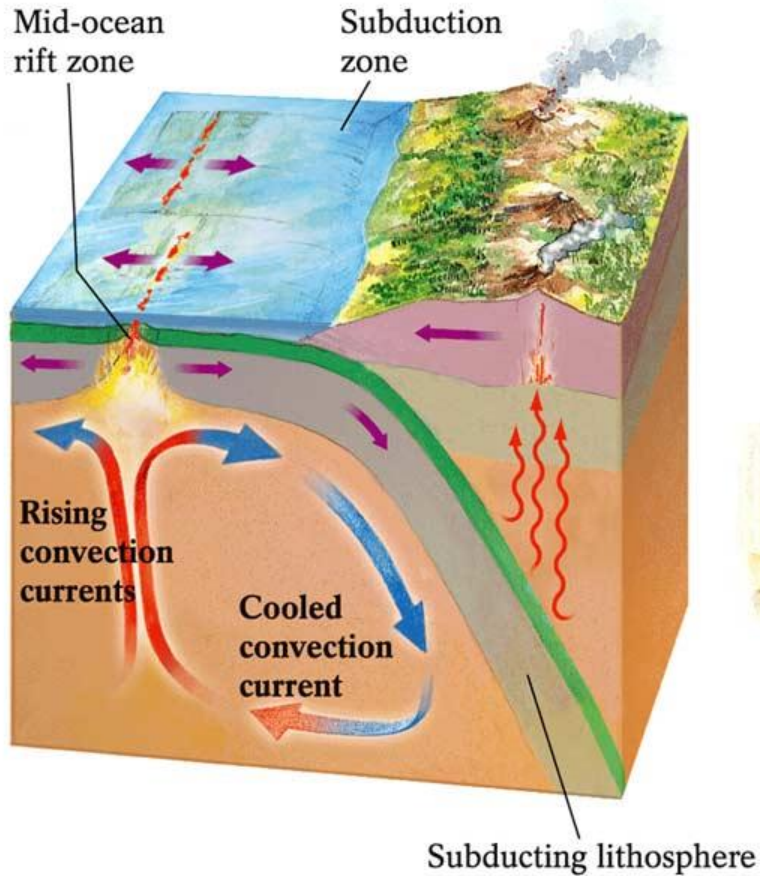
## Como ese calor xenera o movemento das placas?

Existen varias hipóteses:

- **Correntes de convección no manto sublitosférico**
- **Deslizamento gravitacional nas dorsais oceánicas**
- **Tirón gravitacional nas zonas de subducción**

