



UNIT 5

Structure and dynamics of the earth

Contents

1) Estudi de l'estructura interna de la Terra

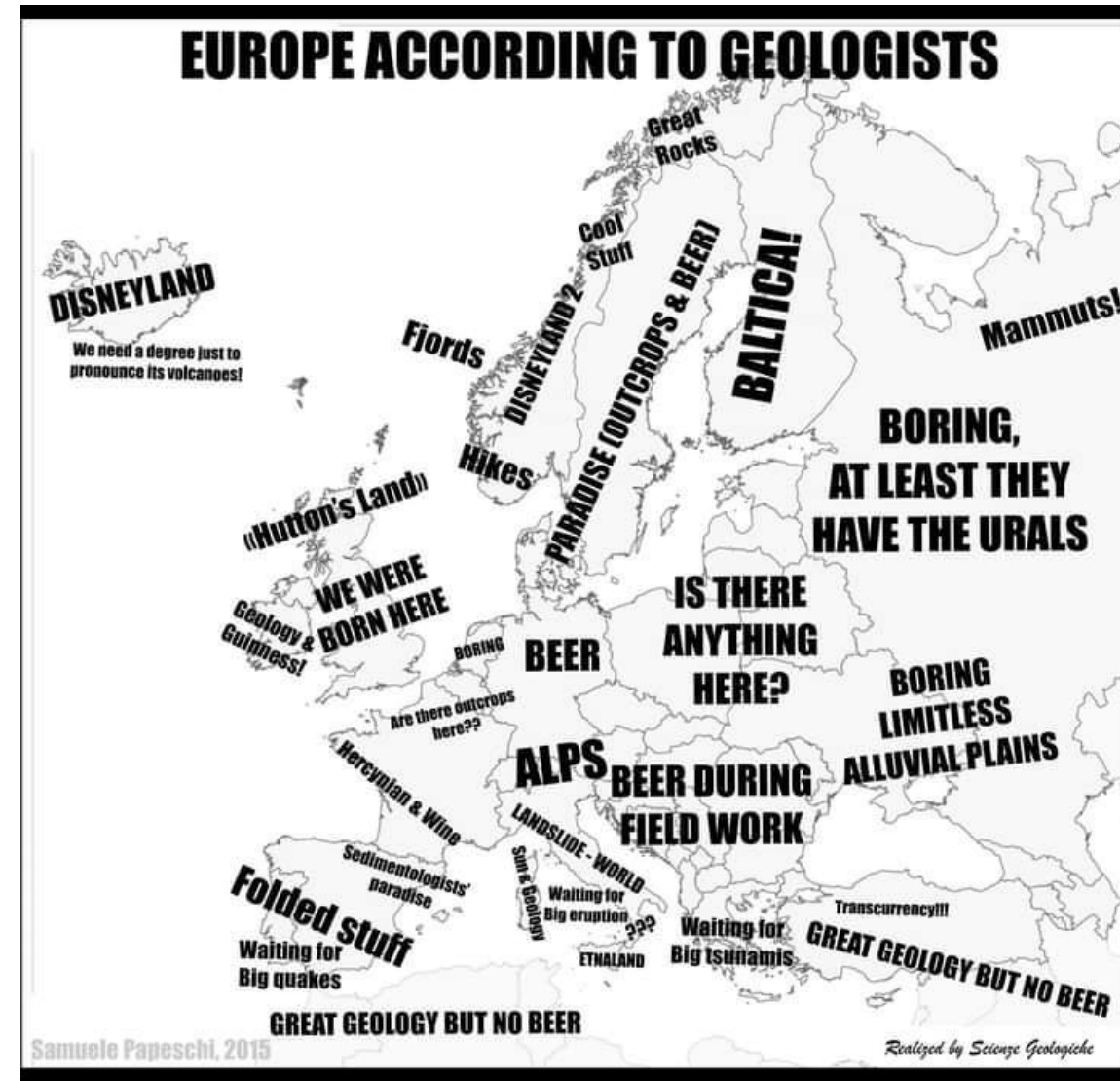
Model geoquímic i model geodinàmic

2) El motor intern de la Terra

3) Moviments de la litosfera

- Wegener i la deriva continental
- Expansió del fons oceànic

4) Tectònica de plaques

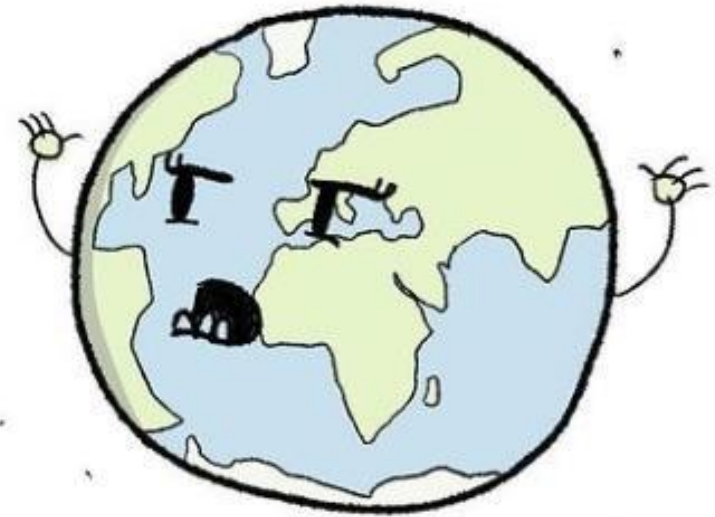


- *Agafeu un llapis...*

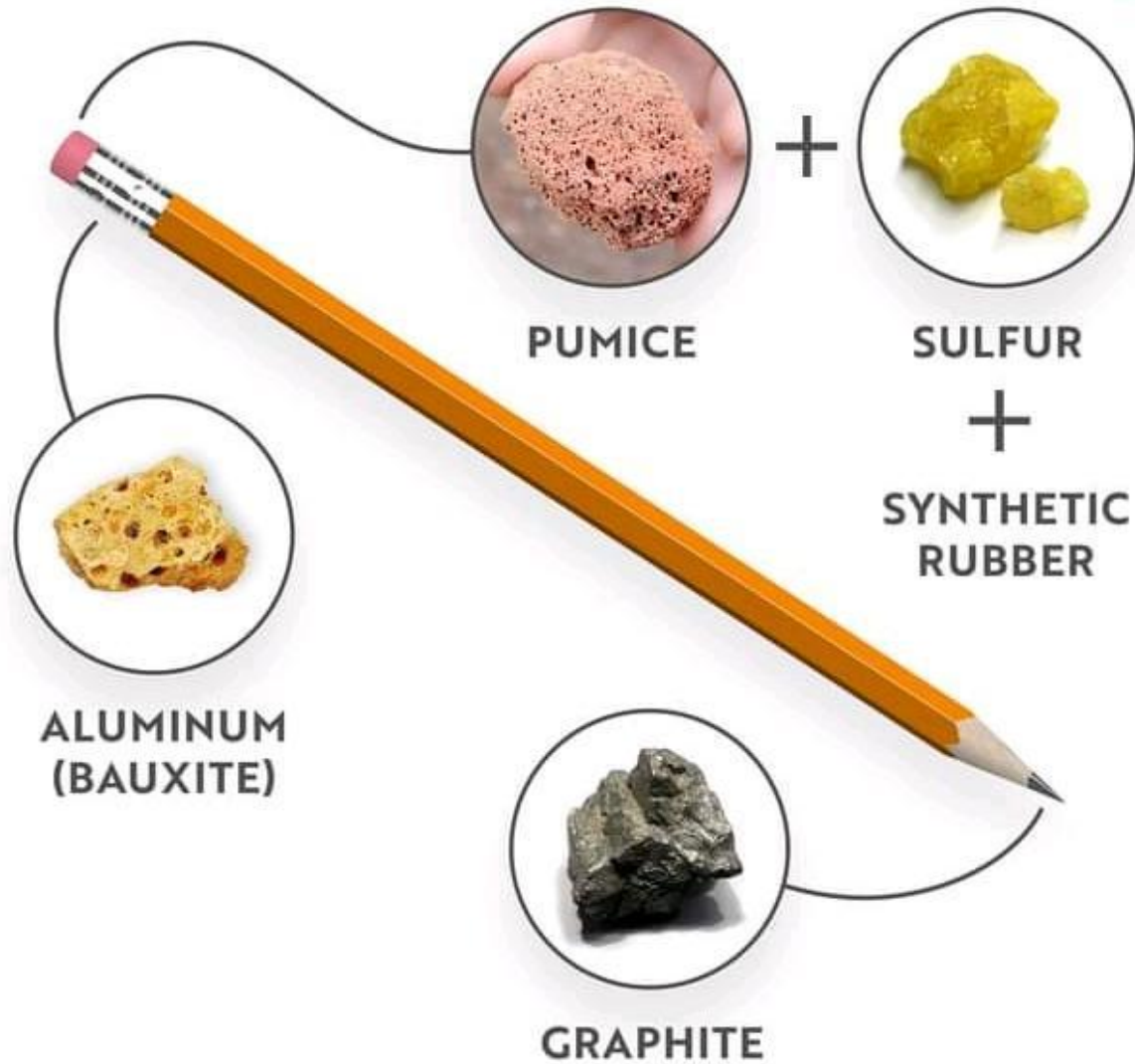
¿ EN SERIO
AÚN NO SABEN
PARA QUÉ SIRVE
LA GEOLOGÍA?



