

UD 3.

Estrutura e composición da Terra



3.1. Os métodos de estudo da Terra

Métodos de estudo directos

- Minas



- Métodos de estudio directos

- **Sondaxes**



Testemuñas de sondaxes

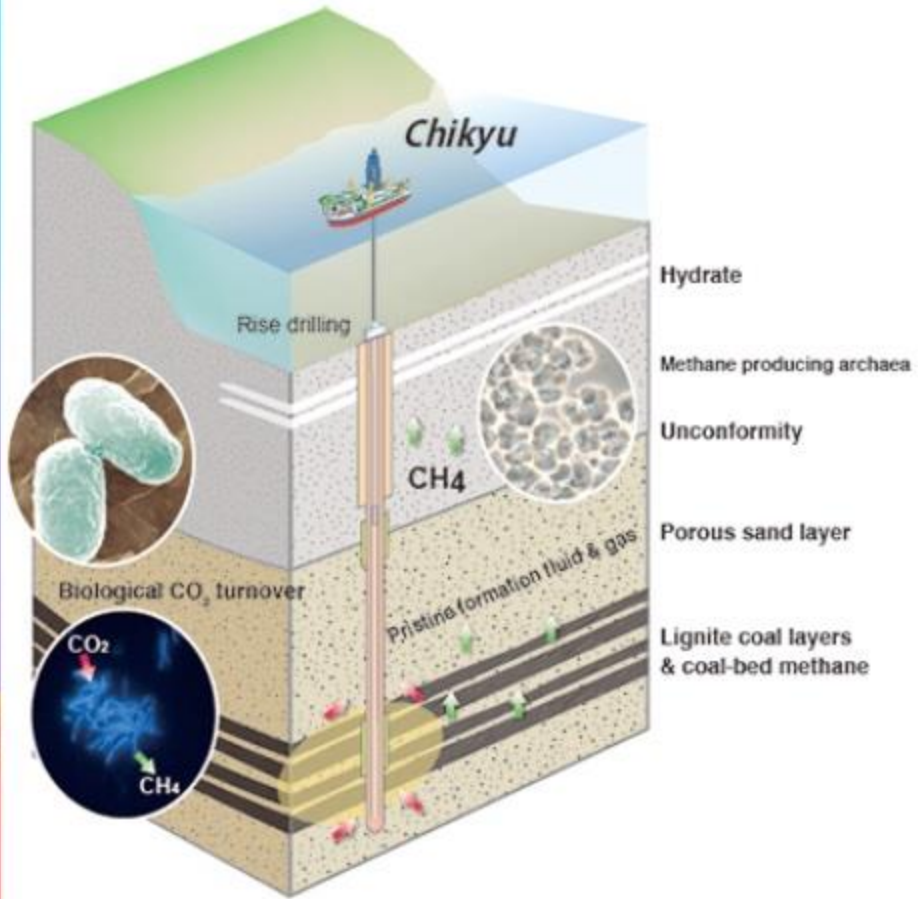
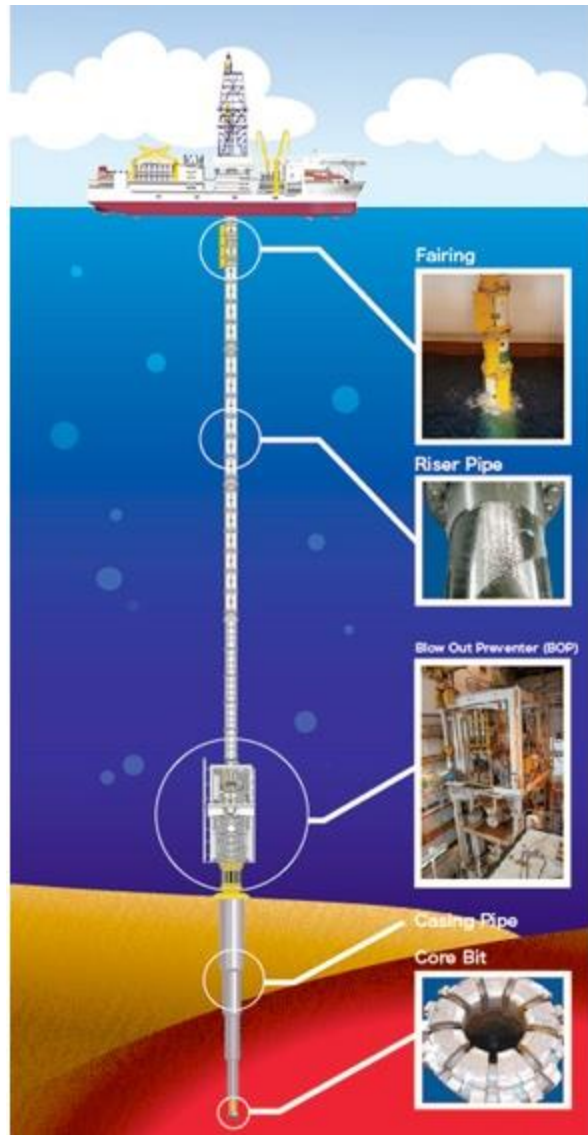


Japón lidera un proyecto para perforar el manto de la Tierra

Europapress 10/04/2017



Así opera el buque perforador Chikyu



- Métodos de estudio directos

- **Volcáns**



Erupción do kilahuea Hawaii



Termalismo A Chavasqueira e Outariz (Ourense)



Central xeotérmica Islandia

- Métodos de estudio directos
 - Afloramientos de rochas magmáticas e metamórficas debido a erosión e xenolitos.



■ O estudo de meteoritos

Derivan da materia que formou o sistema solar, e comparando a composición dos seus materiais, podemos deducir a composición das capas da Terra, xa que se formaron ao mesmo tempo que a Terra.



METODOS INDIRECTOS Meteoritos



Varían en función da súa composición:

a) aleación Fe-Ni

b) silicatos

Son fragmentos rochosos ou metálicos procedentes do espacio e que acadan a Terra. (dende menos de 1 g ata 60 Tm.) A maioría procedentes do cinto de asteroides situado entre Marte e Xúpiter cunha idade de 4500 m.a.



Cinto de asteroides entre Marte e Xúpiter

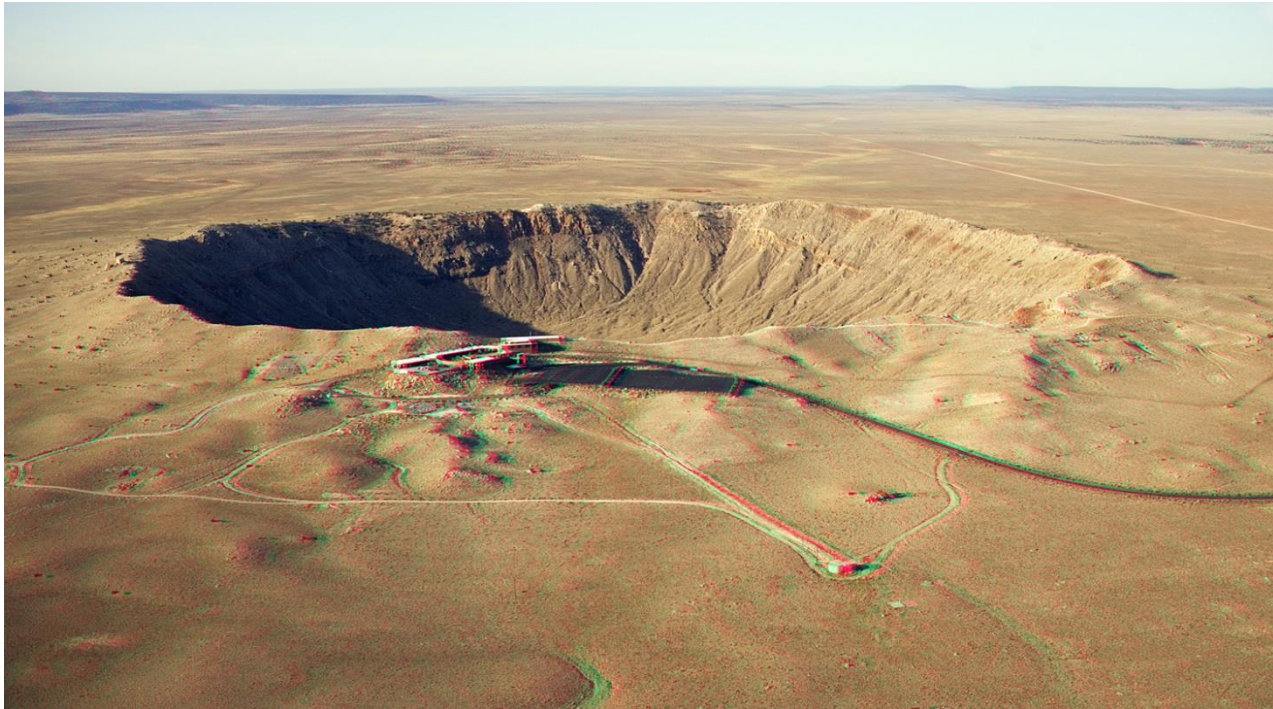


Pénsase que este cinto corresponde a planetoides que no seu día non chegaron a formar un novo planeta rochoso, semellante á Terra, pola influencia da masa de Xúpiter.

O noso planeta debe estar formado por eses mesmos materiais e xa que na superficie temos silicatos, o ferro e o níquel deben estar no interior.

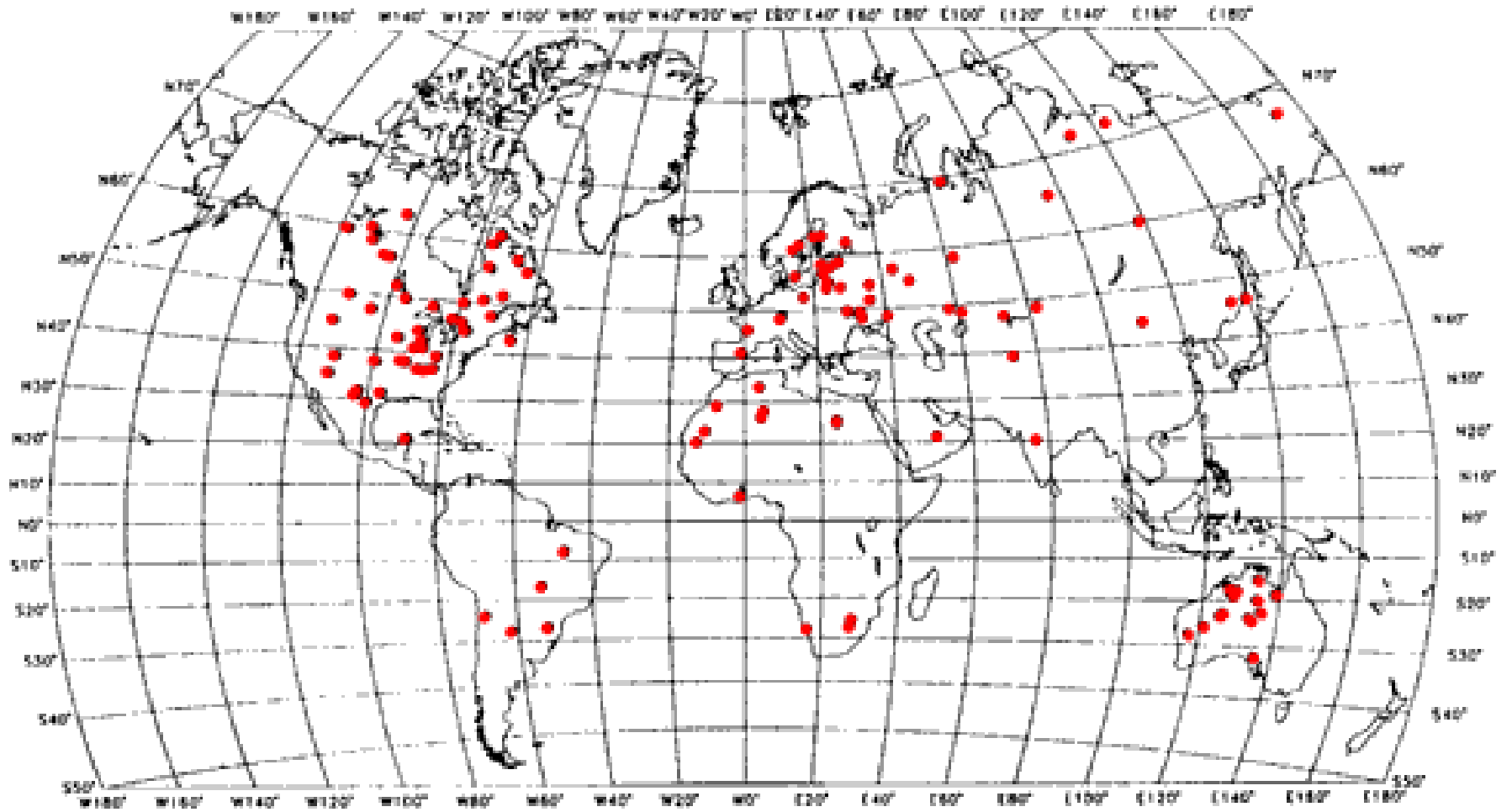






O Cráter Barringer, en Arizona, é un cráter de impacto de 1200 metros de diámetro, e ata 400 metros de profundidade. Investigacións modernas sinalan que o obxecto responsable do impacto foi un **meteorito de níquel-ferro de 300,000 toneladas** que caeu fai uns **50,000 anos**. As estimacións suxiren que tiña uns **50 metros de diámetro** e que viaxaría a uns 12 kilómetros por segundo. En comparación, o asteroide ou cometa que creou o cráter Chicxulub fai 65 millóns de anos, tiña uns 10 km de diámetro.





