




7

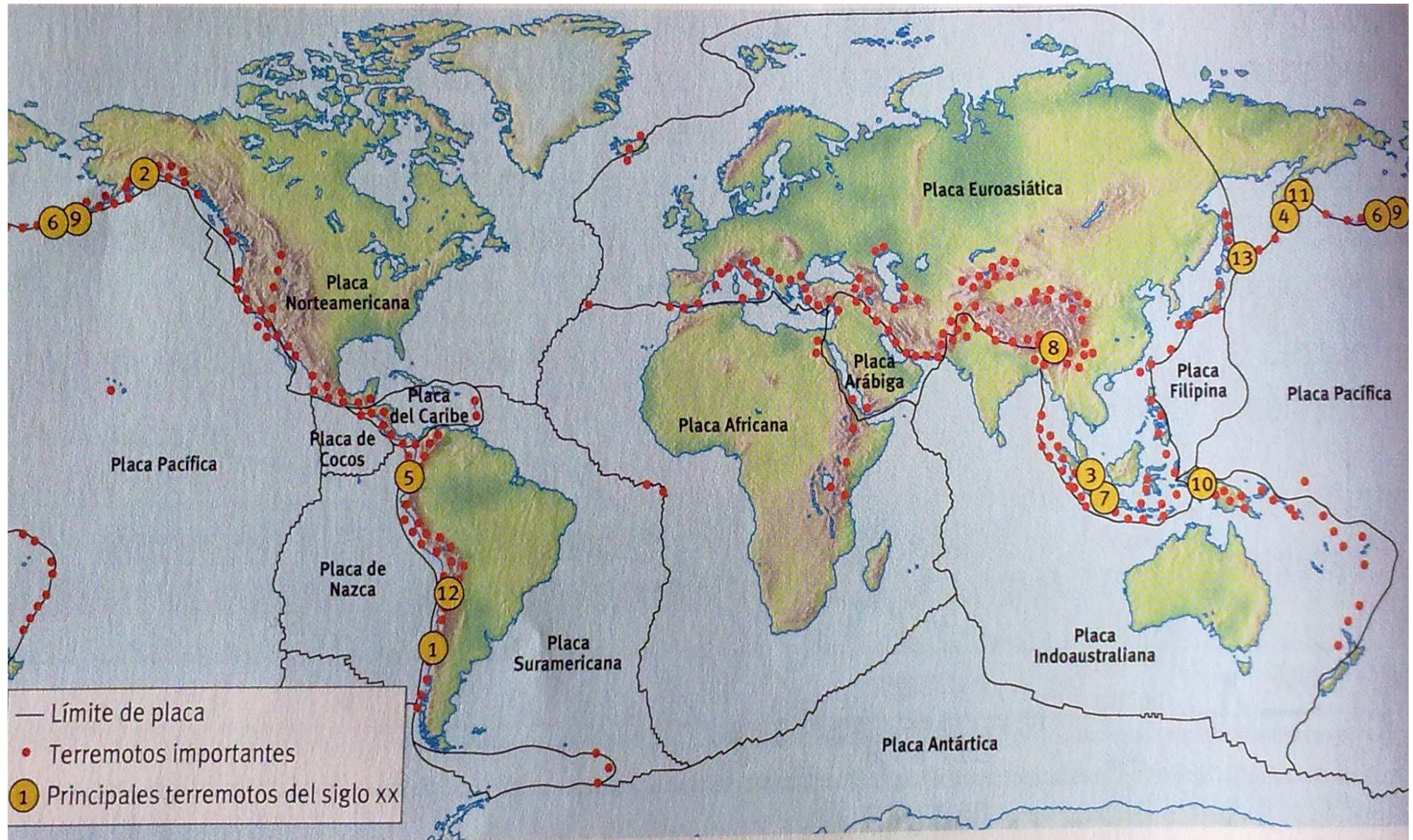
Volcans i terratrèmols

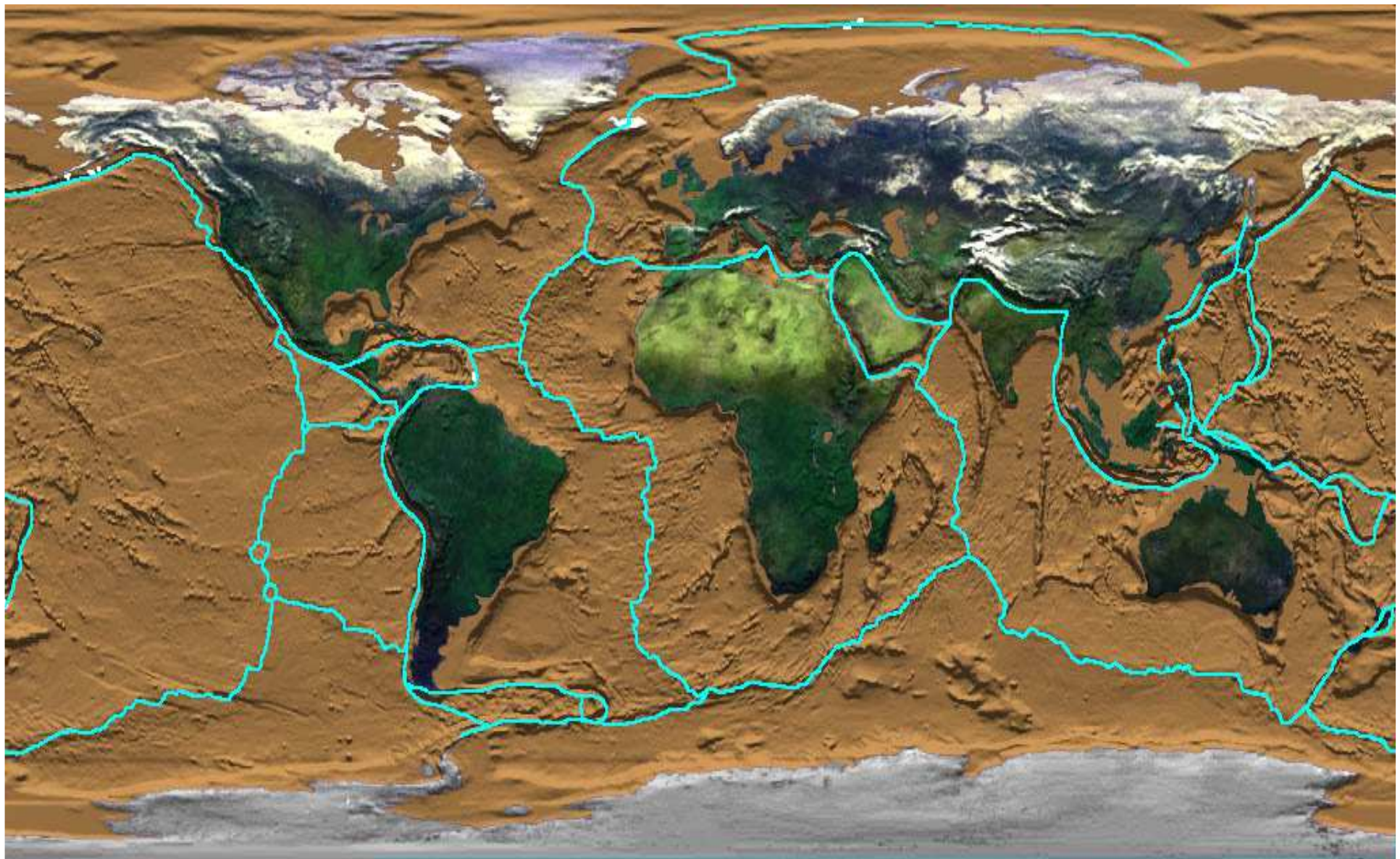


-  ESQUEMA
-  RECURSOS
-  INTERNET