4.500 Ma DE VIDA
Y AÚN NO SE DAN
CUENTA DE QUE
VIVEN EN LA
TIERRA.

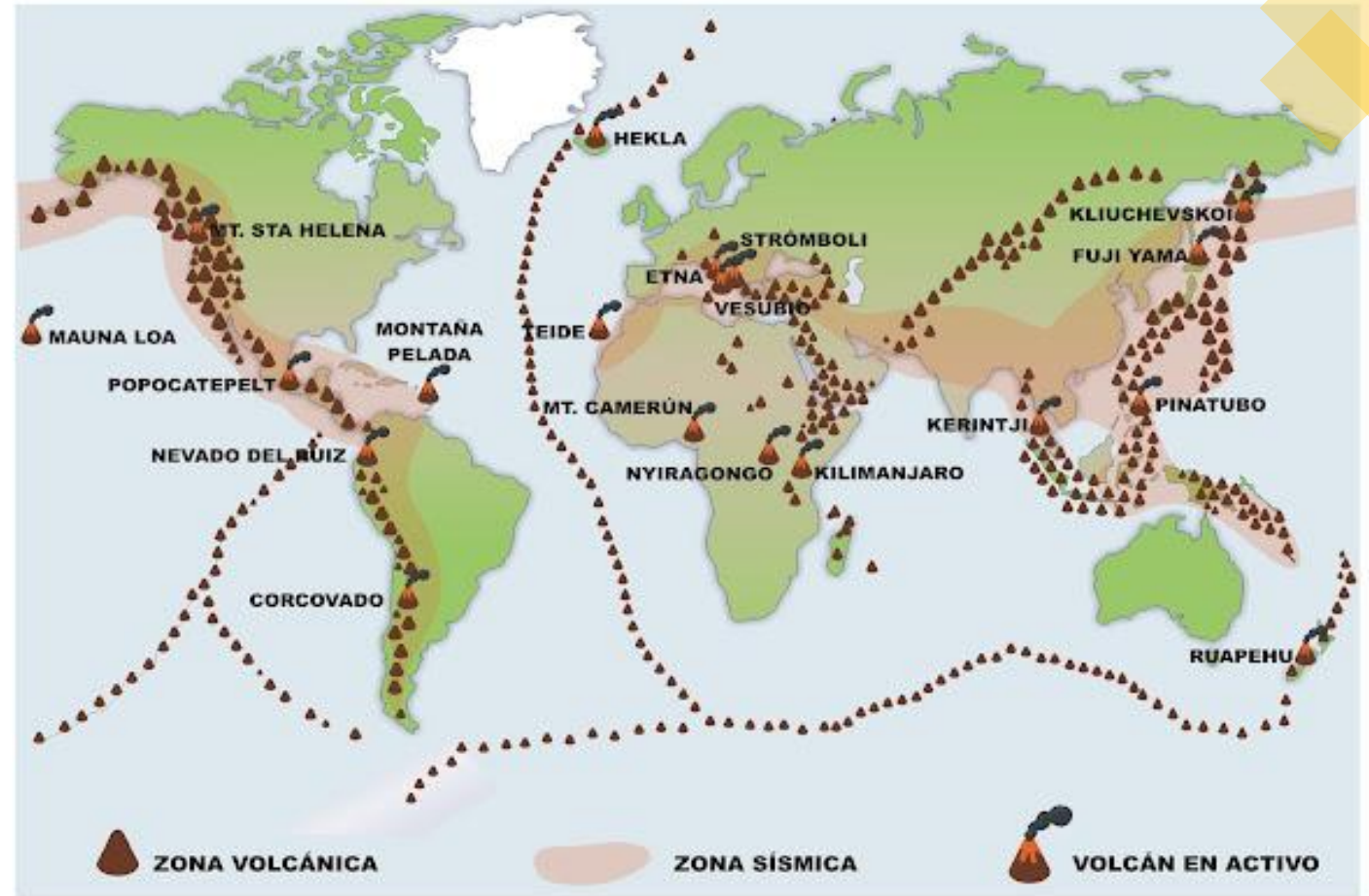


GEOLOGY OF A PENCIL



Brainstorming- PLUJA D'IDEES

- Com és l'estructura interna de la Terra?
- Per què hi ha molts sismes i erupcions volcàniques a determinades regions del món? A Palau hi ha terratrèmols?
- El terra que trepitgem es mou?
- Per què entendre el planeta a on vivim és útil?



<https://www.ccma.cat/324/fort-terratremol-de-7-graus-a-mexic-lendema-que-la-pluja-hi-provoques-17-morts/noticia/3116934/>

1) Estudi de l'estructura interna de la Terra

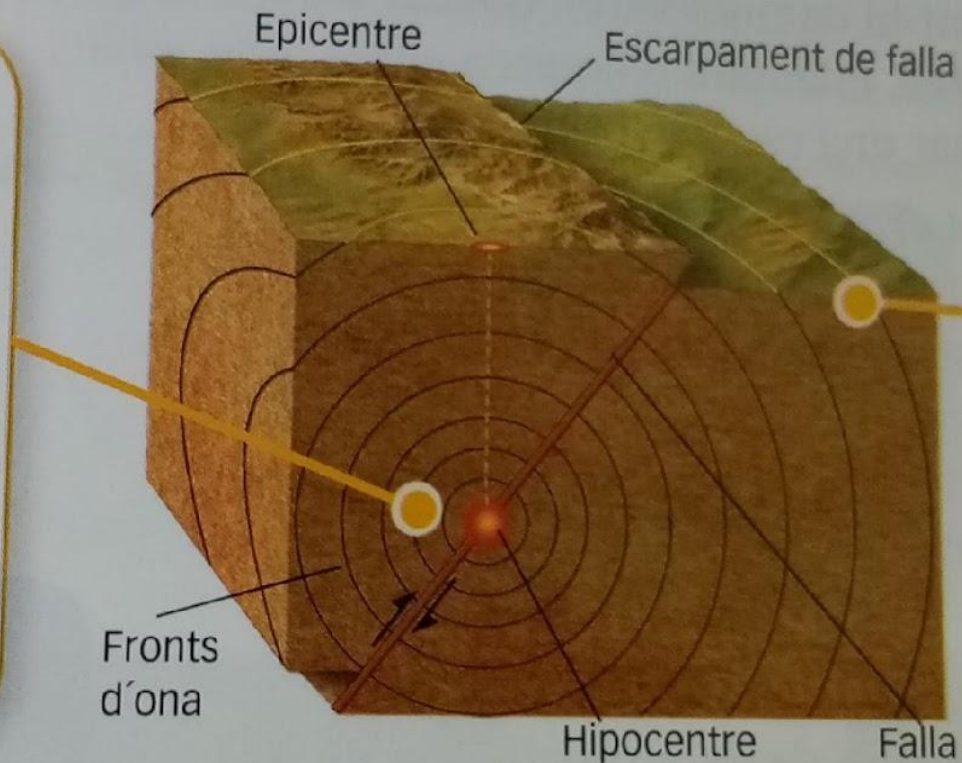
Model geoquímic i model geodinàmic

A partir de l'estudi de les **ONES SÍSMIQUES** enregistrades als **SISMÒGRAFS**.

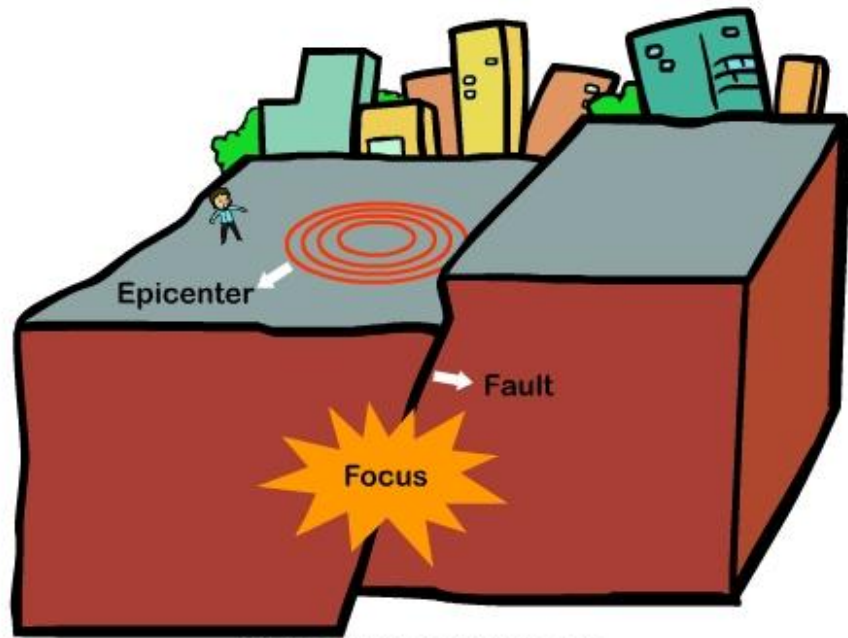
Què és un sisme o terratrèmol?

https://www.youtube.com/watch?v=sk_x58kM_70 (4'09'')