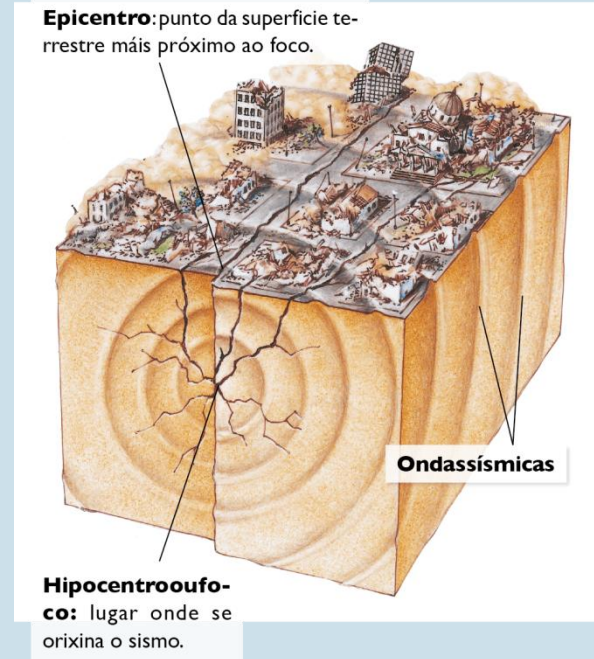
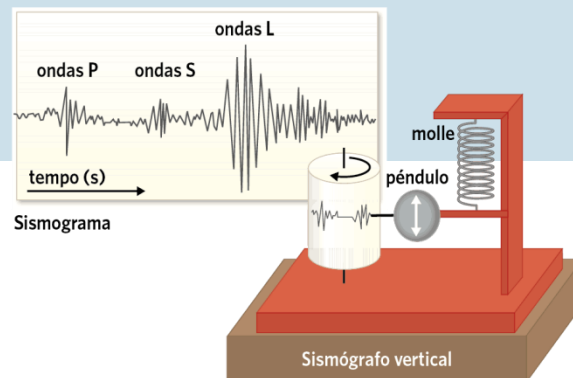
Mapa dos cráteres de impacto

- Métodos de estudo indirectos
 - O método sísmico

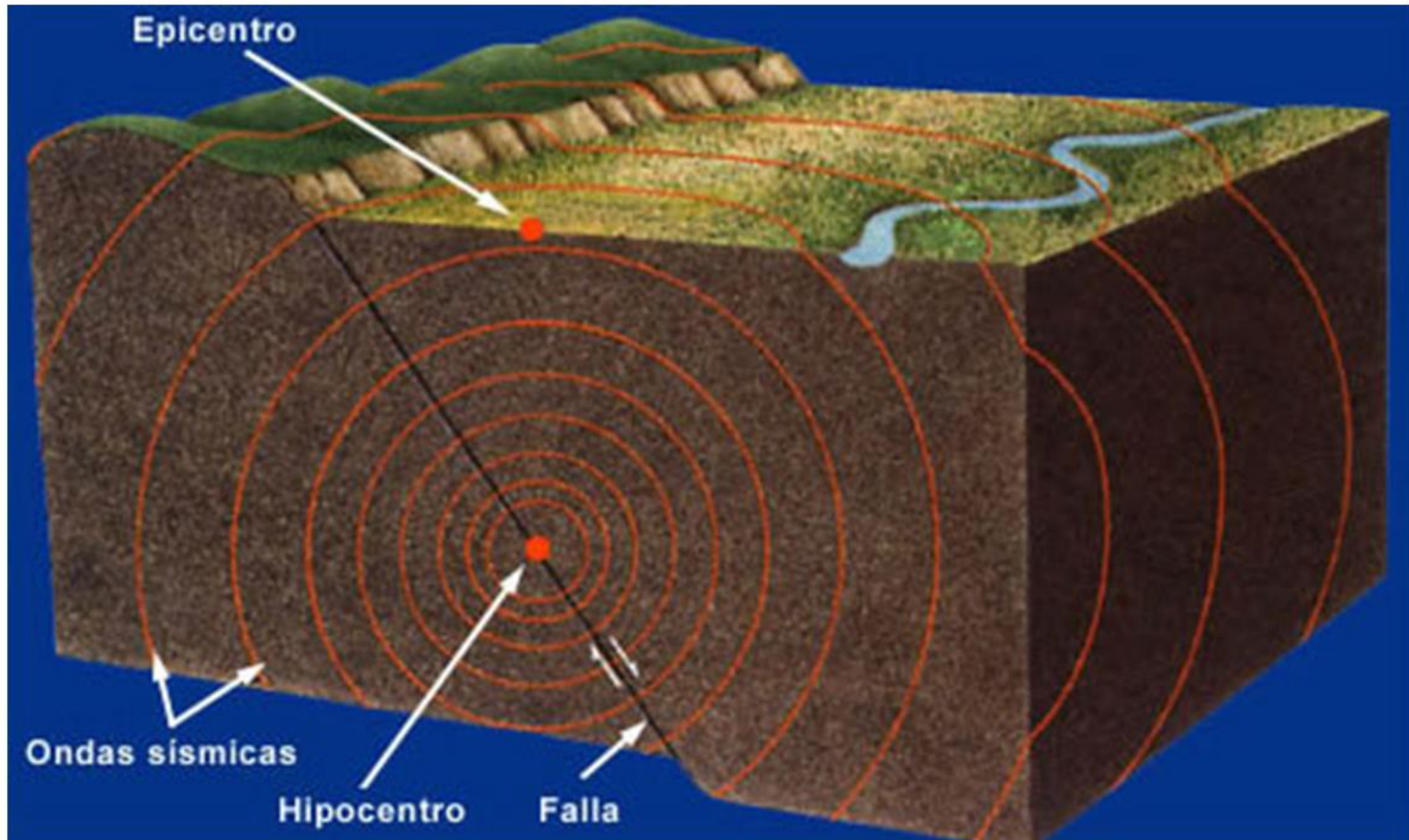
Un **terremoto** ou **sismo** é a liberación brusca de enerxía acumulada nas rochas, que están sometidas a esforzos ou tensións, nun punto do interior da Terra mediante a propagación de **ondas sísmicas**.

O estudo da velocidade das ondas sísmicas e das súas traxectorias permiten coñecer a composición, estrutura e estado físico do interior terrestre.

Para medir a magnitude dun sismo, se empregan os **sismógrafos** que debuxan unhas gráficas chamadas **sismogramas**.



Terremotos e ondas sísmicas

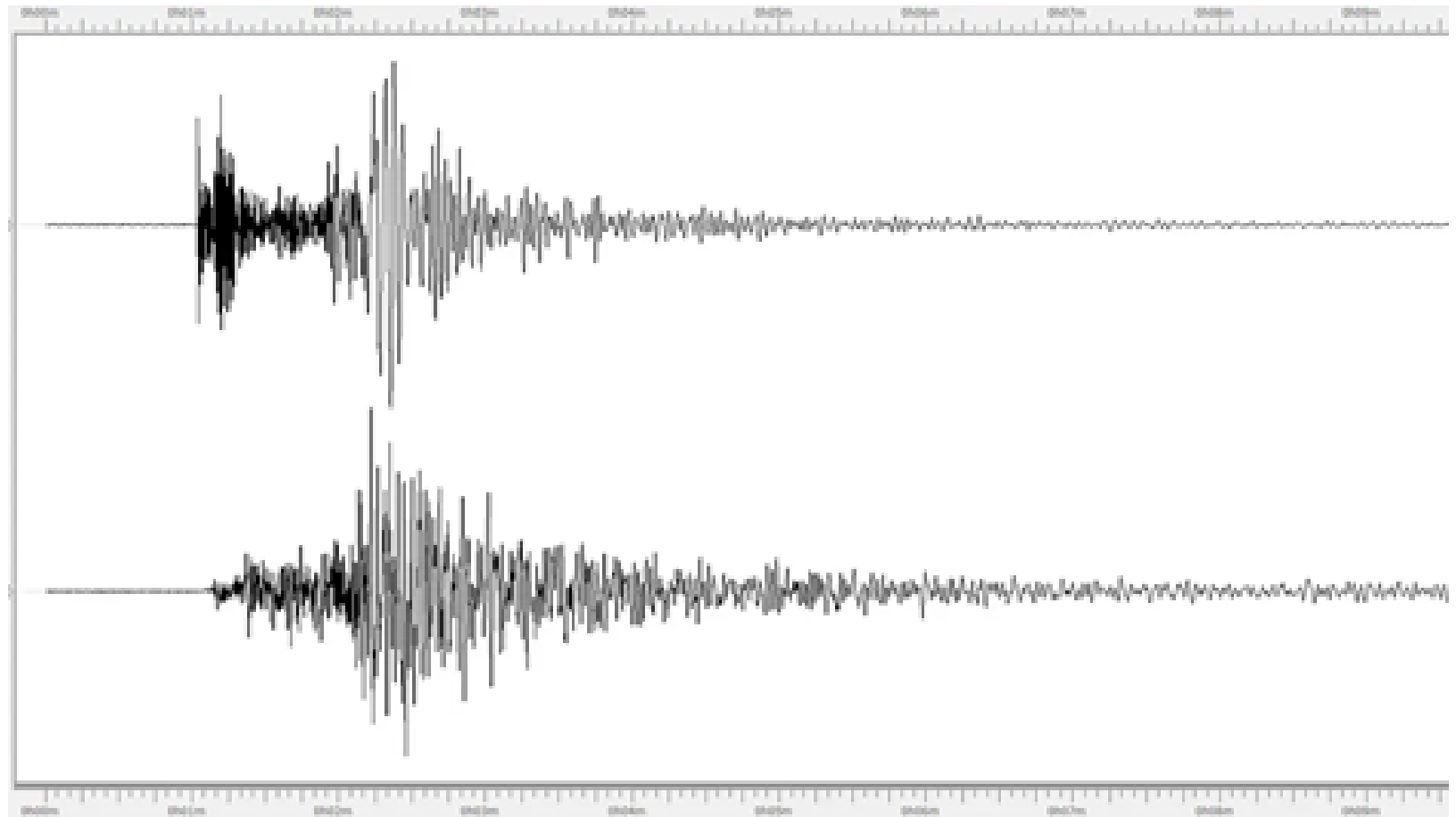


ign.es

Últimos sismos en el mundo - Boletín de sismicidad reciente <http://www.iris.washington.edu>

<https://www.emsc-csem.org/#2>

Sismograma



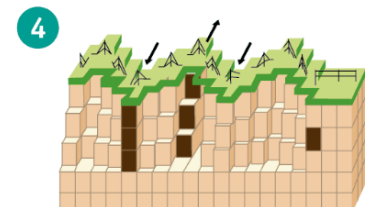
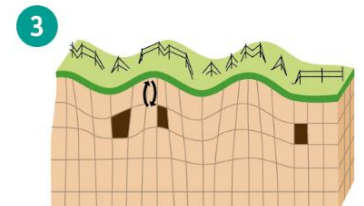
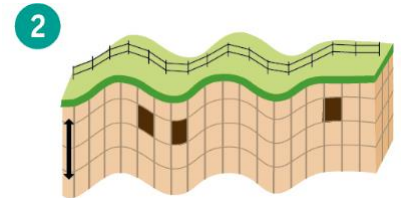
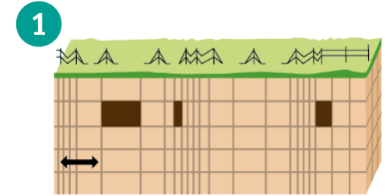
TIPOS DE ONDAS SÍSMICAS

a) **Ondas internas.** Propáganse polo interior da Terra.

- **Ondas P ou primarias.** Son ondas lonxitudinais que fan que as partículas do terreo vibren na dirección da onda. Propáganse en calquera medio. Son as máis rápidas (1).
- **Ondas S ou secundarias.** Só se transmiten en medios sólidos. Son ondas transversais que provocan que as partículas do terreo vibren de forma perpendicular a elas. Son máis lentas que as P(2).

b) **Ondas superficiais.** Só se propagan pola superficie terrestre e son as que provocan os maiores danos nos terremotos.