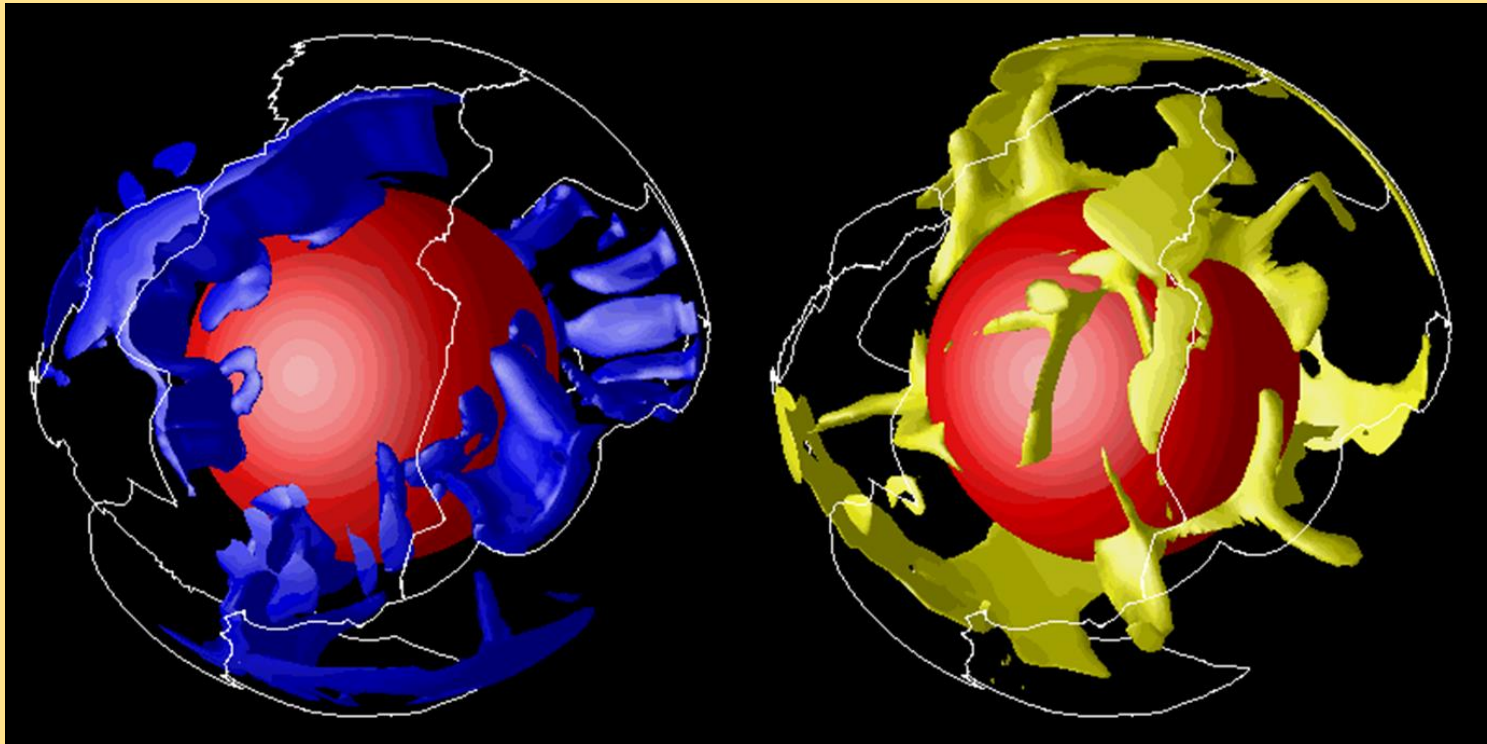


# Convección no manto sublitosférico



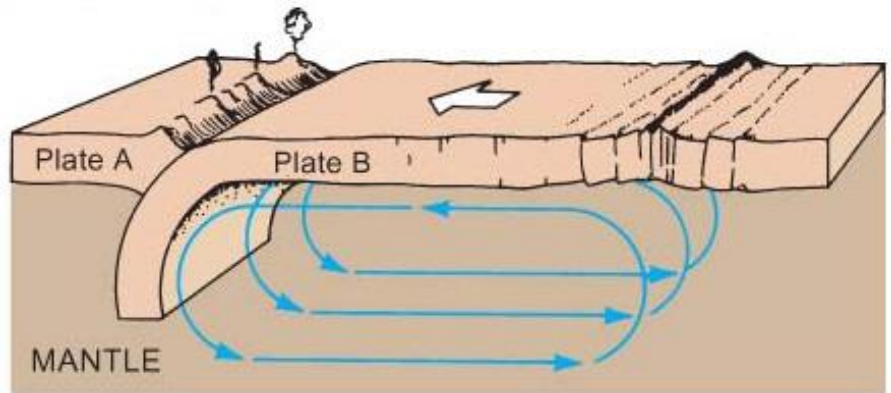
# Convección no manto sublitosférico

O manto é unha capa con moitas variacións na calor e presión o que provoca que sexa plástica e que presente movementos das masas rochosas de diferentes temperaturas:



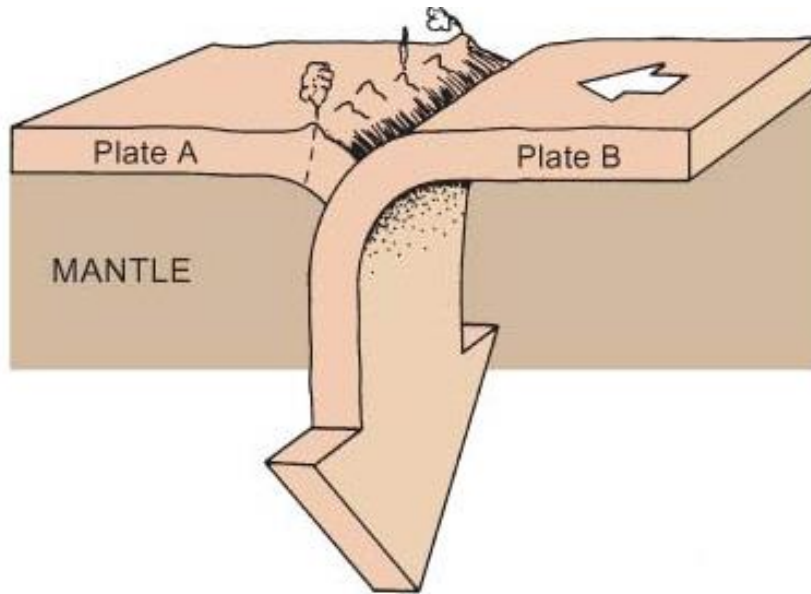
# A convección no manto

- Os fragmentos de litosfera máis fríos e densos descenden cara o manto inferior- núcleo.
- O material fundido do manto máis profundo en contacto co núcleo (capa D) xerado polas altas temperaturas, é menos denso e ascende formando plumas de magma ou penachos térmicos, e pode chegar ata a superficie.