**TERRATRÈMOLS**



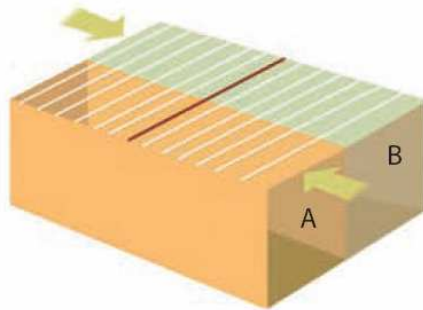




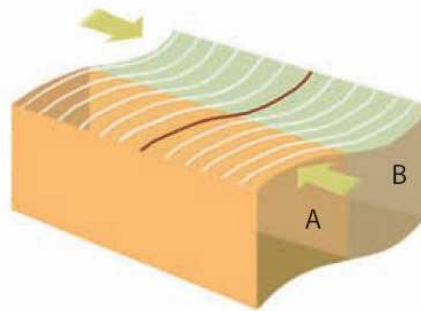
# Terratrèmols

Animació: <http://www.bioygeo.info/Animaciones/ElasticRebound.swf>

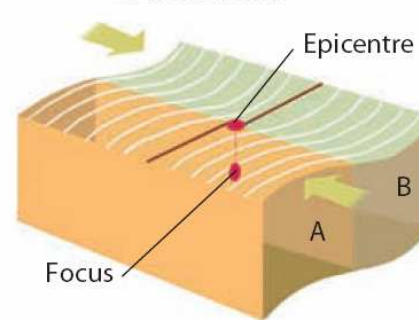
A. Posició original



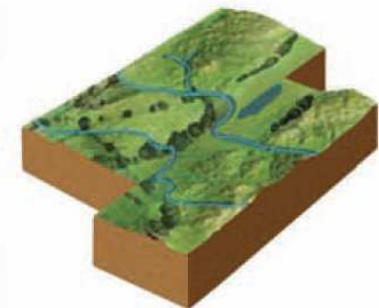
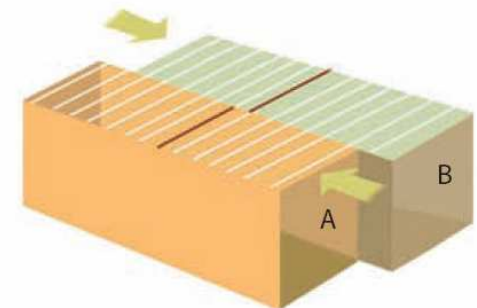
B. Augment de la deformació