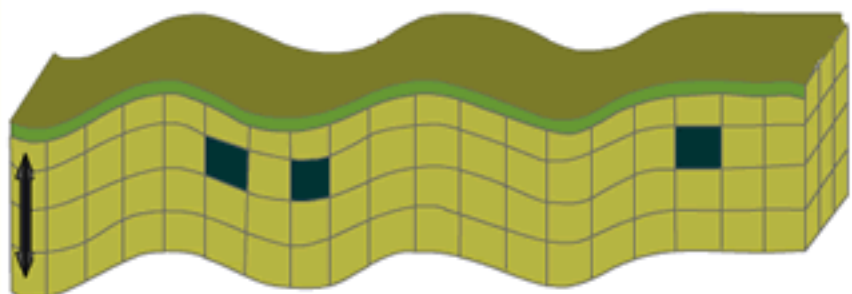
- **Ondas Rayleigh** (3)
- **Ondas Love** (4)



ONDAS PROFUNDAS



Ondas P (primarias)



Ondas S (secundarias)

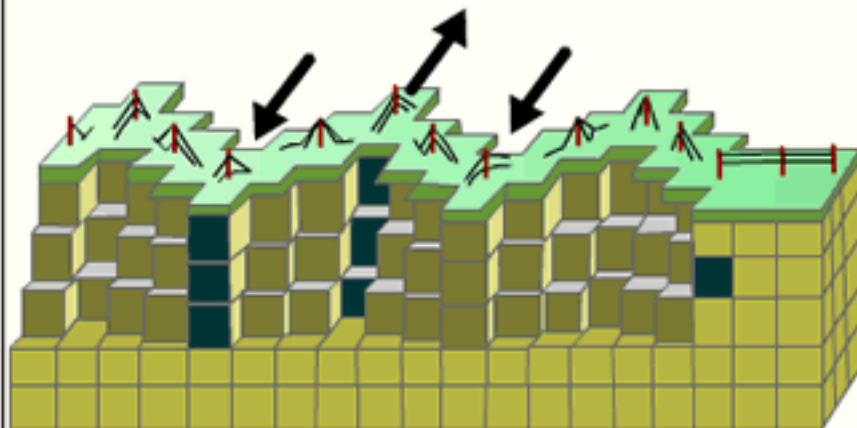


Dirección de propagación

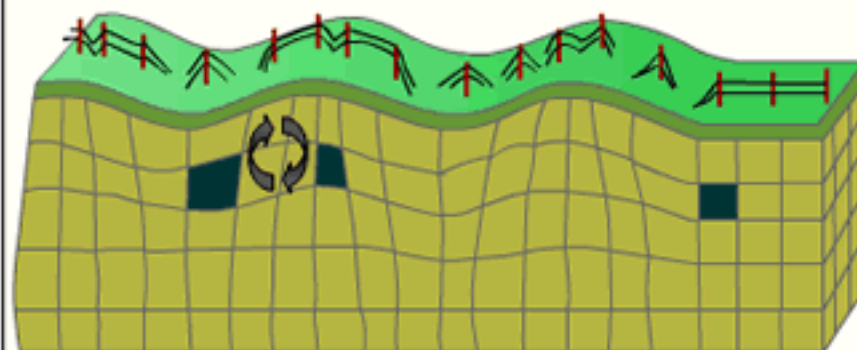


partículas consideradas como punto de referencia

ONDAS SUPERFICIALES



Ondas L (Love)

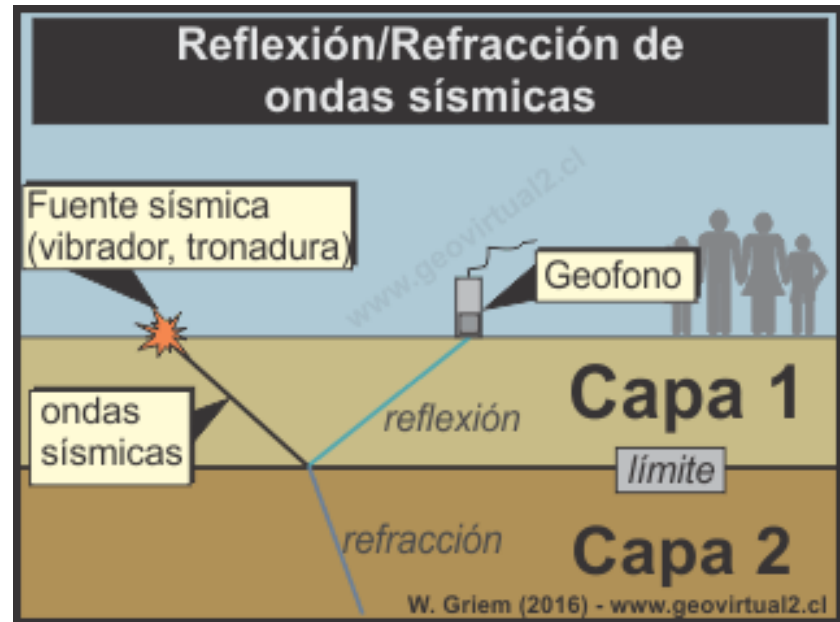


Ondas R (Rayleigh)

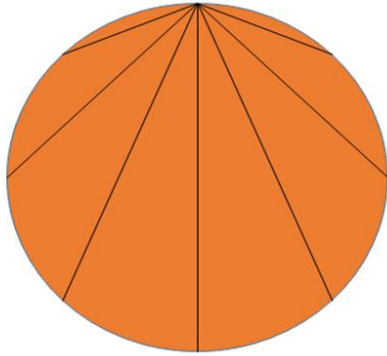


As ondas sísmicas que viaxan polo interior terrestre sofren desviacións nas súas traxectorias mediante os fenómenos de **reflexión** e **refracción**.

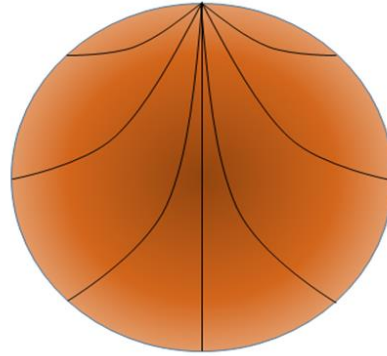
Cada cambio de traxectoria reflicte un cambio na composición ou estado dos materiais que atravesa. As zonas onde se detectan cambios bruscos denomínanse ***descontinuidades***.



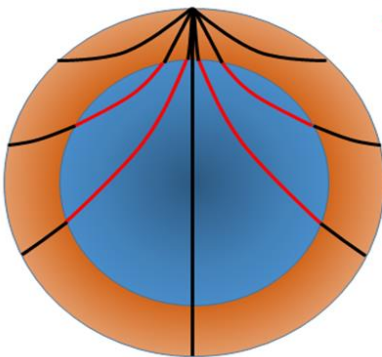
Variacións na propagación das ondas P e S polo interior da Terra



En un planeta homogéneo, las ondas sísmicas se propagarían en línea recta

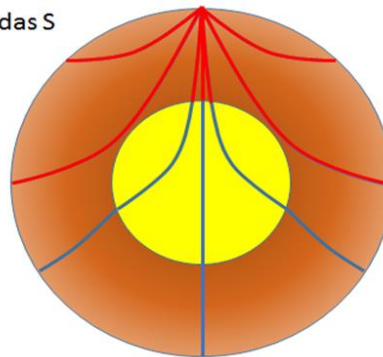


Si la densidad aumenta con la profundidad las trayectorias se vuelven curvas



Un cambio en la composición del medio provoca un cambio en la velocidad de propagación de las ondas