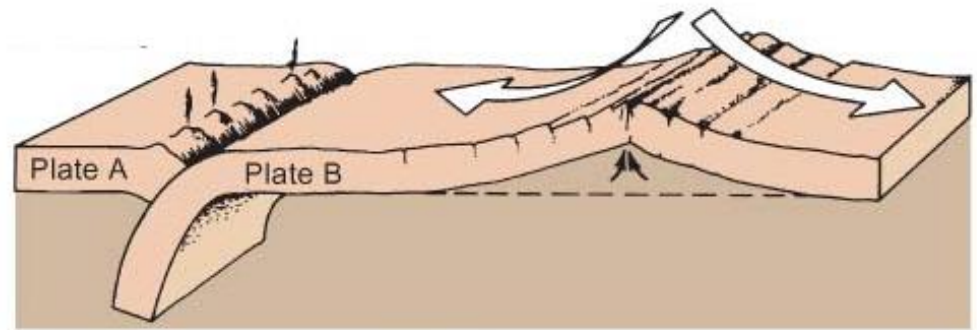


O material que ascende forma dorsais, os materiais que se desprazan lateralmente en superficie arrastran as placas e cando o material se arrefría e descende, forma zonas de subducción.

# Mecanismos alternativos para o movimento das placas litosféricas



Tirón gravitacional nas zonas de subducción



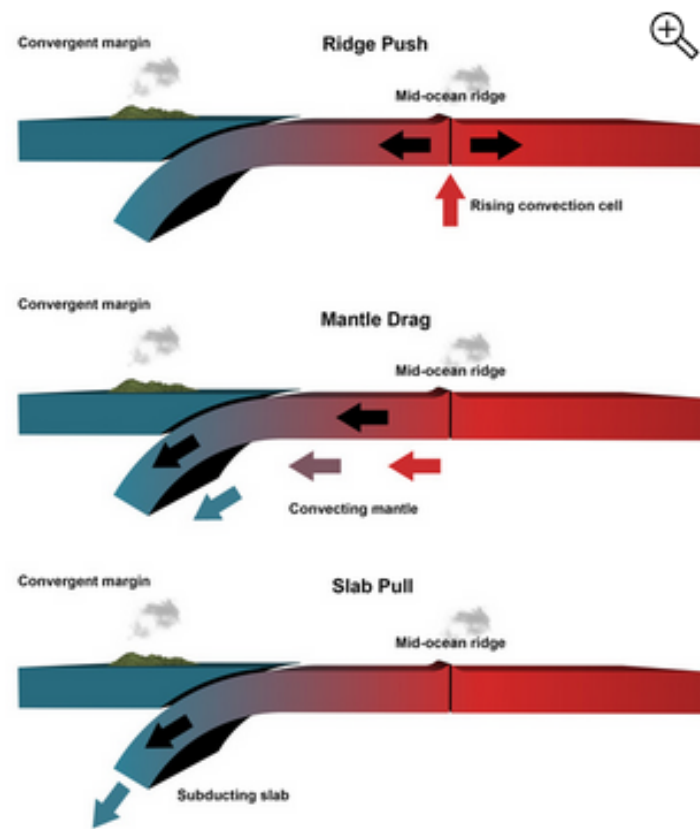
Deslizamento gravitacional nas dorsais oceânicas