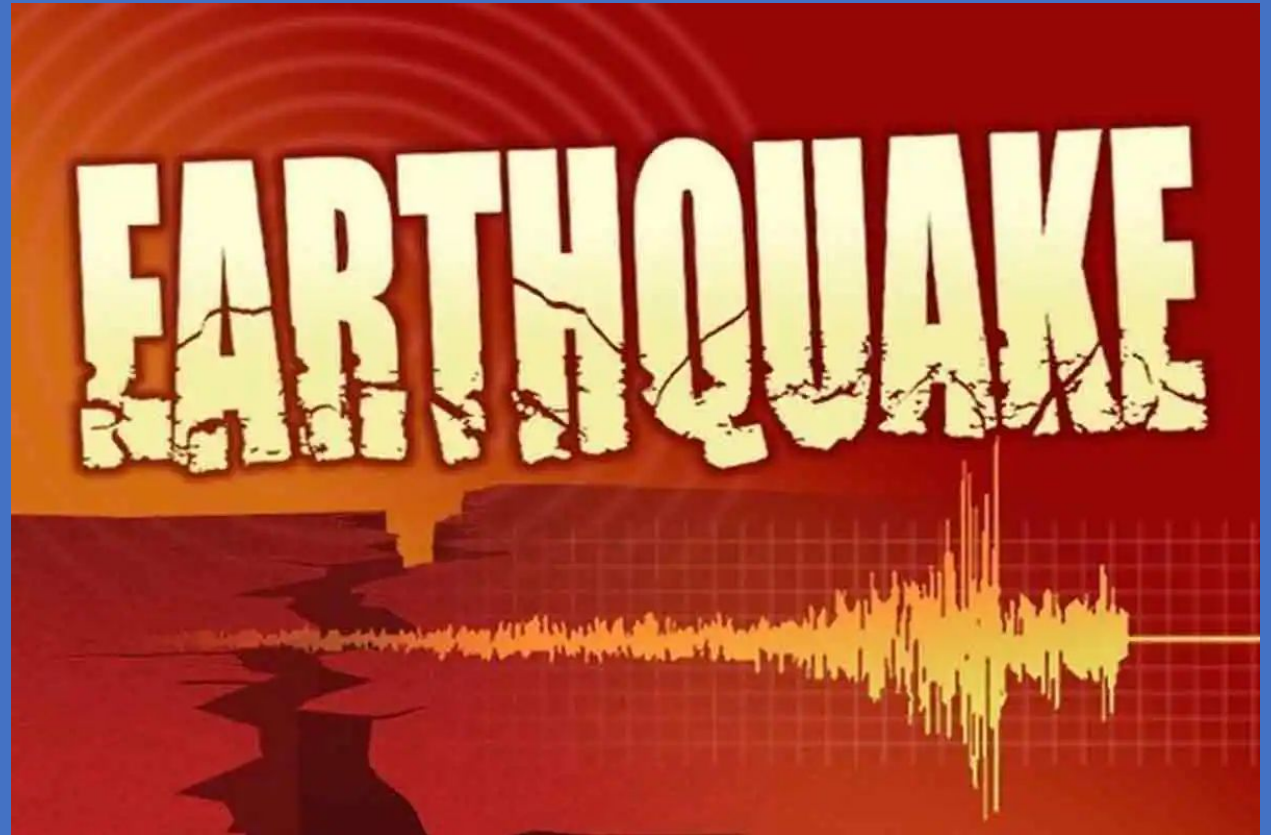
A partir del punt de ruptura, anomenat **hipocentre** o **focus**, es propaguen vibracions en forma d'**ones sísmiques** que formen fronts d'ones esfèrics que viatgen per l'interior de la Terra. Es distingeixen dos tipus d'ones sísmiques: **P** i **S**.



El punt de la superfície terrestre on arriben primer aquestes ones és el que està situat a la vertical del focus, i es denomina **epicentre**; a partir d'aquest punt, es generen les **ones superficials** que causen els efectes catastròfics dels terratrèmols.



www.sciencewithme.com



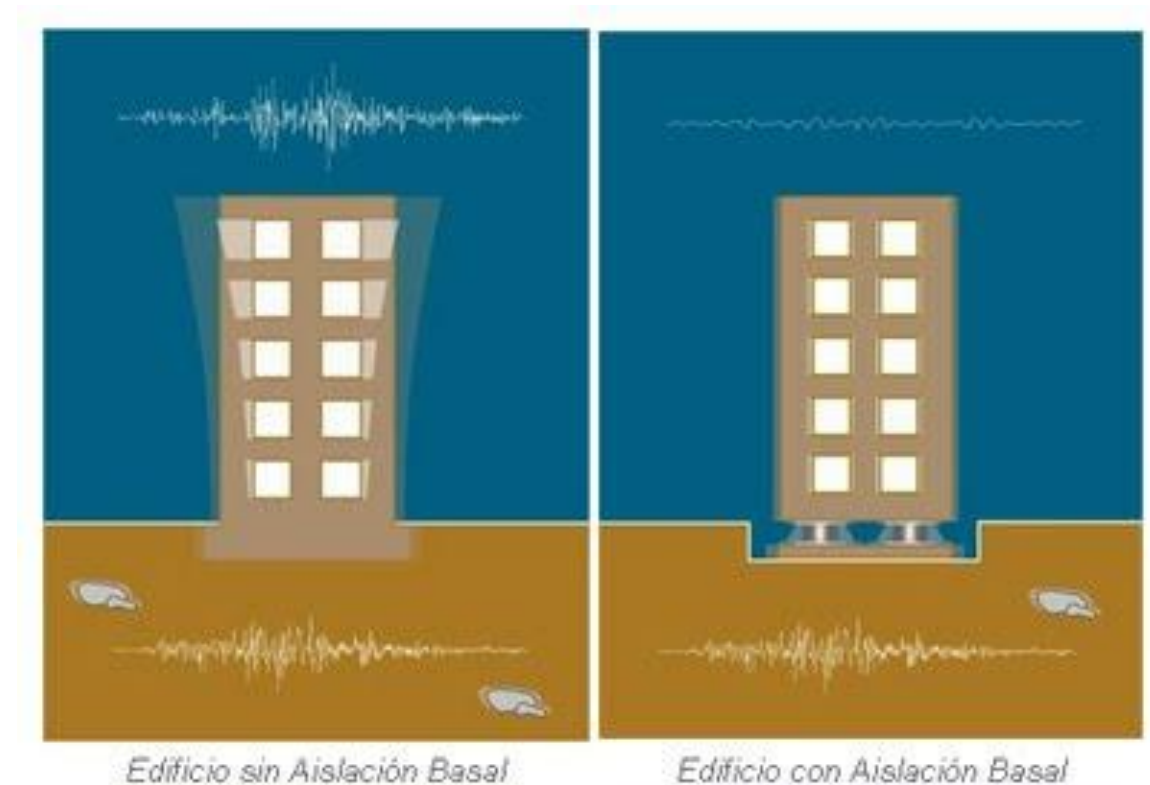
- Prevenció:

Amb l'objectiu de

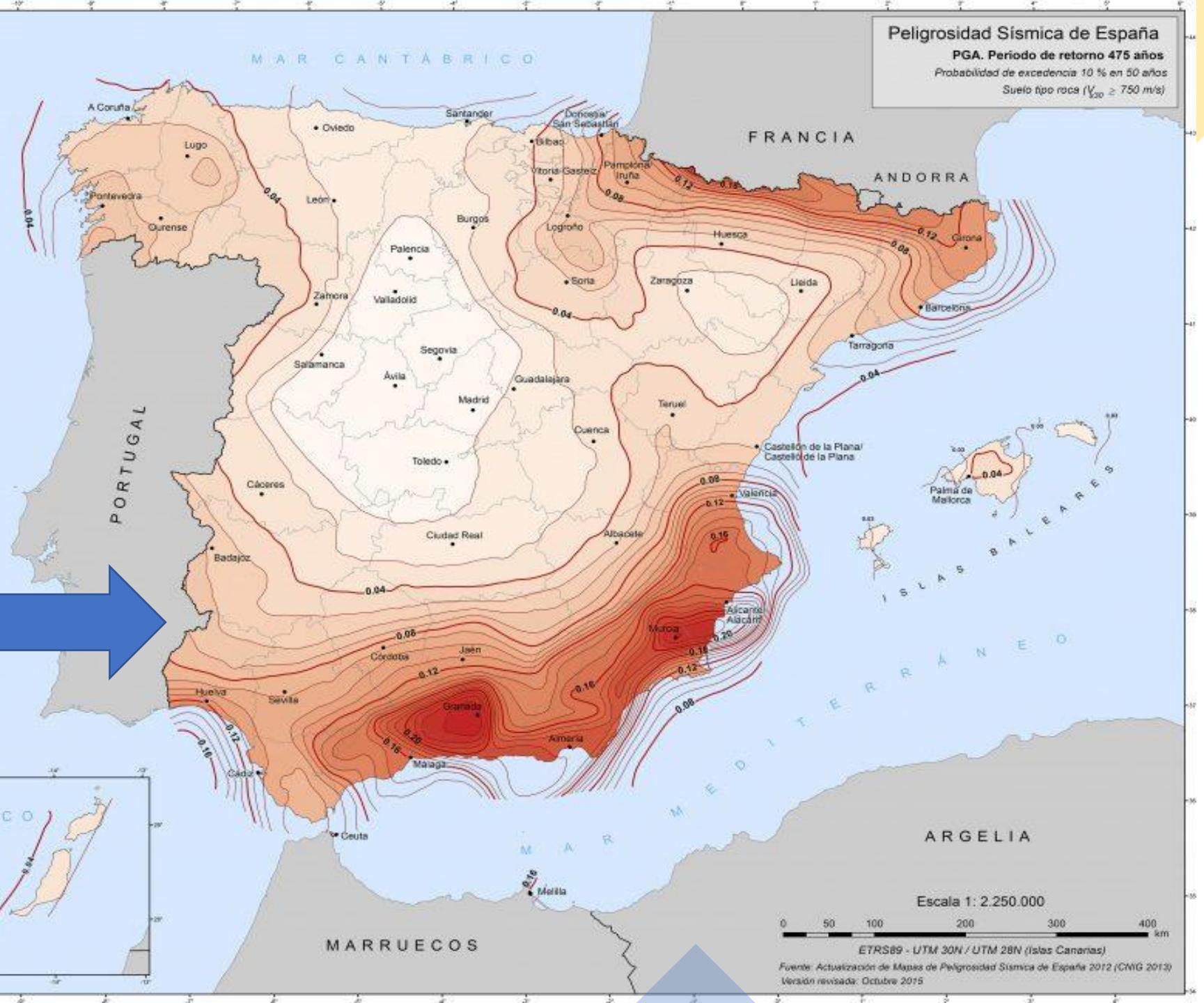
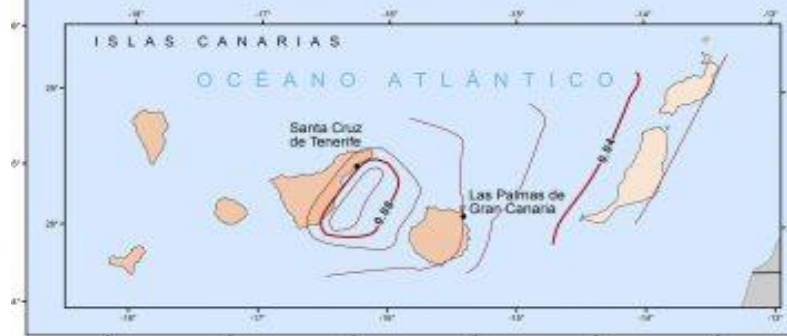
Reduir danys sobre persones i els seus béns

Com?