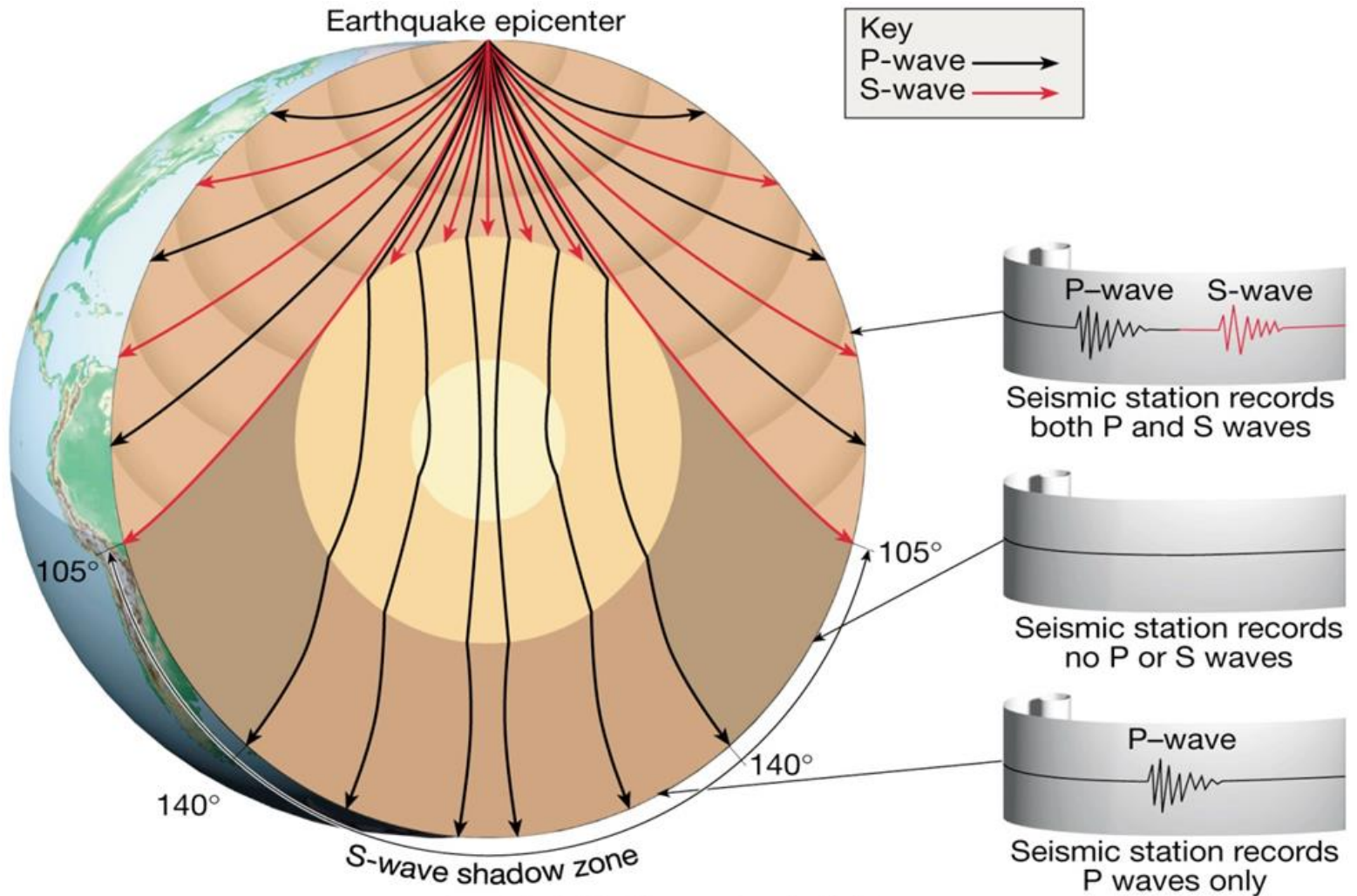
— Ondas P
— Ondas S

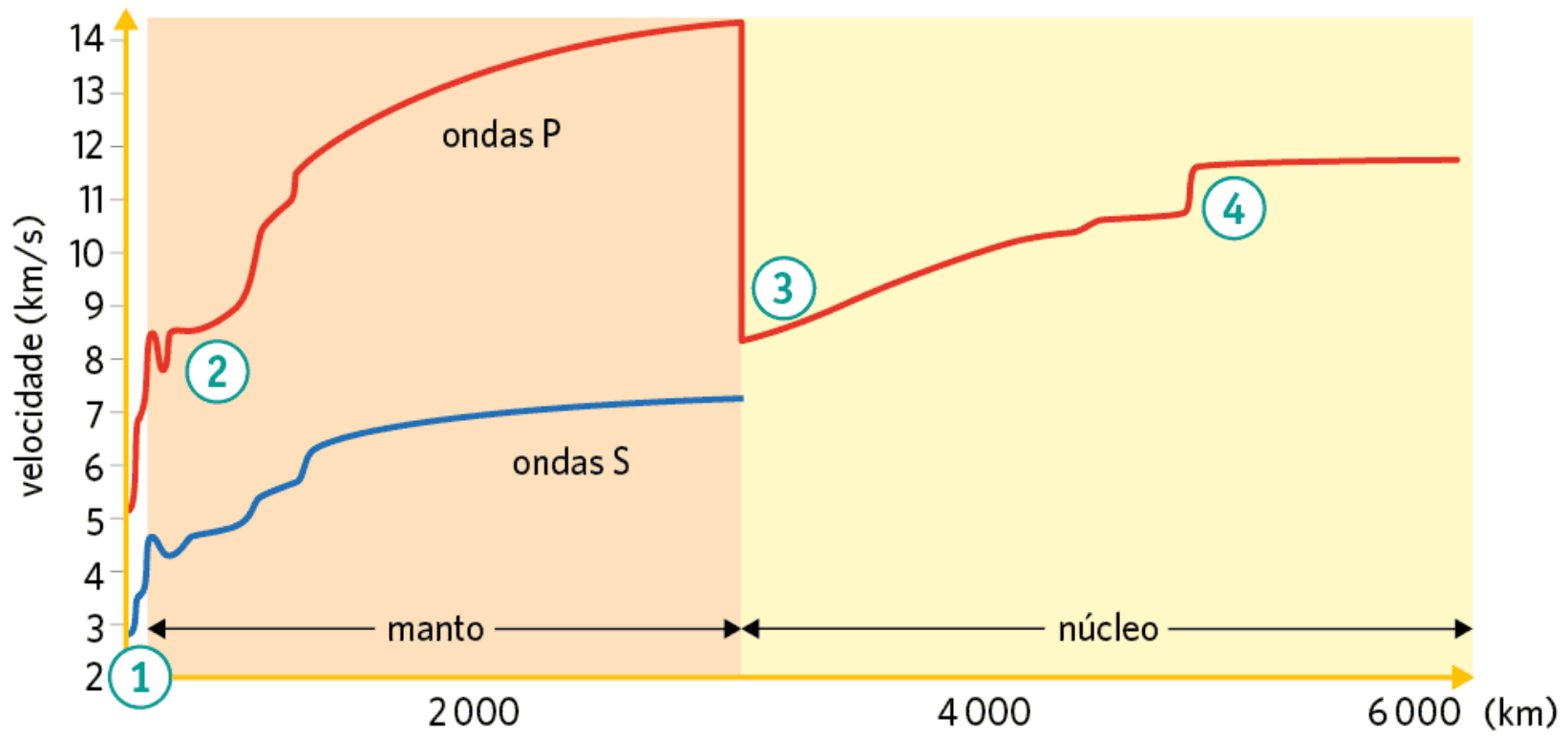


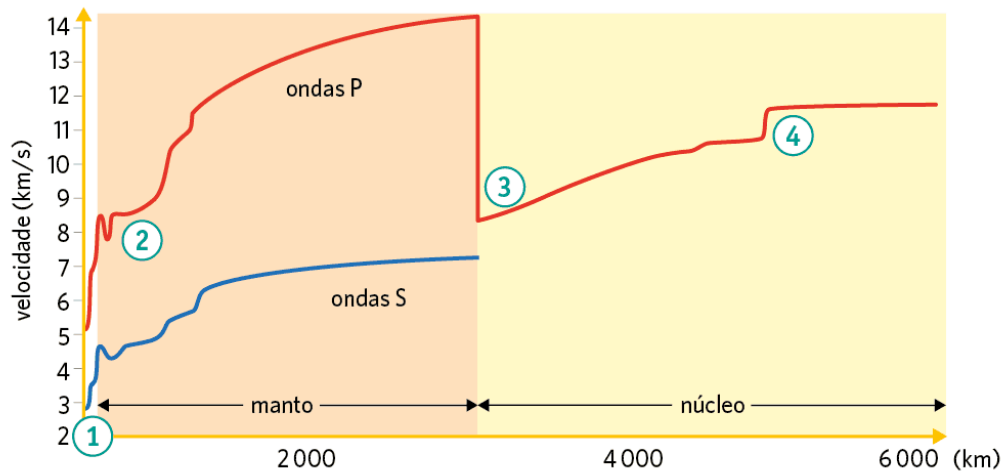
La existencia de una capa fluida interna impide la propagación de las ondas S, pero no de las ondas P

A > densidade → > velocidade de propagación

A > rixidez → > velocidade de propagación







1. Entre os **25-70** Km de profundidade nos continentes e **5-10** Km nos oceanos, produz-se un aumento brusco da velocidade das ondas sísmicas → **Descontinuidade de Mohorovicic** (separa crosta – manto)

2. Entre **100** e **1 000** km de profundidade a velocidade das ondas sísmicas sofre variacións sucesivas, con descenso e rápidos aumentos. O máis importante aos 670 km de profundidade → **Descontinuidade de Repetti** (separa manto superior – manto inferior)

3. A **2 900** km de profundidade rexístrase un brusco descenso da velocidade das ondas P, e as S desaparecen, o que se interpreta como o paso dun medio sólido a un medio líquido → **Descontinuidade de Gutenberg** (separa manto – núcleo)

4. A **5 100** km de profundidade rexístrase un novo aumento da velocidade das ondas P. Indica a transición dun núcleo externo, fluído, a un núcleo interno, sólido → **Descontinuidade de Lehmann**

A estrutura interna da Terra

Dous modelos do interior terrestre:

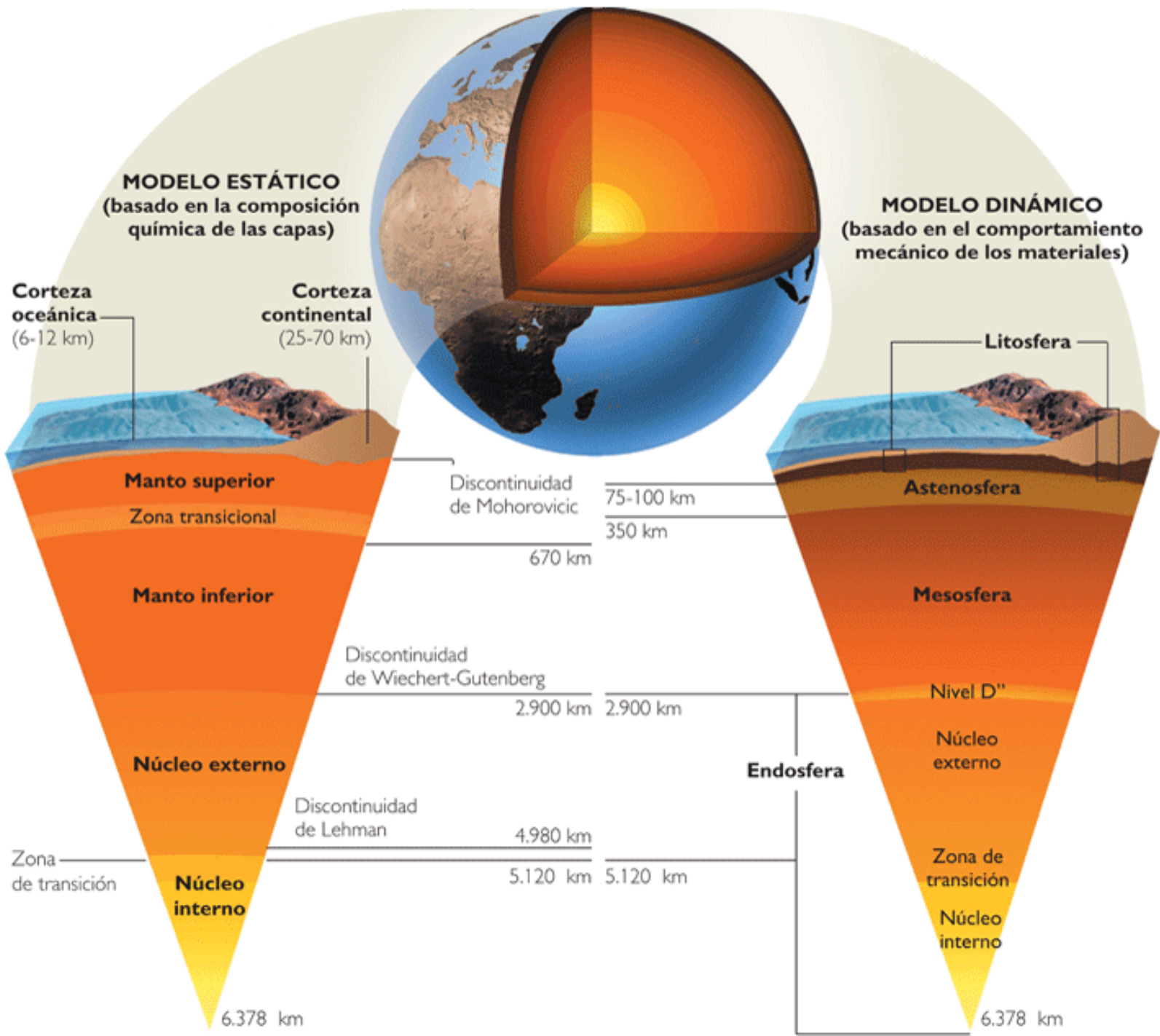
Modelo xeoquímico ou estático

Considera a **composición química dos materiais**

Modelo dinámico

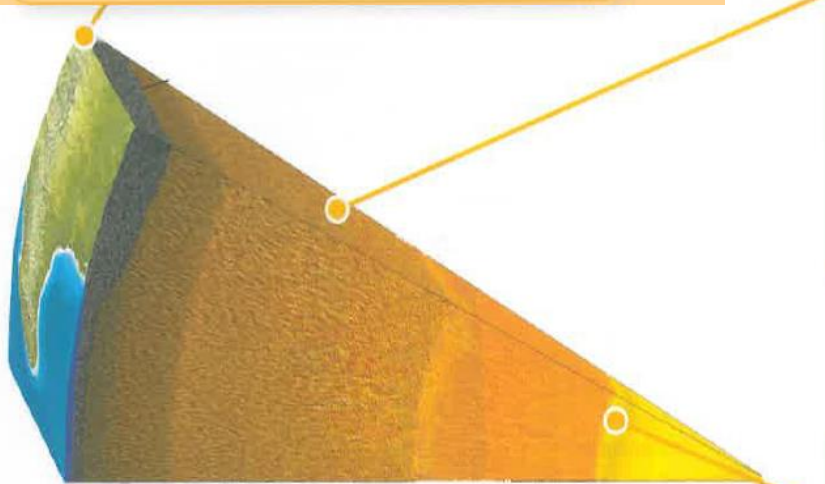
Considera o **estado físico** das capas (plasticidade, rixidez ou densidade) e o **seu comportamento mecánico** debido as condicións de P e t^a .





MODELO XEOQUÍMICO

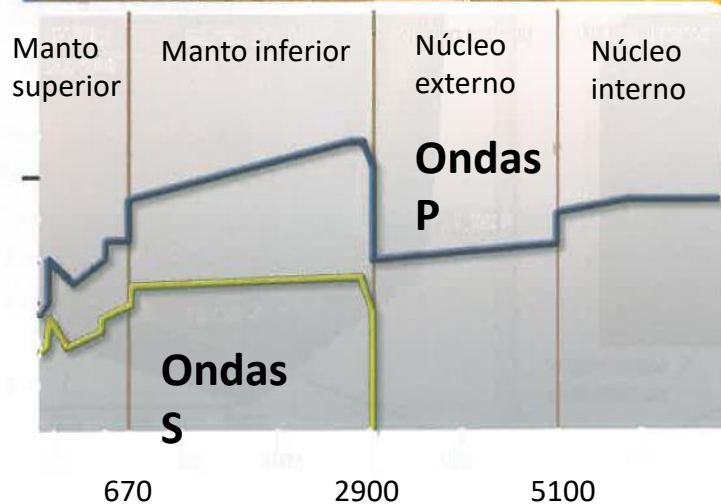
Codia: Capa máis externa formada na maioría por **silicatos de aluminio**.
(**codia continental e codia oceánica**)



Manto: Capa de rochas ígneas ricas en **silicatos de ferro e magnesio**.

Divídese en:

- **Manto superior:** formado principalmente por **peridotitas**.
- **Manto inferior**, nos que van aumentando a presión e temperatura, con materiais cada vez máis densos.



Núcleo: Formado principalmente por **ferro e algo de níquel e sulfuro de ferro**.

Consta de dúas partes:

- **Núcleo externo:** en estado fluído (3500 ° C)
- **Núcleo interno:** en estado sólido (debido ás altas P) a pesar das temperaturas > 3500° C.

km

CORTEZA CONTINENTAL

La **corteza continental** tiene entre 25 y 70 km de espesor.

Es muy heterogénea y está formada por rocas poco densas ($2,7 \text{ g/cm}^3$) integradas fundamentalmente por cuarzo, feldespatos y micas. En su mitad inferior predominan las rocas metamórficas, como el **gneis** y los **esquistos**. Entre ellas se sitúan grandes macizos de rocas plutónicas como el **granito**, y en la zona más superficial abundan los sedimentos y las **rocas sedimentarias**.