# What drives the movement of tectonic plates?

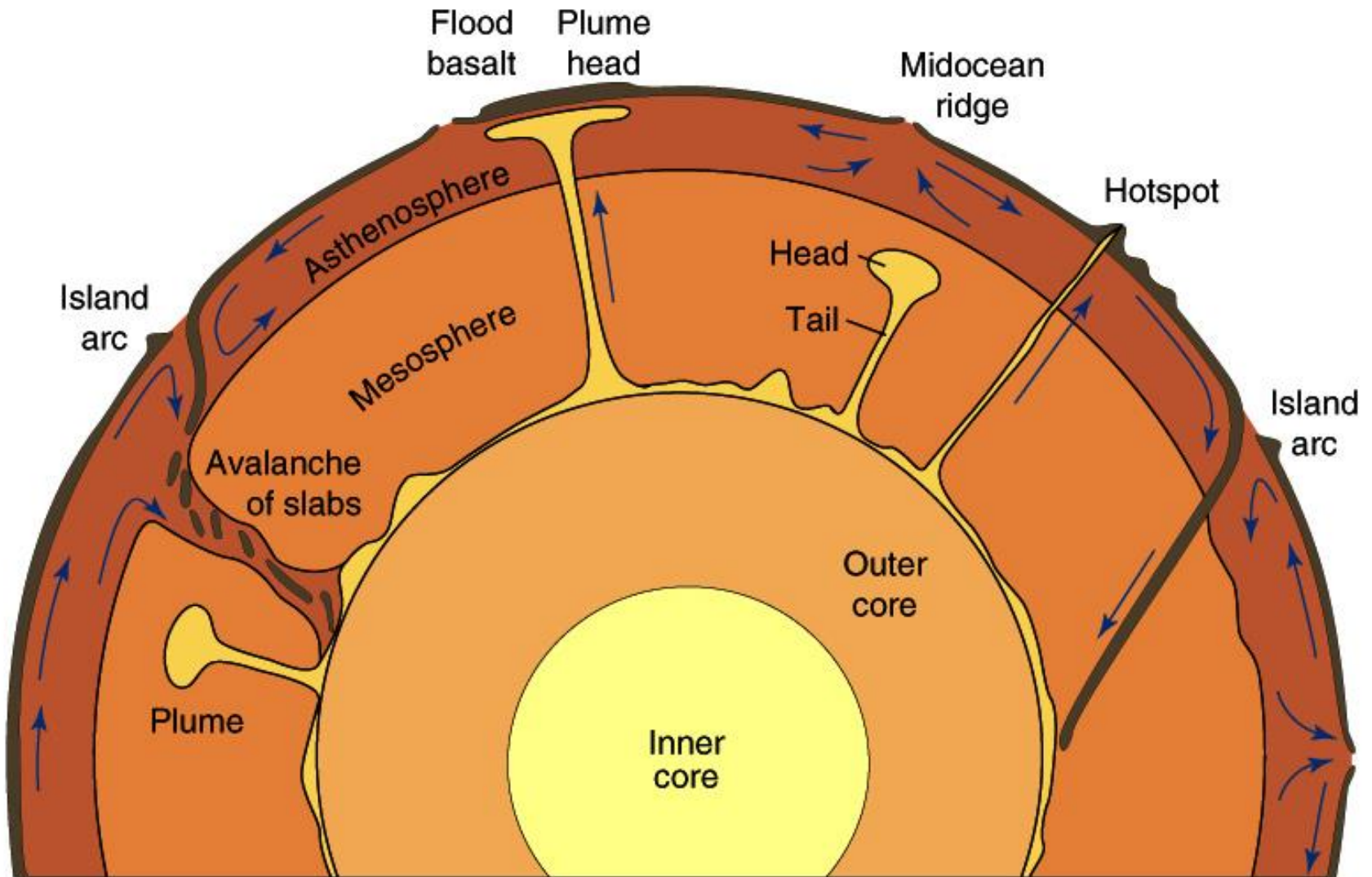
There are a number of competing theories that attempt to explain what drives the movement of tectonic plates. Three of the forces that have been proposed as the main drivers of tectonic plate movement are:

- mantle convection currents— warm mantle currents drive and carry plates of lithosphere along a like a conveyor belt;
- ridge push (buoyant upwelling mantle at mid-ocean ridges) — newly-formed plates at oceanic ridges are warm, and so have a higher elevation at the oceanic ridge than the colder, more dense plate material further away; gravity causes the higher plate at the ridge to push away the lithosphere that lies further from the ridge;
- slab pull — older, colder plates sink at subduction zones, because as they cool, they become more dense than the underlying mantle. The cooler sinking plate pulls the rest of the warmer plate along behind it.

Recent research has shown that the **major** driving force for most plate movement is slab pull, because the plates with more of their edges being subducted are the faster-moving ones. However ridge push is also presented in recent research to be a force that drives the movement of plates.



# MODELO ACTUAL DE CONVECCIÓN



# OS PUNTOS QUENTES

Zonas nas que ascende gran cantidade de magma en forma de penachos térmicos desde a zona D.

Poden saír a superficie en litosfera oceánica (formando **illas volcánicas** como as **Hawai**, **Galápagos** ou **Canarias**) ou en litosfera continental (**parque de Yellowstone**)