Edificis sismoresistents, educació població, mapes perillositat etc.



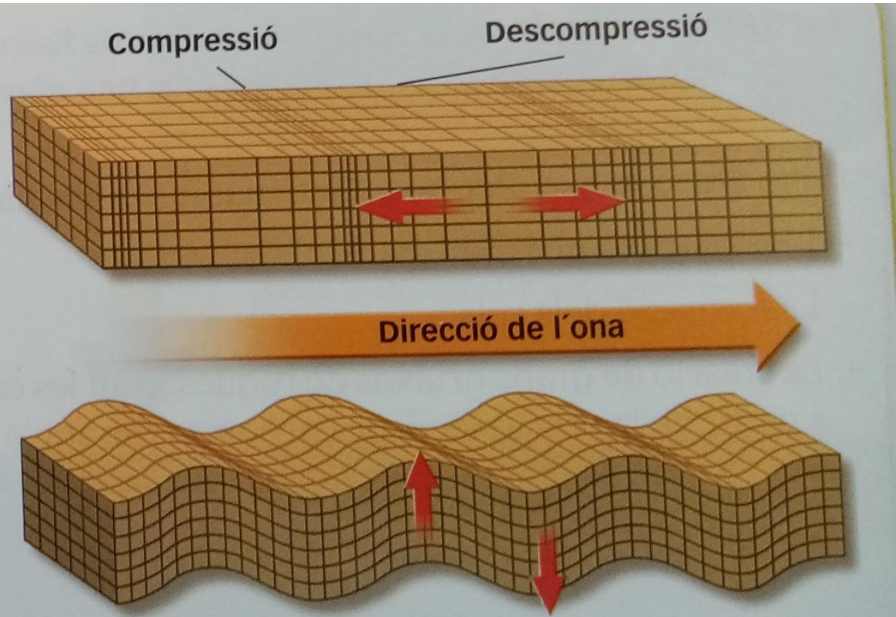
https://www.lavanguardia.com/local/sevilla/20210908/7707726/andalucia-prepara-gran-simulacro-regional-catastrofe-octubre-maremotos-terremotos-e-inundaciones.html?utm_medium=social&utm_source=facebook&utm_content=local



Activitat 1.- A partir de la imatge, completeu la taula:

Ones primàries (P). Són les més ràpides, per la qual cosa són les primeres que arriben als sismògrafs. Les partícules vibren en la mateixa direcció que l'ona mitjançant moviments de compressió i descompressió. Són capaces de travessar tant materials sòlids com líquids, encara que redueixen la seva velocitat quan travessen els líquids.

Ones secundàries (S). La seva velocitat és inferior, per la qual cosa els sismògrafs les registren en segon lloc. Les partícules vibren perpendicularment a la trajectòria de l'ona. Només es propaguen a través de materials sòlids, no pels fluids.



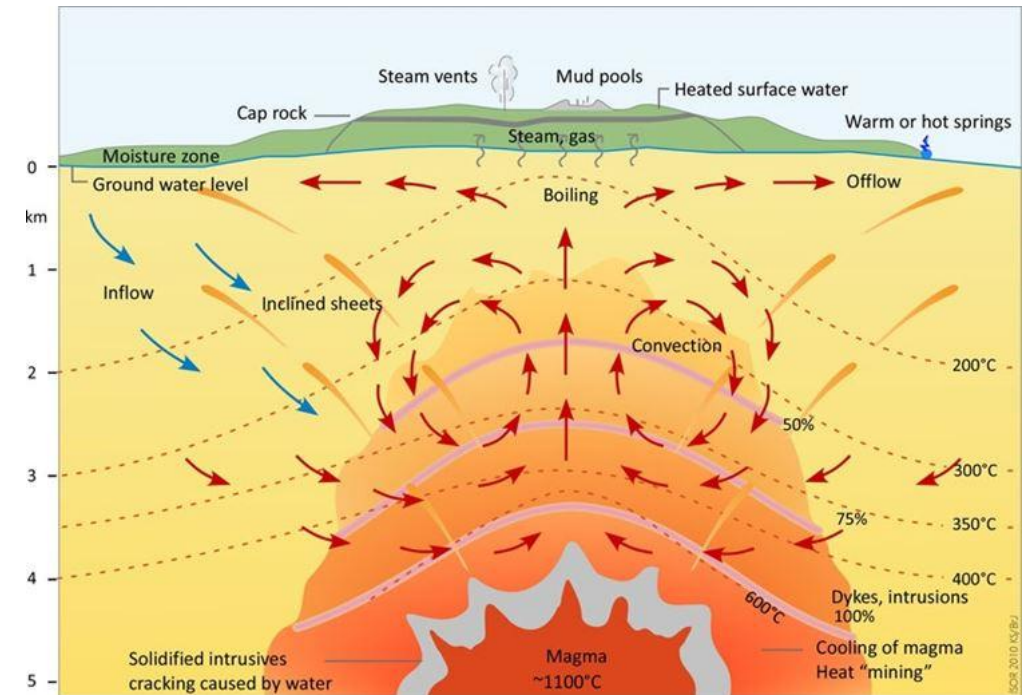
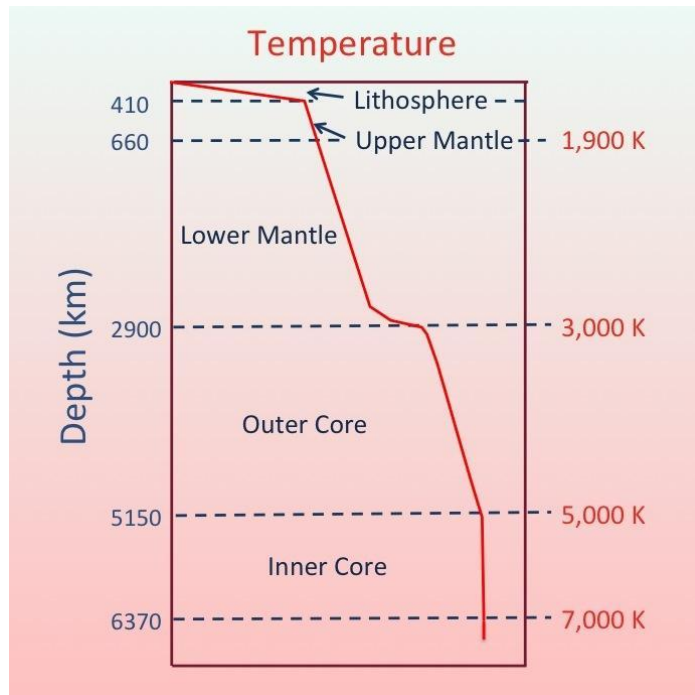
TIPUS D'ONA	MATERIAL QUE POT TRAVESSAR	VELOCITAT

2. El motor intern de la Terra

GRAVETAT i ENERGIA INTERNA en forma de calor:

Calor: procedeix dels primers estadis de formació de la Terra, en que estava fosa + desintegració radioactiva d'isòtops inestables.

GRADIENT GEOTÈRMIC: augment de la T^a cap a l'interior de la Terra (3°/100 metres)



E geotèrmica Islàndia:

https://www.ted.com/talks/jean_baptiste_p_koehl_iceland_s_superpowered_underground_volcanoes (5')