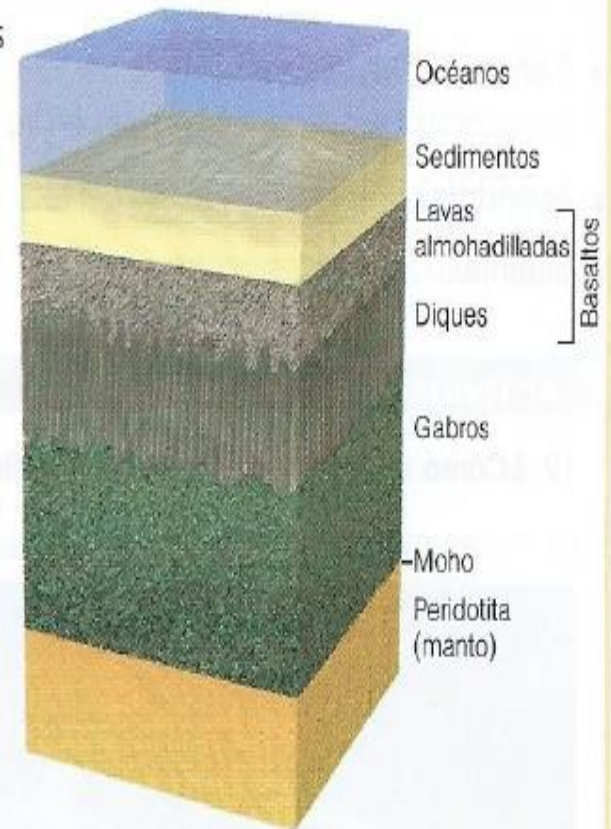
Las edades de las rocas de esta corteza están comprendidas entre 0 y 4000 M.a.



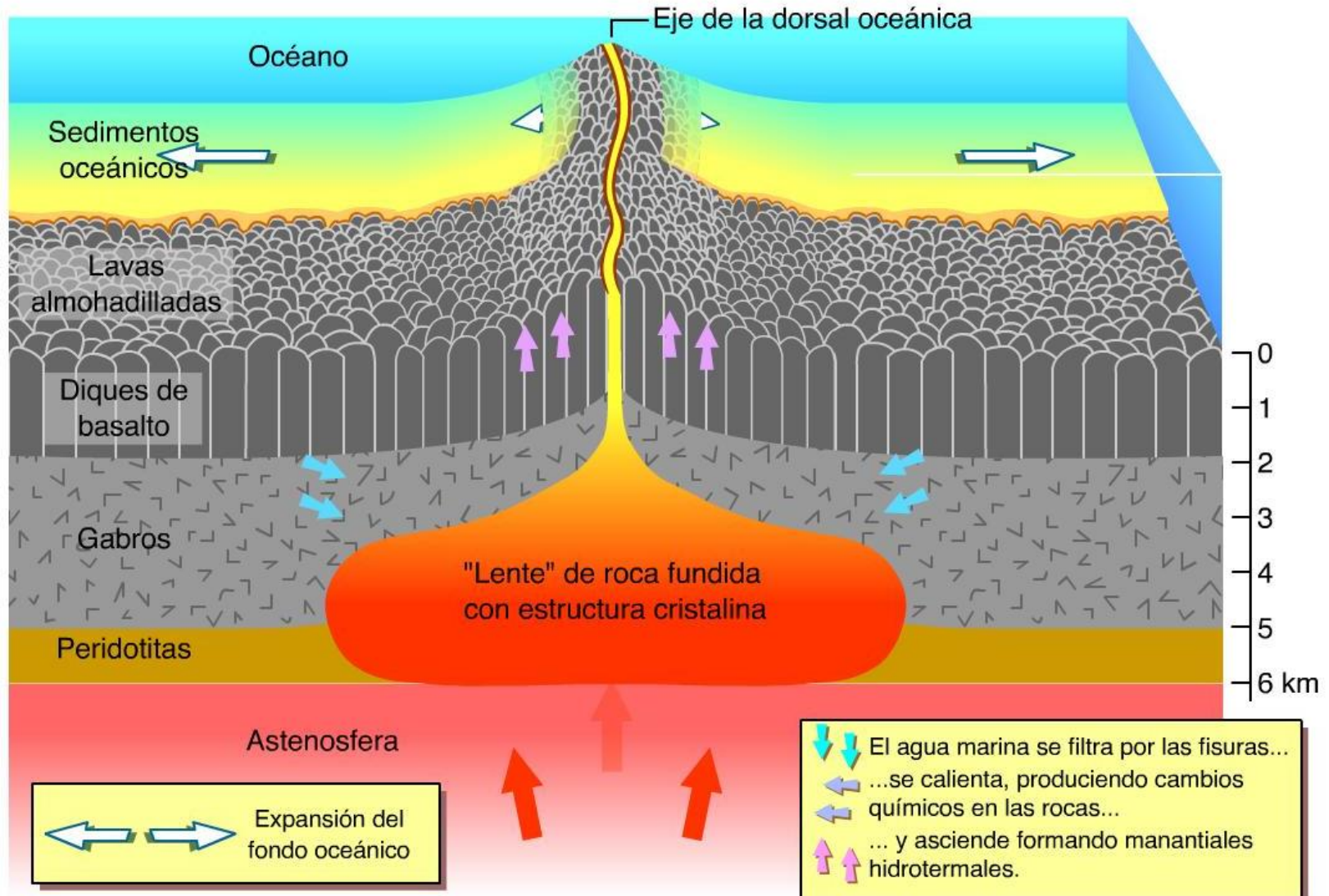
CORTEZA OCEÁNICA

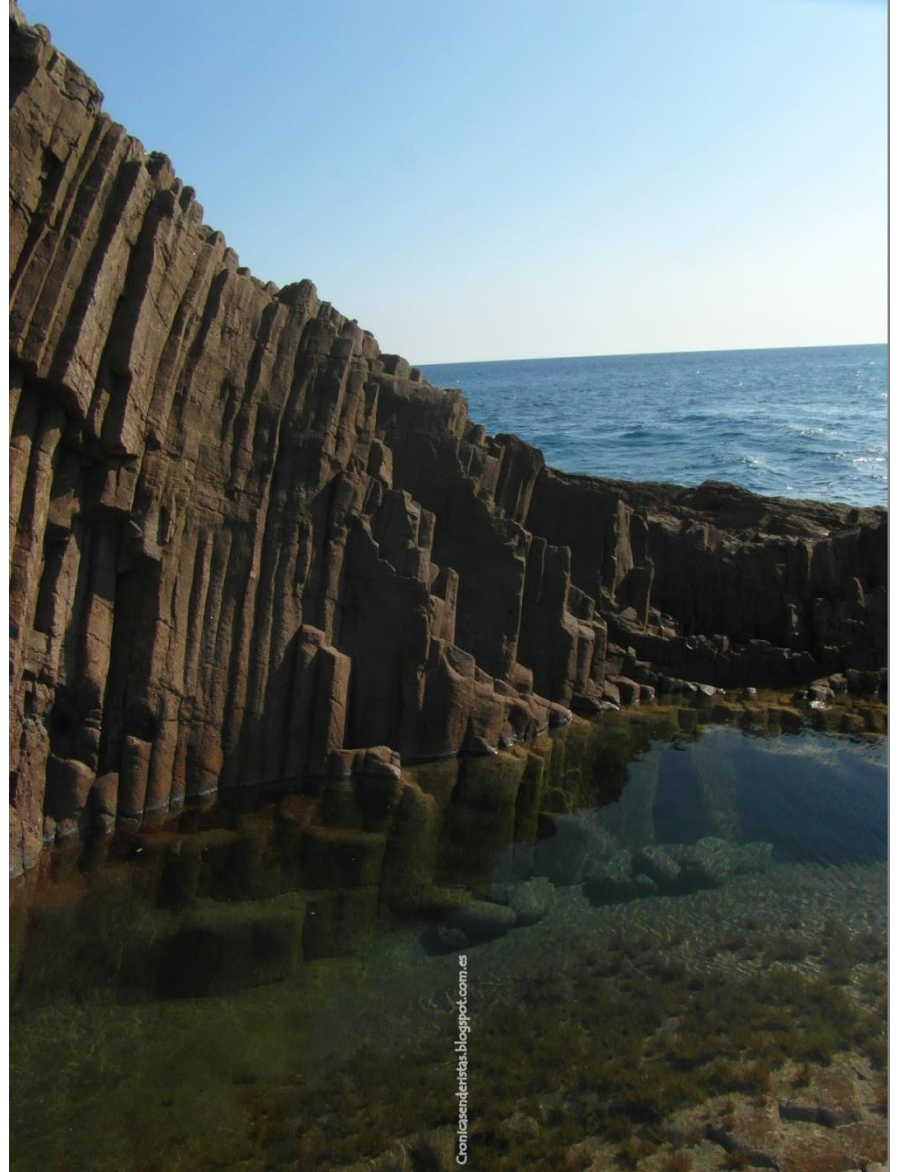
La **corteza oceánica** es mucho más delgada, su espesor oscila entre 5 y 10 km.

Está estratificada en tres niveles: una capa de **sedimentos** superficial, bajo ella una capa de **basaltos** y por último una capa de **gabros**, rocas formadas por feldespatos y piroxenos. Su densidad media es de 3 g/cm^3 . Las rocas de la corteza oceánica son **más jóvenes** que las de la corteza continental. Su edad está comprendida entre 0 y 180 M.a.