C. Terratrèmol



D. Relaxació d'esforços

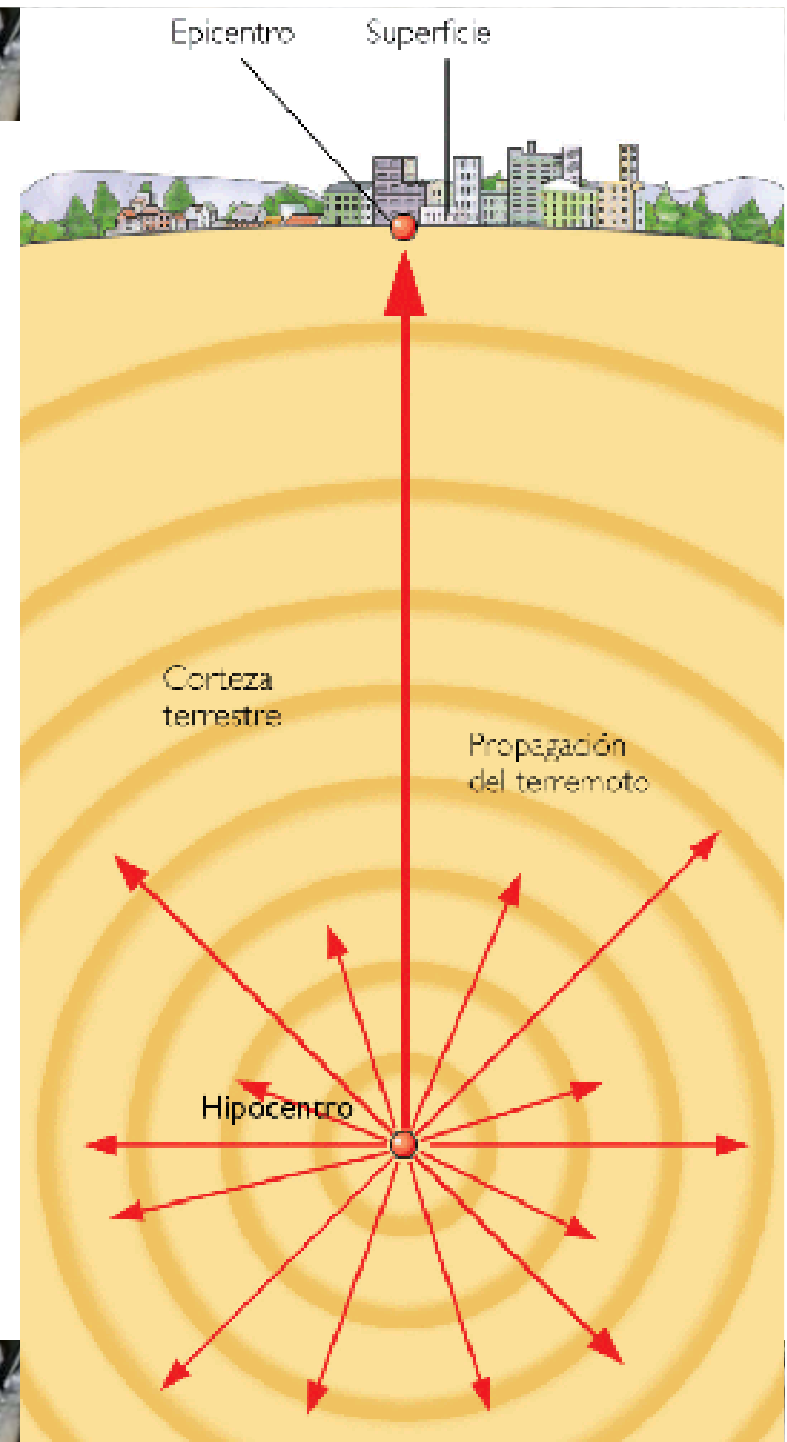


## Què són?

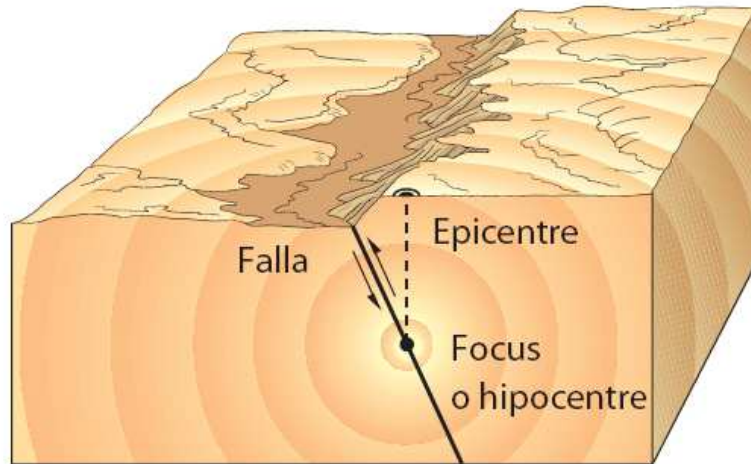
Un terratrèmol és un tremolor que es manifesta a la superfície terrestre a causa de l'alliberament de l'energia acumulada en un punt situat al mantell superior.

L'hipocentre és el punt on s'origina el terratrèmol i s'allibera energia en forma d'ones.