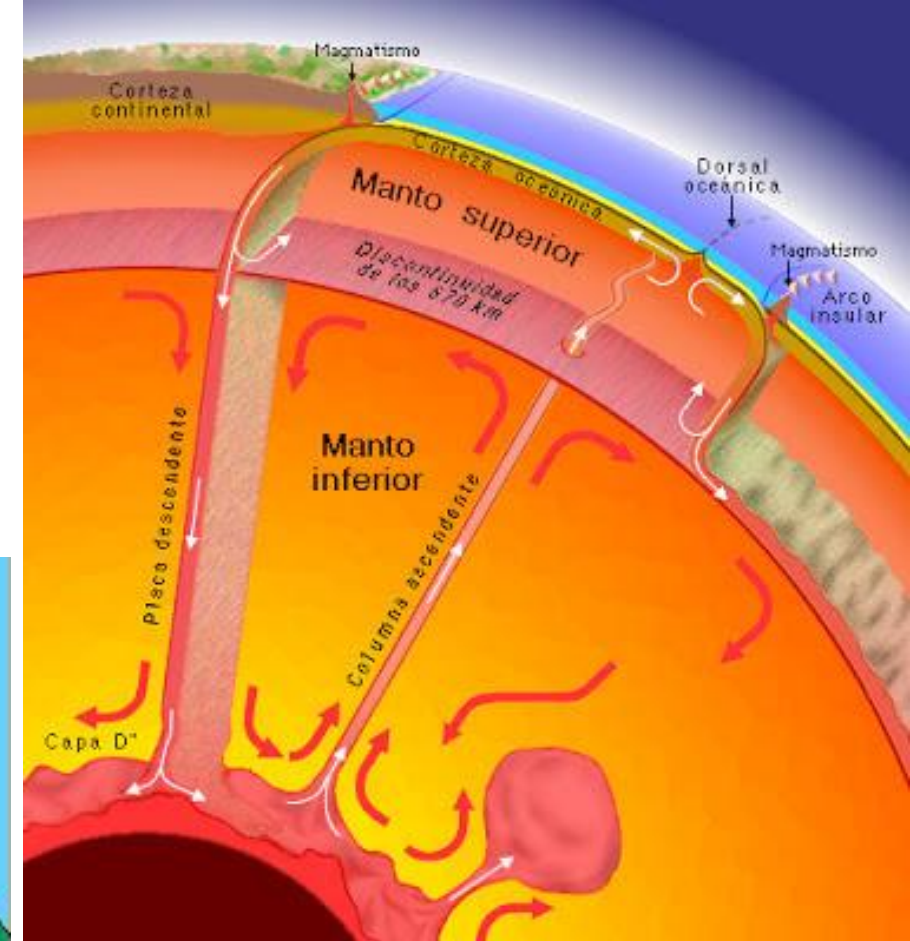
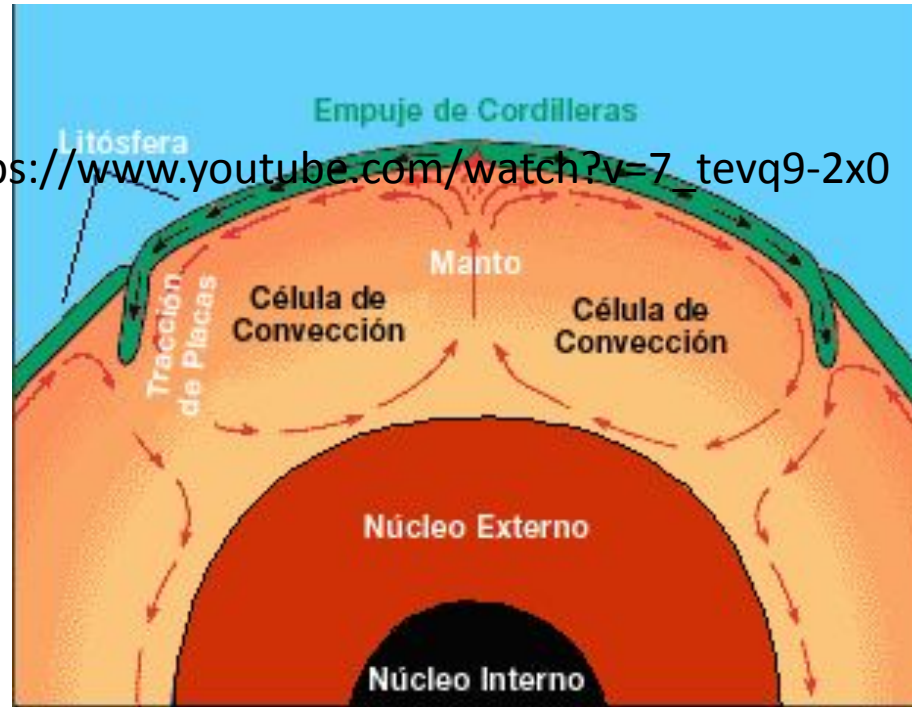
Transport del calor

- **FLUX TÈRMIC:**

quantitat d'energia calorífica que arriba a la superfície des de l'interior de la Terra.

- **CORRENTS DE CONVECCIÓ:**

el material calent, menys dens, ascendeix cap a la superfície. Quan es refreda augmenta de densitat i es torna a enfonsar .



SIMULACIÓ CORRENTS CONVECTIUS:

https://www.youtube.com/watch?v=7_tevq9-2x0 (1'21'')

https://www.youtube.com/watch?v=SxUj_vOXRvg (35'')



3.- Moviments de la litosfera

DERIVA CONTINENTAL- WEGENER

PRÀCTICA 1

FIXISME vs. 1912- Wegener □ Hipòtesi de la **deriva continental**

Relacionava fenòmens paleontològics, petrològics, paleoclimàtics i geogràfics.

“Els continents es poden desplaçar i abans estaven units formant una massa continental única: PANGEA.

Aquesta massa es va començar a fracturar i els fragments es van allunyar”

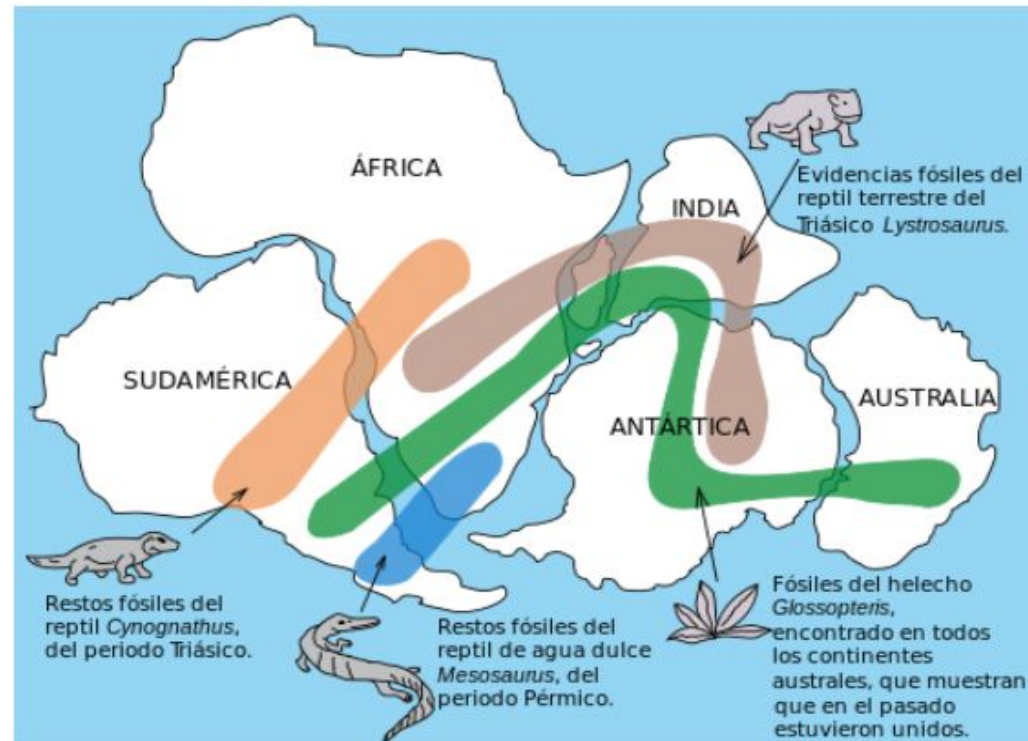
- https://www.youtube.com/watch?v=zR-vGHOn_h0 (1'36'')

PROVES GEOGRÀFIQUES

Wegener va sospitar que els continents podrien haver estat units en temps passats en observar una gran coincidència entre la forma de les costes dels continents, especialment entre Sud-Amèrica i Àfrica. Si en el passat aquests continents haguessin estat units formant només un (Pangea), és lògic que els fragments encaixin. La coincidència és encara més gran si es tenen en compte no les costes actuals, sinó els límits de les plataformes continentals.

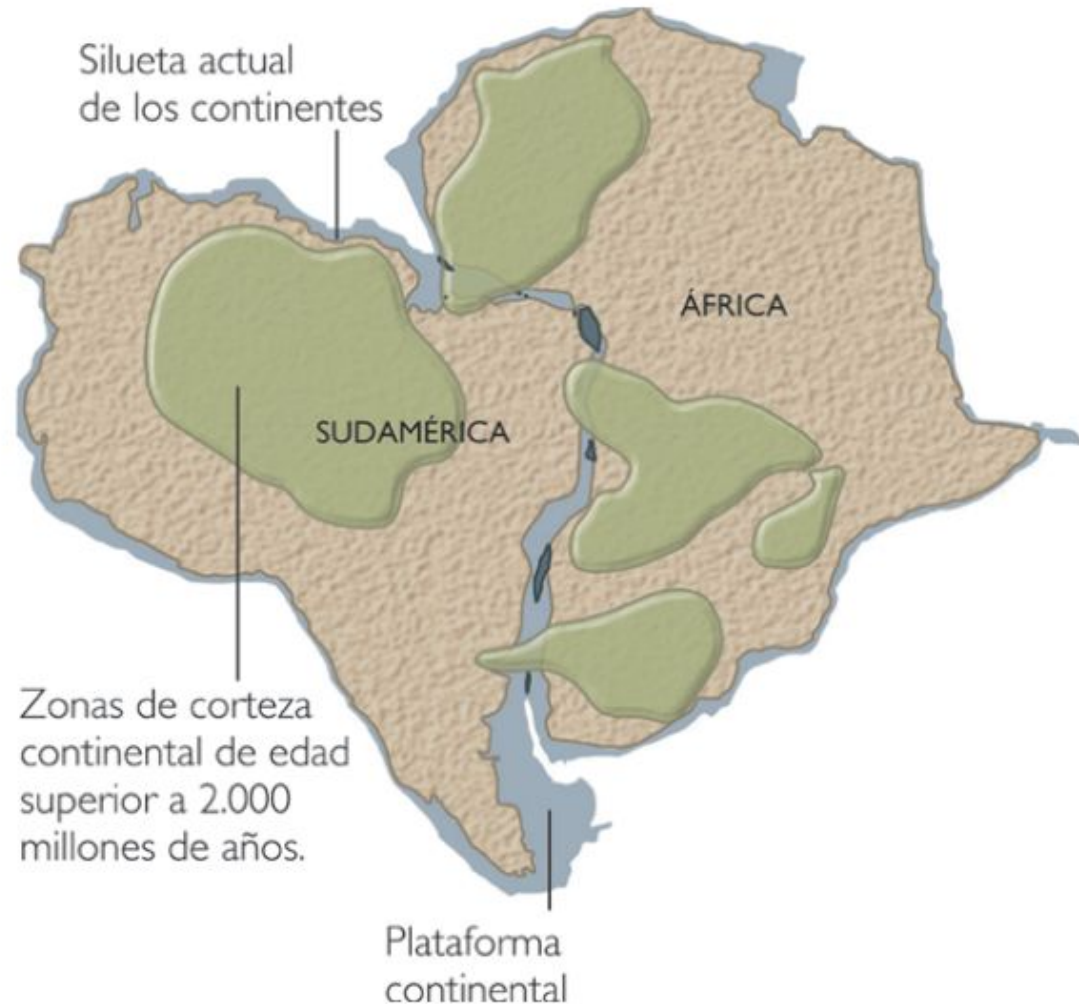
PROVES PALEONTOLÒGIQUES.