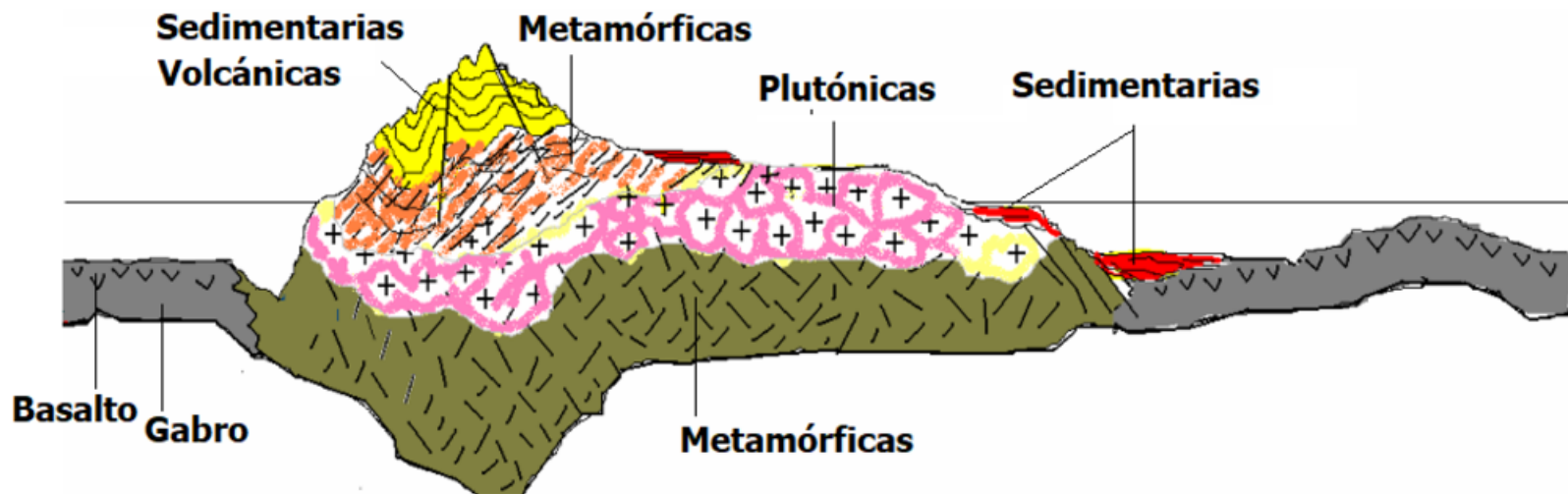


CODIA OCEÁNICA



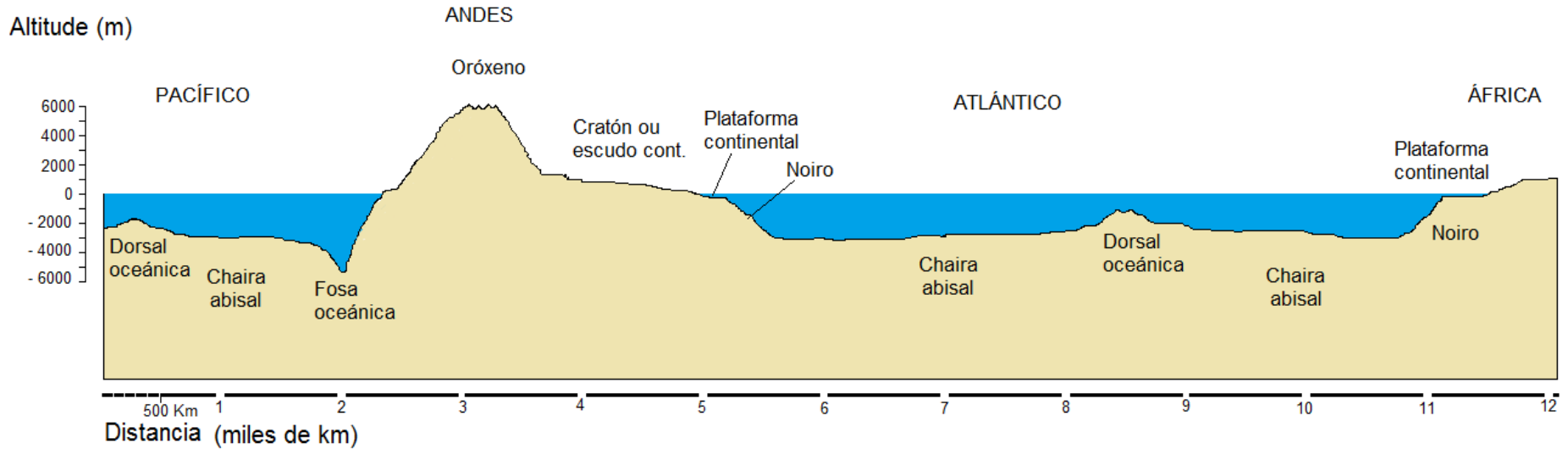


Cronicas y fotos de turistas - blogspot.com.es

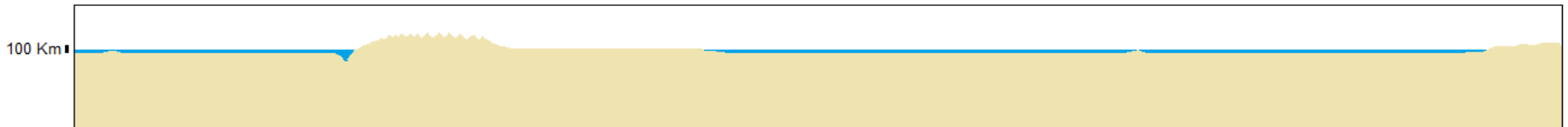


CODIA	CONTINENTAL	OCEÁNICA
ESPESOR	20 – 80 Km	5 – 10 Km
DENSIDADE	2,7 g/cm ³	3 g/cm ³
ORIXE	Subducción – oroxénese	Dorsais oceánicas
COMPOSICIÓN	Heteroxénea, con rochas sedimentarias, metamórficas, volcánicas, subvolcánicas e plutónicas	Homoxénea con gabro (rocha plutónica) na parte inferior e basalto (volcánica) enriba que poden ou non ter sedimentos
IDADE	0 – 3.800 m.a. Cratóns > 600 m.a. Oróxenos < 600 m.a.	0 – 180 m.a. Más recente nas dorsais e aumentando a medida que nos afastamos delas
RELEVOS	Oróxenos, cratóns ou escudos e plataformas continentais	Chairas oceánicas, dorsais e fosas

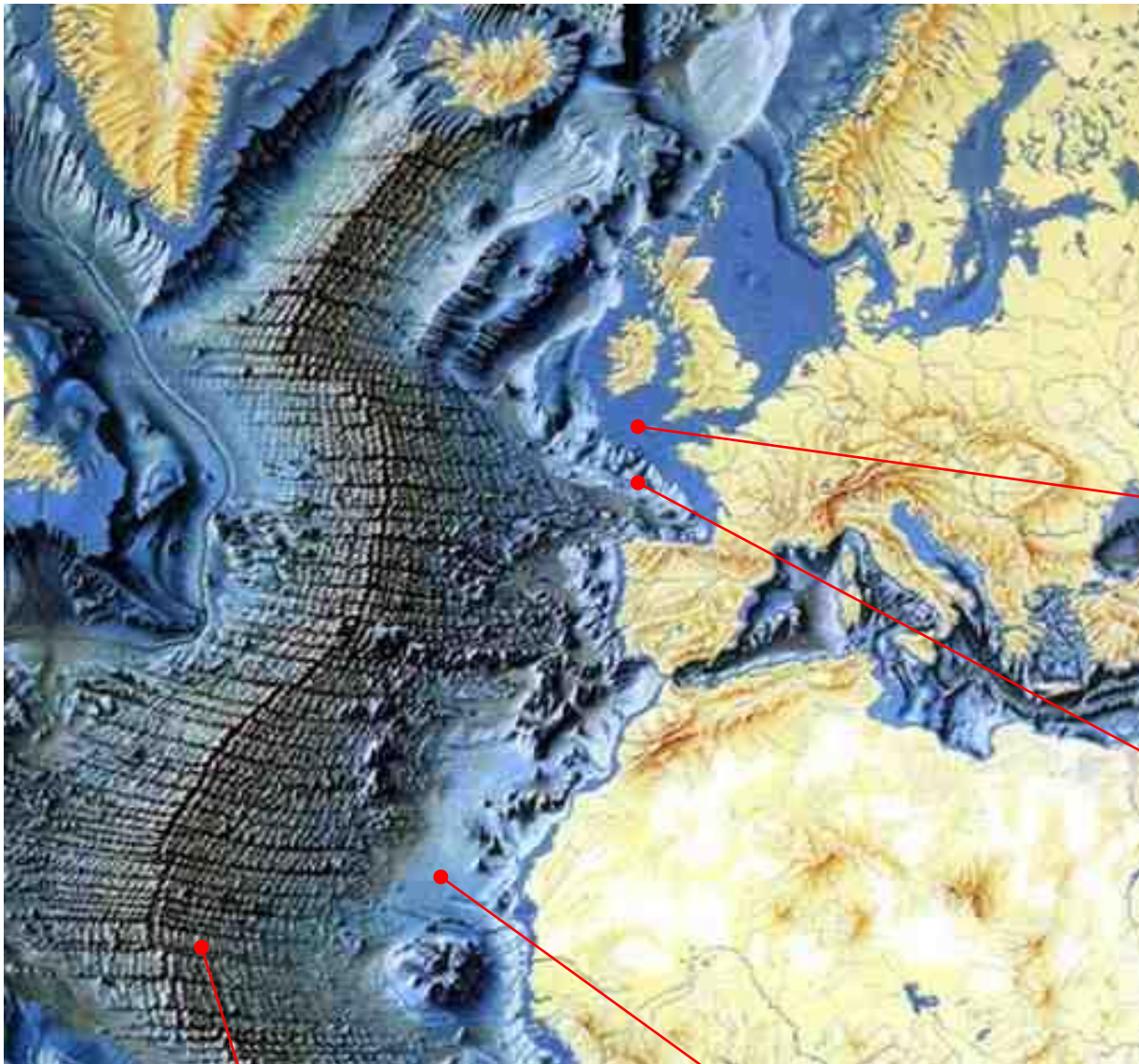
Topografía da codia terrestre



A escala vertical está moi esaxerada con relación á horizontal



Neste outro perfil aínda segue estando esaxerada!

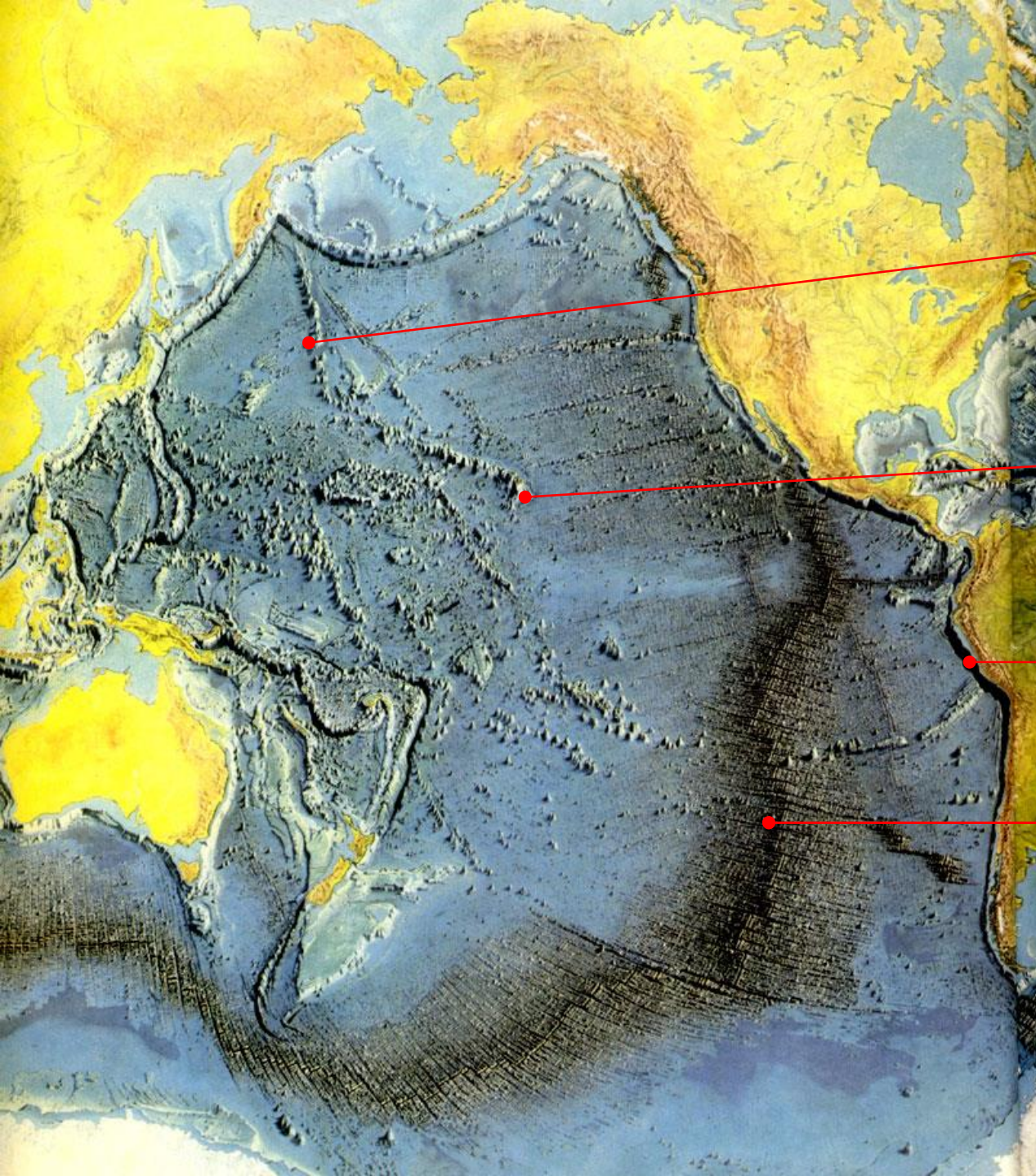


Plataforma continental

Talude oceánico

Dorsal oceánica

Chaira abisal



Montañas volcánicas
Submariñas (guyots)

Illas volcánicas

Fosa oceánica

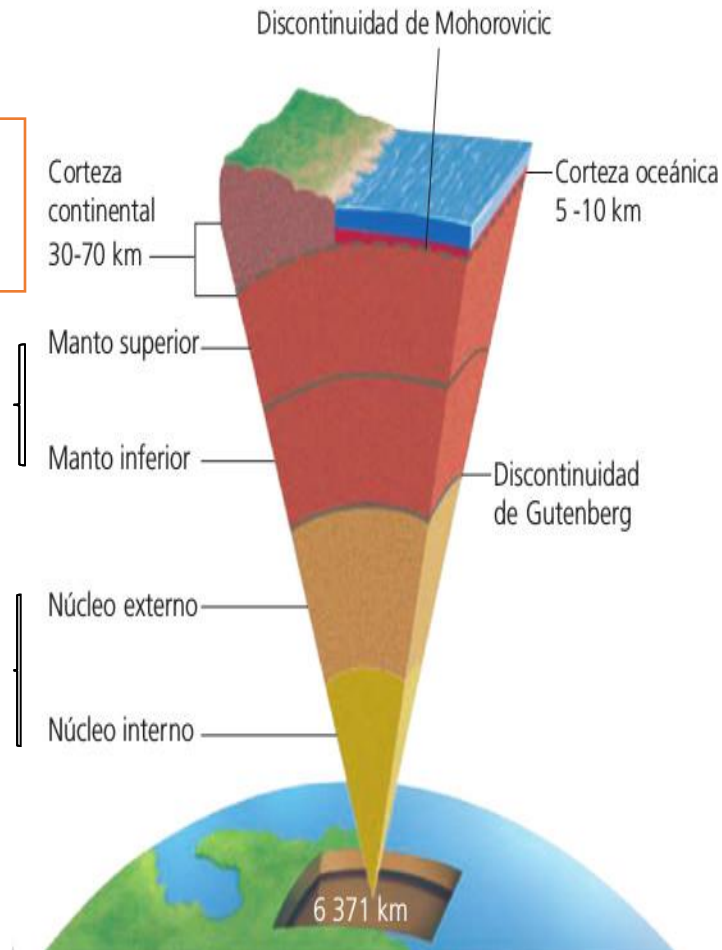
Dorsal pacífica

Modelo xeoquímico

**Rochas sedimentarias,
metamórficas e
magmáticas**

Peridotitas

**Ferro, Niquel
O₂, S, Si**



**Gabro, basalto
e sedimentos**

MODELO DINÁMICO

Litosfera: conxunto **ríxido** e fráxil, formado pola codia + parte máis externa do manto superior.