L'epicentre és el punt de la superfície que queda perpendicular a l'hipocentre



## Terratrèmols: epicentre i hipocentre



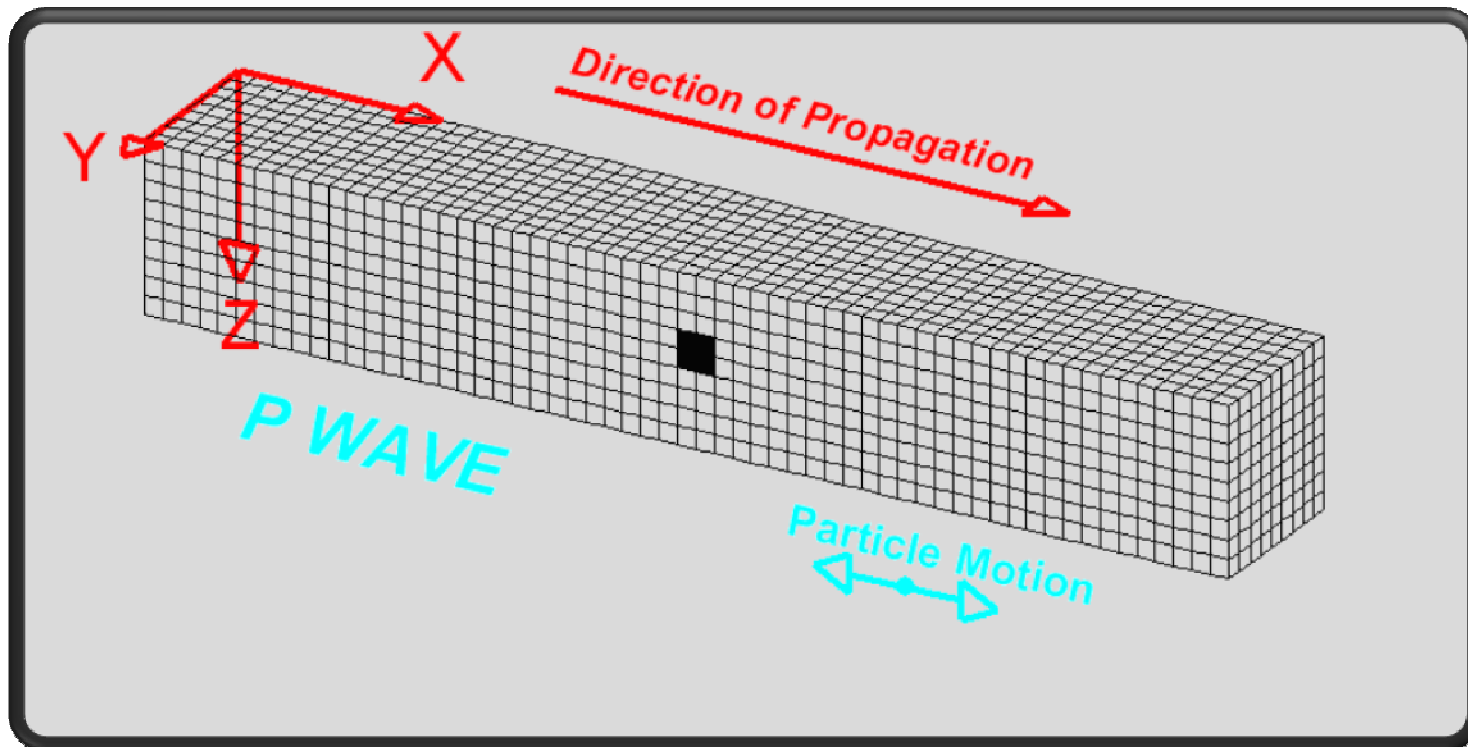
Relació entre l'epicentre i l'hipocentre, o focus, d'un terratrèmol. En aquesta figura també es mostra el front d'ones que radia en totes direccions a partir del focus del terratrèmol.