Es van trobar fòssils d'un mateix falguera de fulla caduca a Sud-amèrica, Sud-àfrica, Antàrtida, Índia i Austràlia. Així com fòssils del rèptil *Lystrosauros* a Sud-àfrica, Índia i Antàrtida, i fòssils de *Mesosaurus* al Brasil i Sud-àfrica. Això indicava que tant aquesta fauna com la flora pertanyien a unes mateixes zones comunes que s'anirien distanciant amb el pas del temps, és clar, amb el lliscament dels continents.



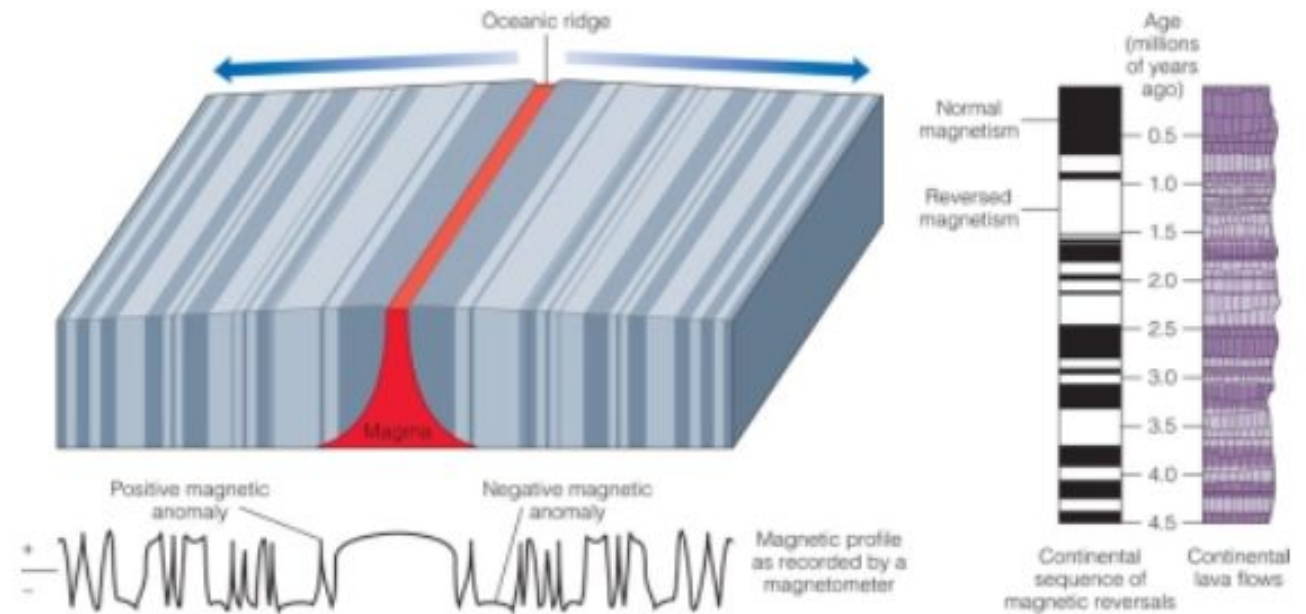
PROVES GEOLÒGIQUES.

D'una banda, l'ajust de les vores de la plataforma continental entre els continents africà i sud-americà, és a dir, que encaixaven l'un amb l'altre. D'altra banda, la continuació de les cadenes muntanyoses al continent sud-americà i en l'africà, avui dia separades per l'oceà Atlàntic. I per últim, la continuació de les cadenes muntanyoses europees i nord-americanes. Actualment separades per l'oceà Atlàntic.



PROVES PALEOMAGNÈTIQUES.

Es pot saber quina era la posició dels continents respecte als pols, atenent al magnetisme procedent de la composició de les seves roques. D'aquesta manera, observant els traçats magnètics es va arribar a la conclusió que hi va haver amb anterioritat una conglomeració dels continents actuals.



PROVES PALEOCLIMÀTIQUES.

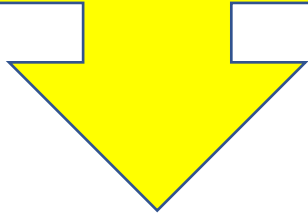
La presència d'un mateix model erosionat en diferents continents, dona peu a pensar, que tots ells van romandre en el passat units ja que posseïen el mateix clima. Per exemple, els mateixos dipòsits morrénics a Sud-àfrica, Amèrica del Sud, Índia i Austràlia.



4. Expansió del fons oceànic

SONAR □ mapes detallats dels fons oceànics

LABORATORI □ estudi de la radioactivitat i el magnetisme de les roques.



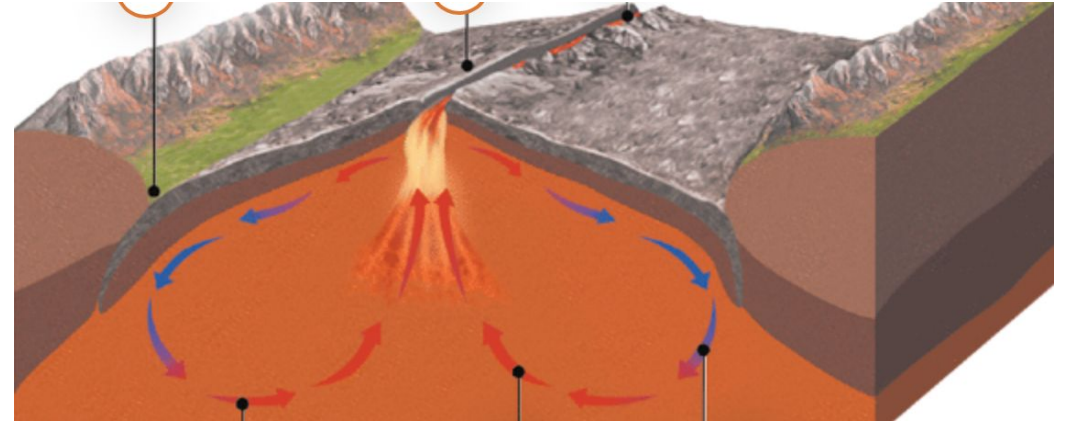
**TEORIA EXPANSIÓ DELS
FONS OCEÀNICS-
HENRI HESS**



A). Característiques del fons oceànic

Característiques del fons oceànic

1. Està recorregut longitudinalment per una serralada, la dorsal oceànica, que a la part central presenta una escletxa profunda, el **rift**.
2. Els seus basalts són molt joves, i la seva edat s'incrementa simètricament quan ens allunyem de la dorsal.
3. La dorsal té pocs sediments, o cap, a la superfície, i en té més quant més ens allunyem de la dorsal.
4. Lluny de les dorsals, i paral·leles al continent, apareixen **fosses oceàniques** profundes.

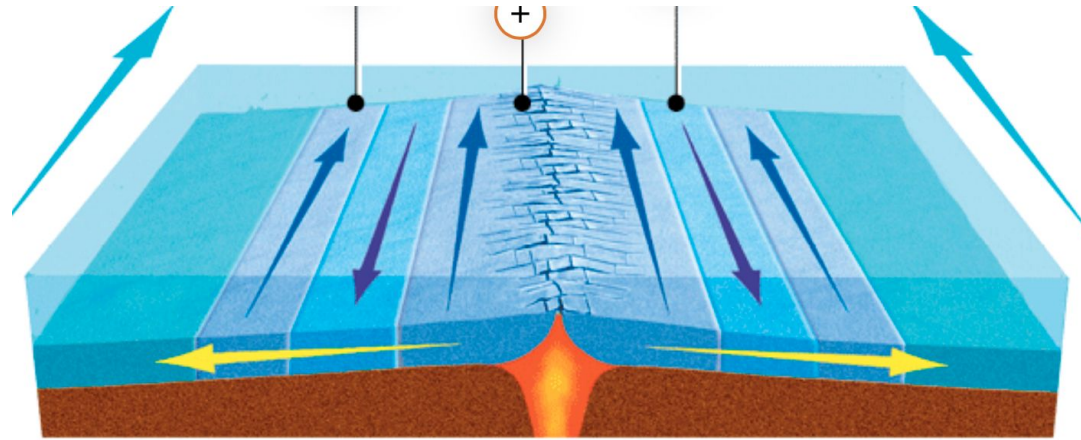


Els corrents de convecció emergeixen a través del rift de les dorsals, creen nou fons oceànic i l'empenyen a banda i banda de la dorsal. Això explica per què els materials són joves a prop de la dorsal i no tenen sediments.

Les branques descendents d'aquestes cèl·lules o corrents convectius se situen a les fosses oceàniques, on s'enfonsa l'escorça oceànica. Aquesta és la raó per la qual les roques oceàniques, que són destruïdes a les fosses oceàniques, tenen una edat molt inferior a la dels continents

B). Paleomagnetisme i patró de bandes del fons oceànic.

Quan una nova roca es forma a partir del magma, passa per un període de refredament durant el qual els seus minerals ferromagnètics es van orientant segons el camp magnètic terrestre.



Als basalts del fons oceànic existeix un patró de bandes alternats de polaritat magnètica normal i invertida, paral·leles i simètriques a banda i banda de la dorsal.