Existen dous tipos:

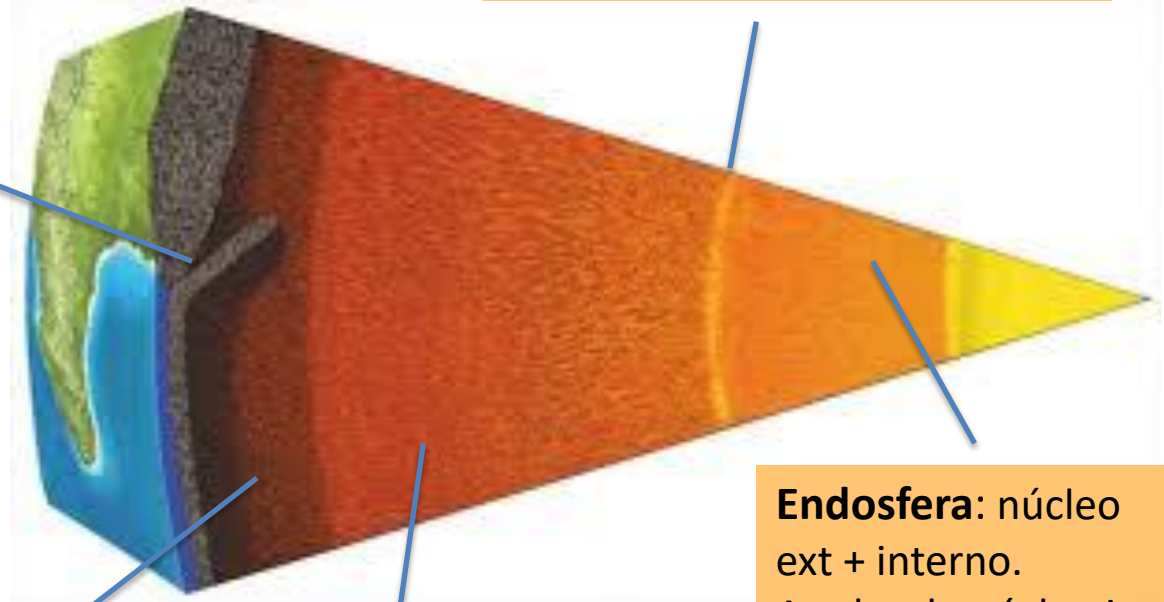
- **Litosfera oceánica**
- **Litosfera continental**

Está fragmentada nas placas litosféricas.

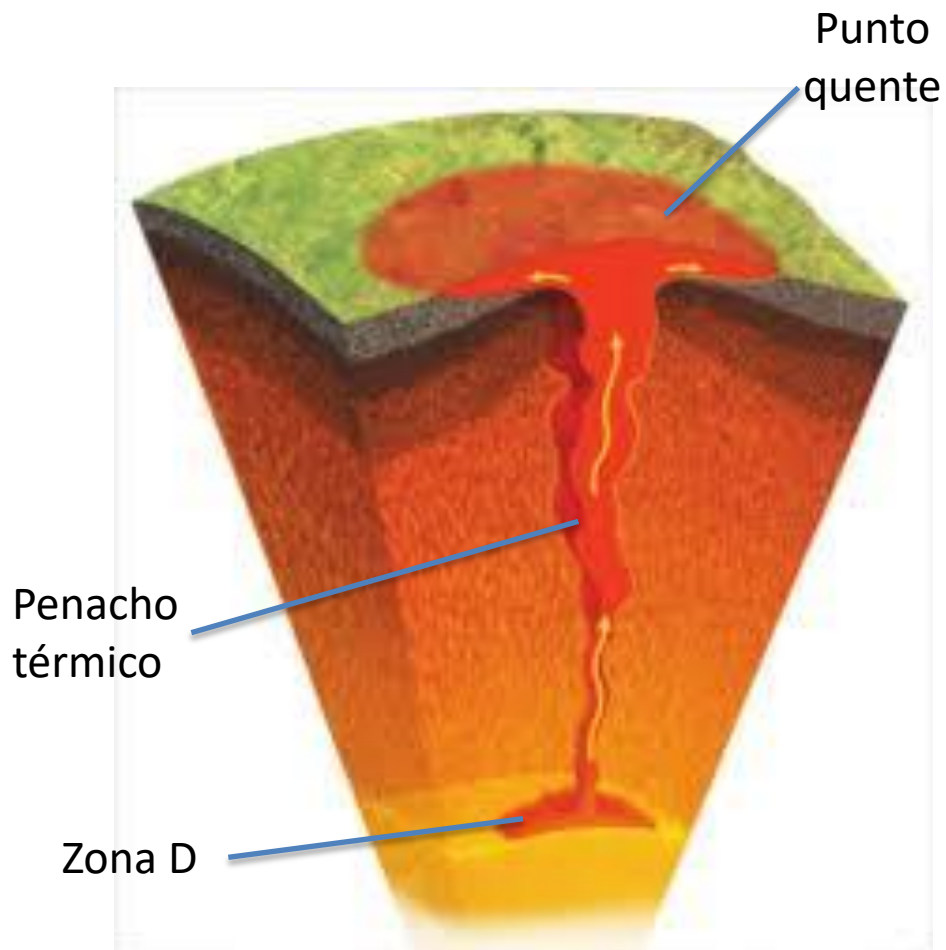
Manto superior sublitosférico (astenosfera): capa **plástica que pode fluir** ante esforzos como os que ocorren co movemento das placas litosféricas e que está situada entre a litosfera e a mesosfera.

Mesosfera: Capa **sólida pero que pode fluír moi lentamente**. Permite o descenso das placas litosféricas das zonas de subdución e o ascenso de plumas de magma.

Zona ou Capa D: Unha das zonas máis dinámicas.



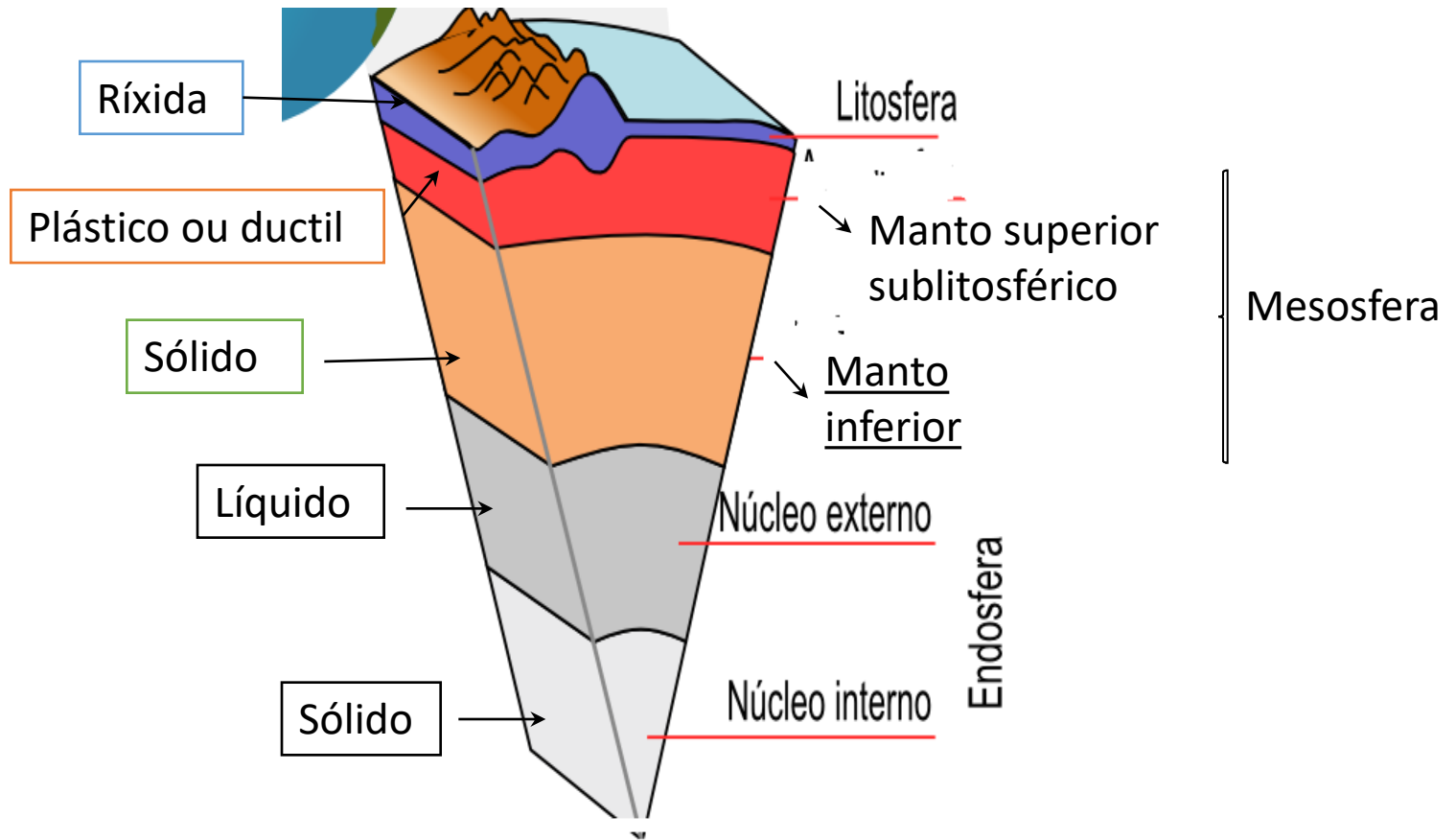
Endosfera: núcleo ext + interno. A calor do núcleo int, **sólido**, propágase ao ext, **líquido**, e xera correntes de convección que liberan ese calor cara ao exterior e acumúlana na capa D.



Zona o capa D: Acumula a calor procedente do núcleo ext.

Formación de **penachos térmicos** : plumas de magma moi quente que proveñen do núcleo e que alcanzan e perforan a litosfera, orixinando os **puntos quentes**, con moita actividade volcánica.

Modelo xeodinámico

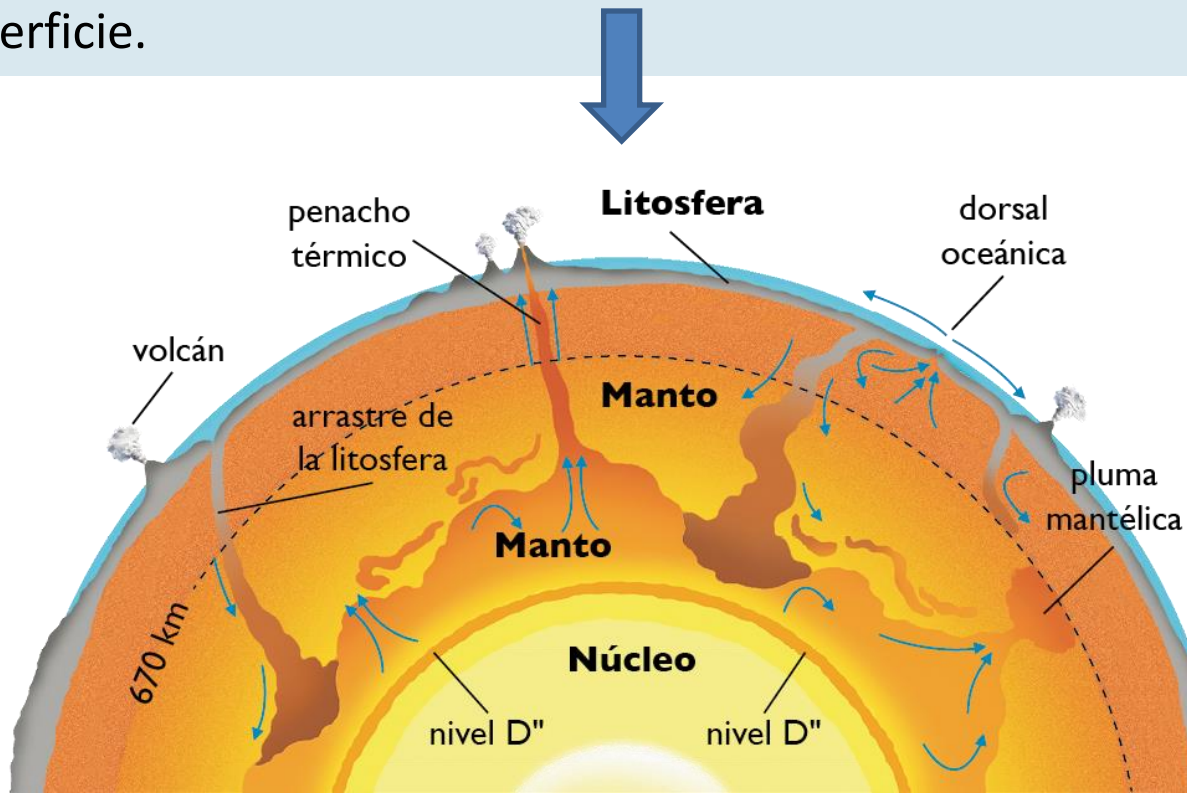


A calor interna da Terra

✓ O calor da terra ten a súa orixe na:

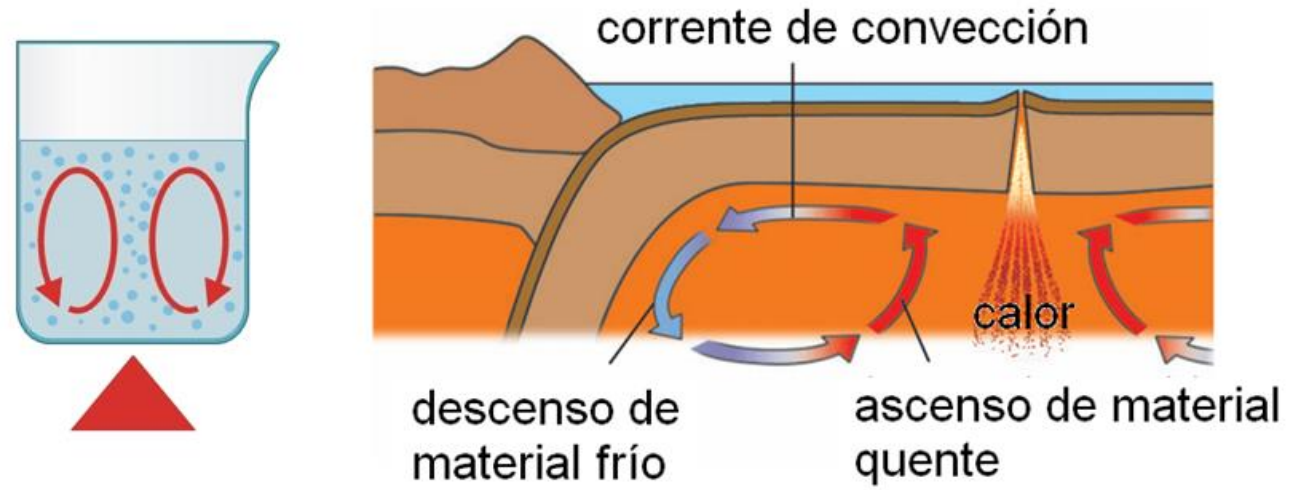
- Calor residual do proceso de formación da Terra.
- Desintegración radioactiva de isótopos inestables.

✓ A enerxía interna en forma de calor orixina un fluxo térmico cara a superficie.

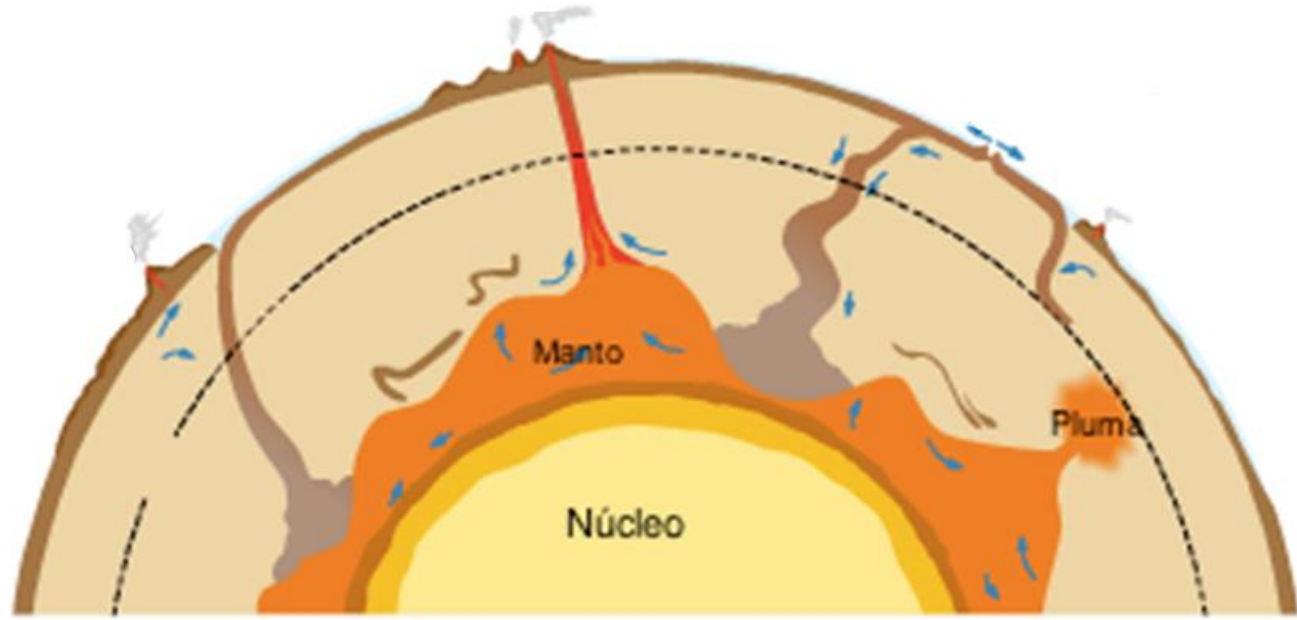


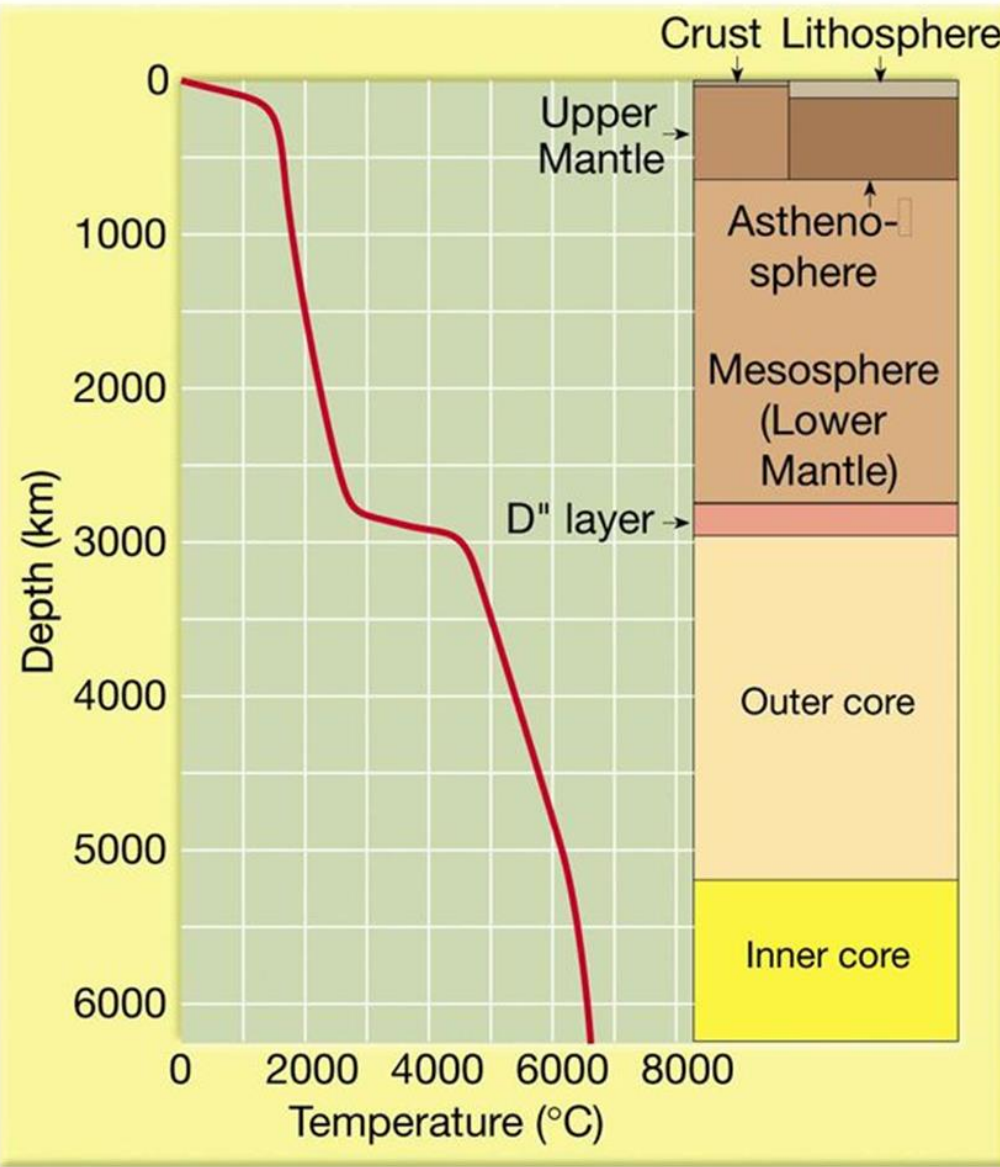
Modelos de convección no interior da Terra

Clásico



Actual



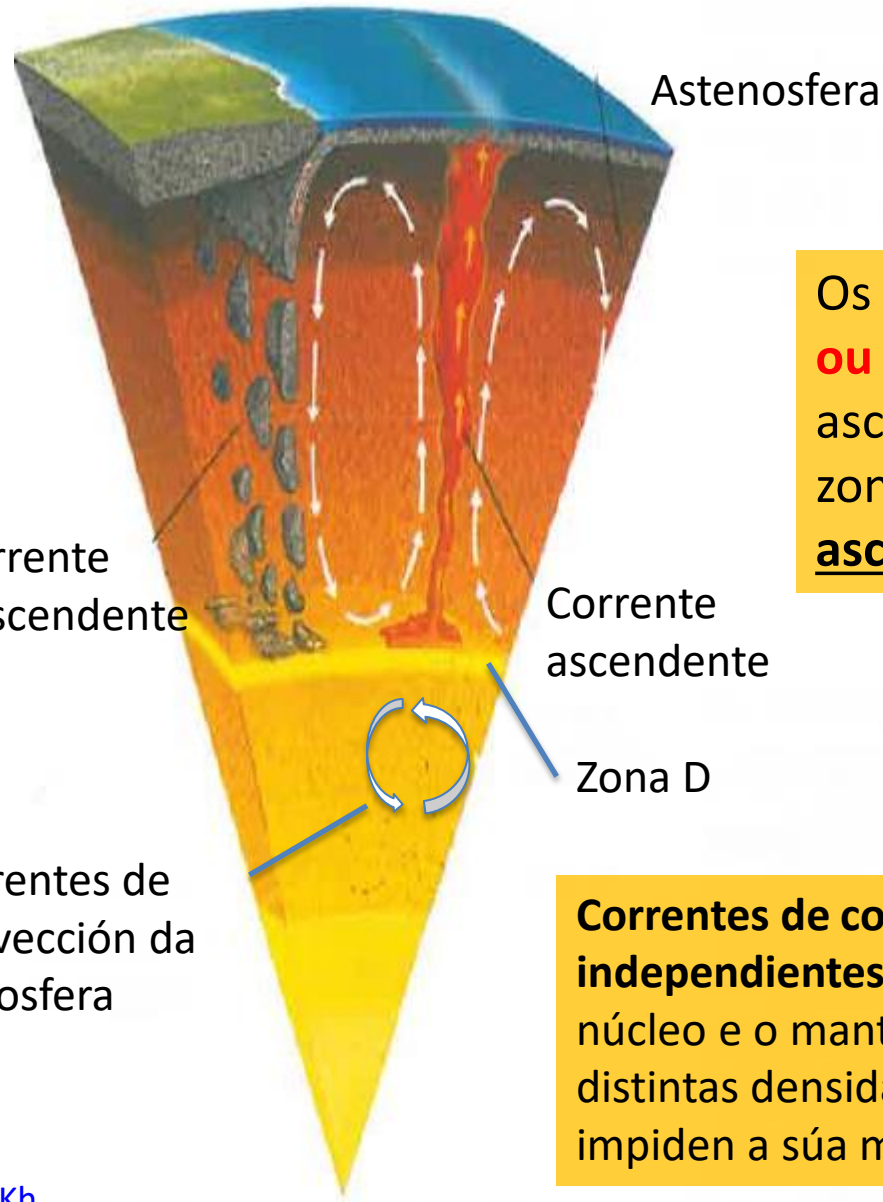


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gradiente geotermico

3° C por cada 100 m
(na codia)

Corrientes de convección do manto



As placas litosféricas que subducen a favor da gravidade → **corrente descendente**

Os **penachos térmicos ou plumas** de magma ascenden dende a zona D → **corrente ascendente**

Corrientes de convección da endosfera

Corrientes de convección independentes entre o núcleo e o manto debido as distintas densidades que impiden a súa mestura.