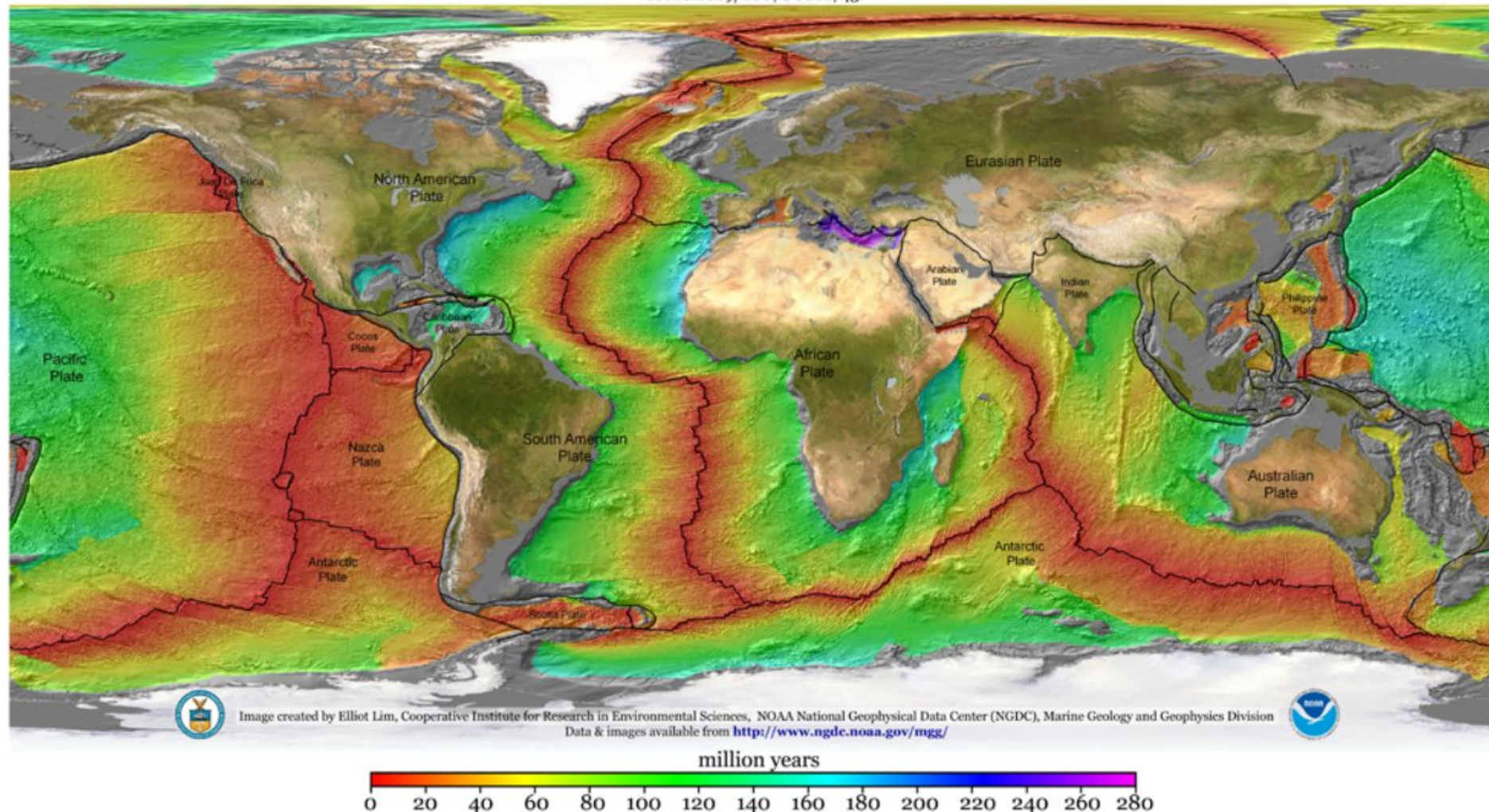
La teoria de Hess va proporcionar una explicació: els magmes basàltics llançats per la dorsal queden magnetitzats segons la direcció del camp magnètic existent en aquell moment. En expandir-se el fons oceànic, la banda de material magnetitzat acabada de formar s'allunya de la dorsal.

Com que la polaritat del camp magnètic s'inverteix cada cert temps, les bandes paral·leles a la dorsal queden magnetitzades alternativament en posicions oposades.

Age of Oceanic Lithosphere (m.y.)

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.



Exercici: Marie Tharp

Marie Tharp va ser una geòloga i una de les millors cartògrafes. Organitzeu-vos per parelles i elaboreu una infografia que respongui les qüestions següents.

- a. Ressenya biogràfica de M. Tharp i la seva contribució com a dona en la ciència.
- b. Quines fites va aconseguir i quina relació tenen amb el treball de Hess?
- c. On treballava? Quin interès hi havia a la seva època pel coneixement del fons marí?
- d. Quina relació té el seu treball amb l'ODS 5, tenint en compte que a l'època en què investigava no s'admetien les dones als vaixells d'investigació?

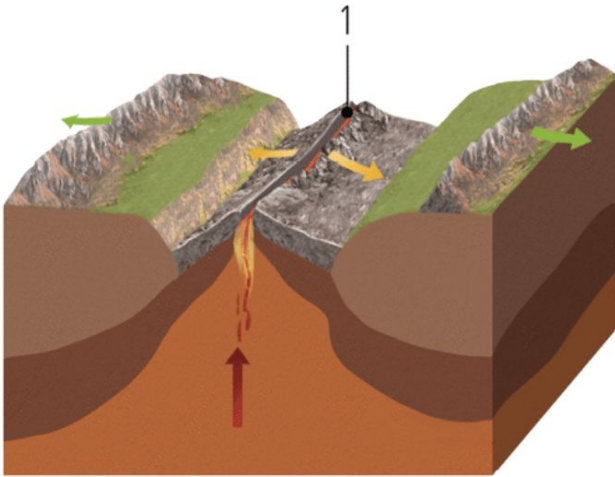
5. La teoria de la tectònica de plaques

- Considera que la litosfera és un mosaic de fragments de mides diverses: **les plaques litosfèriques o tectòniques**. Les plaques encaixen entre si i experimenten desplaçaments verticals i horitzontals sobre el mantell superior sublitosfèric.
- Les zones de contacte entre plaques reben el nom de **vores o límits de plaques**. Són regions geològicament molt actives on es concentra gairebé tota l'activitat sísmica i volcànica del planeta.
- Les plaques litosfèriques estan formades per l'escorça més la part superficial del mantell terrestre. Resulten de la fragmentació de la litosfera.
- La major part de les plaques són mixtes, ja que estan formades per litosfera continental i oceànica. Hi ha un nombre reduït de plaques que estan formades del tot o quasi del tot per litosfera oceànica. Són les **plaques oceàniques**.



A) El moviment horitzontal de les plaques tectòniques

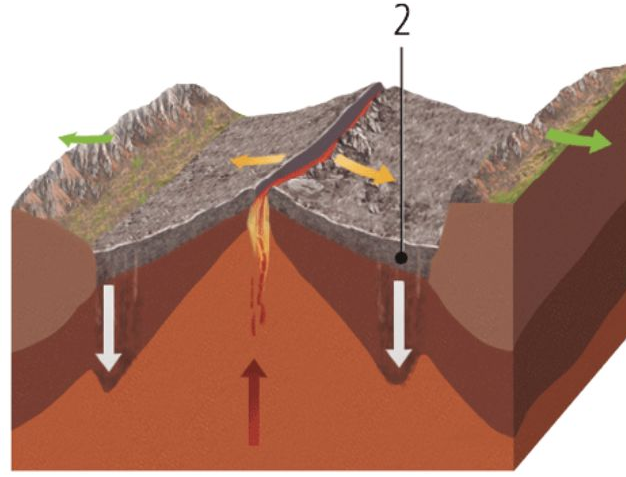
S'explica per l'efecte combinat de tres processos:



1. Expansió del fons oceànic

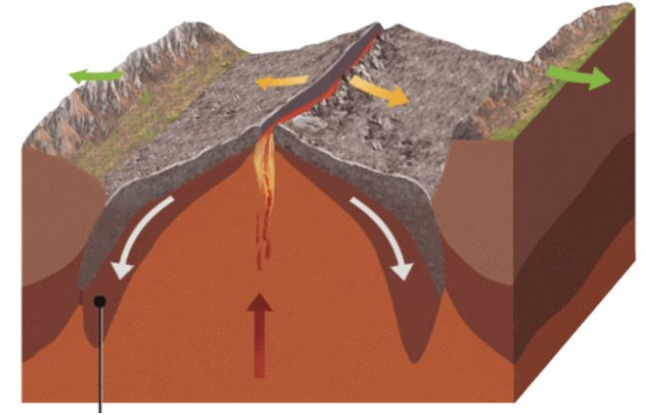
Els materials del mantell que es fonen i pugen cap a la litosfera, la fragmenten i originen una dorsal.

A la dorsal es crea nova litosfera oceànica. Els nous materials obliguen les plaques tectòniques a separar-se.



2. Lliscament gravitatori de les plaques oceàniques.

La placa oceànica, en allunyar-se de la dorsal, es refreda, es fa més grossa per l'acumulació de sediments i es fa més densa, fet que provoca que s'enfonsi. Això afavoreix el lliscament de les plaques per efecte de la gravetat.



3. Subducció de les plaques al mantell

La zona de contacte entre la litosfera oceànica i la continental es debilita per subsidència (enfonsament) i acaba fragmentant-se.

La litosfera oceànica més densa subdueix, és a dir, s'enfonsa en el mantell i a poc a poc aquest efecte es va estenent a tota la placa des de la dorsal.

B) Els límits de les plaques tectòniques

Quan dues plaques tectòniques es troben, entre elles es pot donar:

- **Moviment divergent.** Les dues plaques se separen: es denominen “**vores constructives**”.
- **Moviment de cisalla.** Les dues plaques llisquen lateralment: “**vores passives.**”
- **Moviment convergent.** Les dues plaques s’aproximen: s’anomena “**vores destructives**”.

- Límits constructius o divergents

En aquestes vores ni es crea ni es destrueix litosfera, ja que les plaques llisquen amb un moviment de cisalla lateral al llarg d'una falla transformant.

La majoria dels límits passius es troben als fons marins, com fractures transversals que interrompen l'eix de les dorsals. Alguns, com és el cas de la **falla de San Andrés** a Califòrnia, estan emergits.

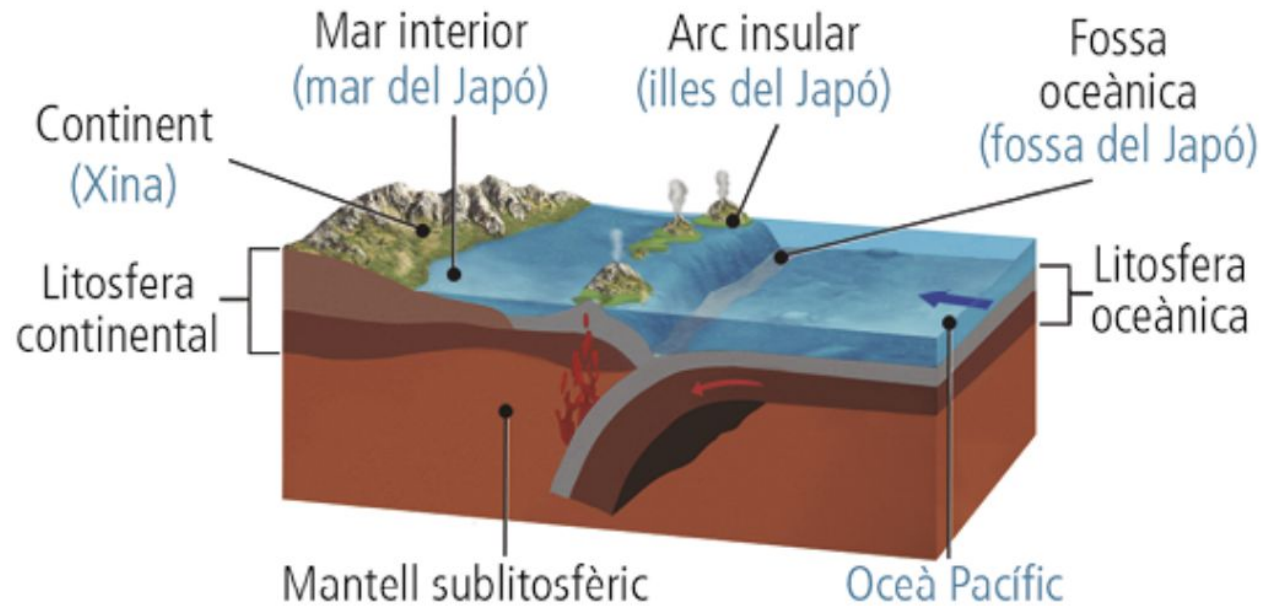
- Límits destructius o convergents

En aquestes vores es destrueix la litosfera, ja que les plaques s'aproximen i una s'introdueix a sota de l'altra. Es poden donar tres possibilitats:

Convergència entre dues plaques oceàniques

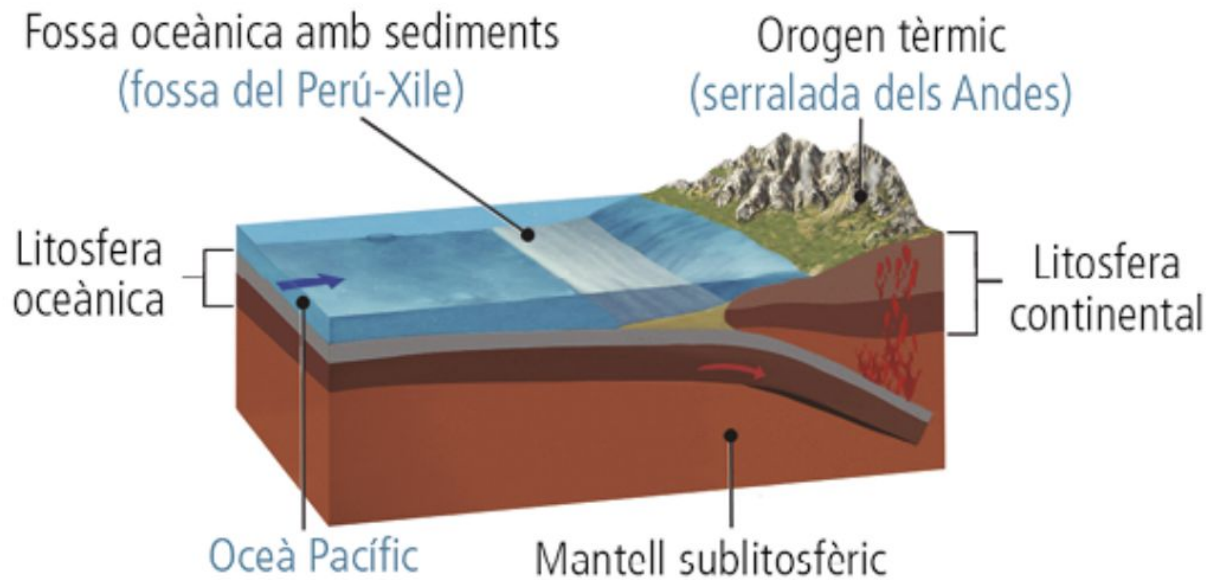
La placa oceànica més densa subdueix sota l'altra i origina:

- Una **fossa oceànica** molt profunda a la zona de contacte entre les dues plaques.
- Una **sismicitat** intensa per fricció i **vulcanisme** per fusió. A la vora de la placa que no subdueix s'originen els **arcs insulars** (filera de volcans que emergeixen com a illes volcàniques).
- Un mar interior entre un continent i l'arc insular quan una de les plaques oceàniques que convergeix es troba a prop del continent.



- Límits destructius o convergents

En aquestes vores es destrueix la litosfera, ja que les plaques s'aproximen i una s'introdueix a sota de l'altra. Es poden donar tres possibilitats:



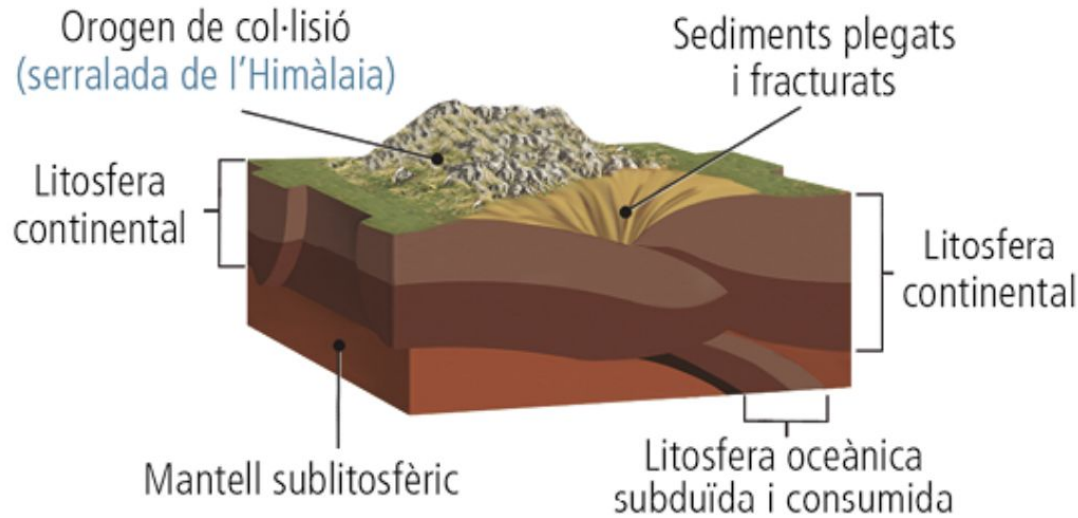
Convergència entre una placa continental i una placa oceànica.

La placa oceànica, més densa, subdueix sota la continental i origina:

- Una **fossa oceànica** menys profunda que al límit anterior. A sobre s'hi acumula una gran quantitat de sediments plegats.
- Una **sismicitat** intensa per fricció i **vulcanisme** per fusió. Els magmes, quan ascendeixen, originen l'elevació i deformació de la vora de la litosfera continental, fet que genera una **serralada** o **orogen tèrmic**.

- Límits destructius o convergents

En aquestes vores es destrueix la litosfera, ja que les plaques s'aproximen i una s'introdueix a sota de l'altra. Es poden donar tres possibilitats:



Convergència entre dues plaques continentals

Es produeix la col·lisió continental. La litosfera continental, rígida, gruixuda i lleugera, no pot subduir. Es produeix una **obducció**.

L'**obducció** es caracteritza per:

- La litosfera continental es fa més grossa, es plega i es fractura, i dona lloc a una **serralada** o **orogen de col·lisió** o **intracontinental**.
- L'energia alliberada en fracturar-se la litosfera genera **sismicitat**.

- Límits passius o conservatius

En aquestes vores es crea litosfera oceànica i les plaques se separen entre si. Coincideixen amb la posició de les **dorsals oceàniques**.

El flux continu de magmes genera un **vulcanisme** intens.

Les dorsals solen estar interrompudes per **falles transformants**, la qual cosa fa que siguin zones de sismicitat forta, a causa de la fricció generada entre els blocs que llisquen.

També hi ha límits divergents intracontinentals: els rifts són grans depressions, generades per fracturació de la litosfera, on es produeix un vulcanisme intens. Quan el mar inunda la zona, es forma un nou oceà. Ex: **Gran Vall del Rift (Àfrica)**.