L'energia que es despen de l'hipocentre es propaga en forma d'ones per l'interior de la Terra.

L'interior de la Terra no és homogeni, i per tant, aquestes ones s'expandeixen de forma diferent cadascuna.

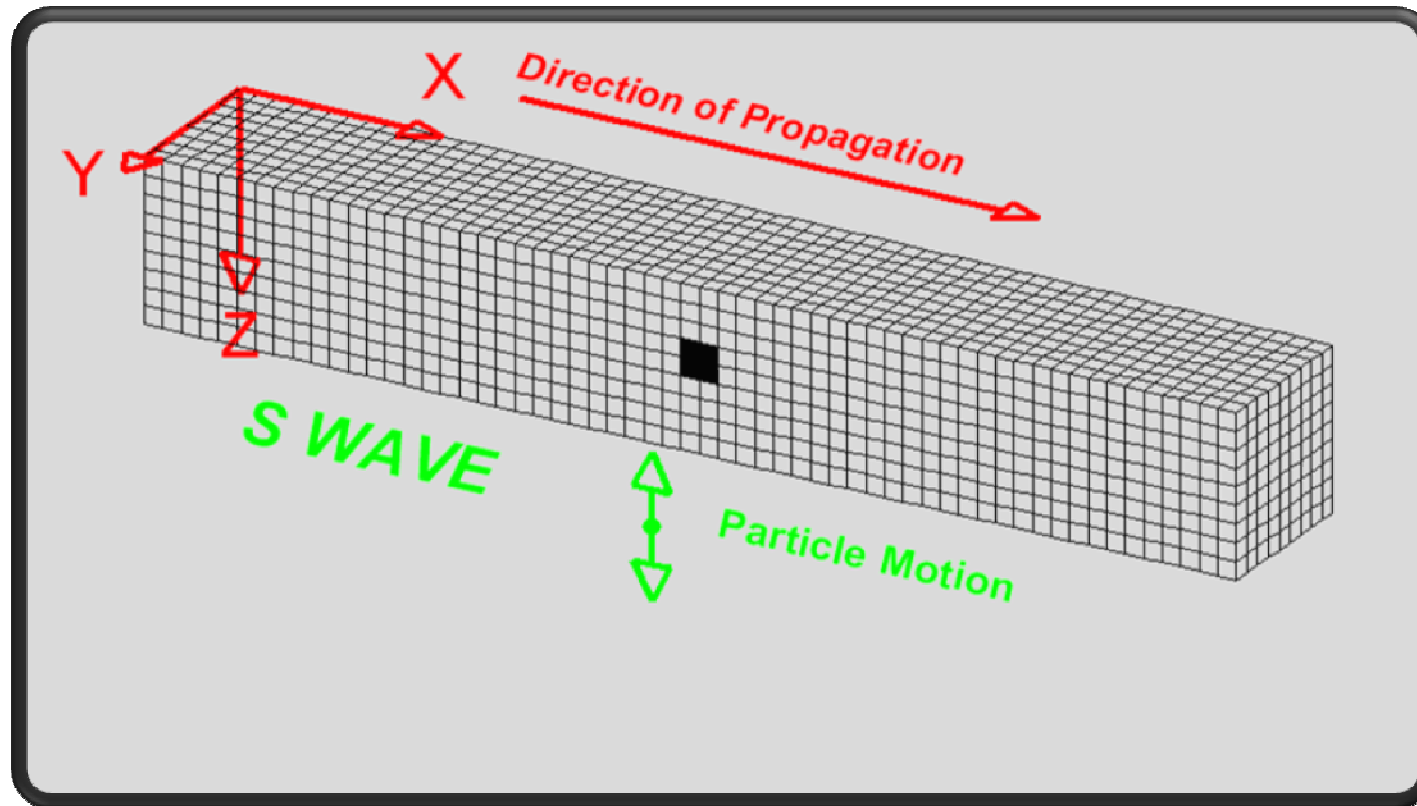


## Tipus d'ones



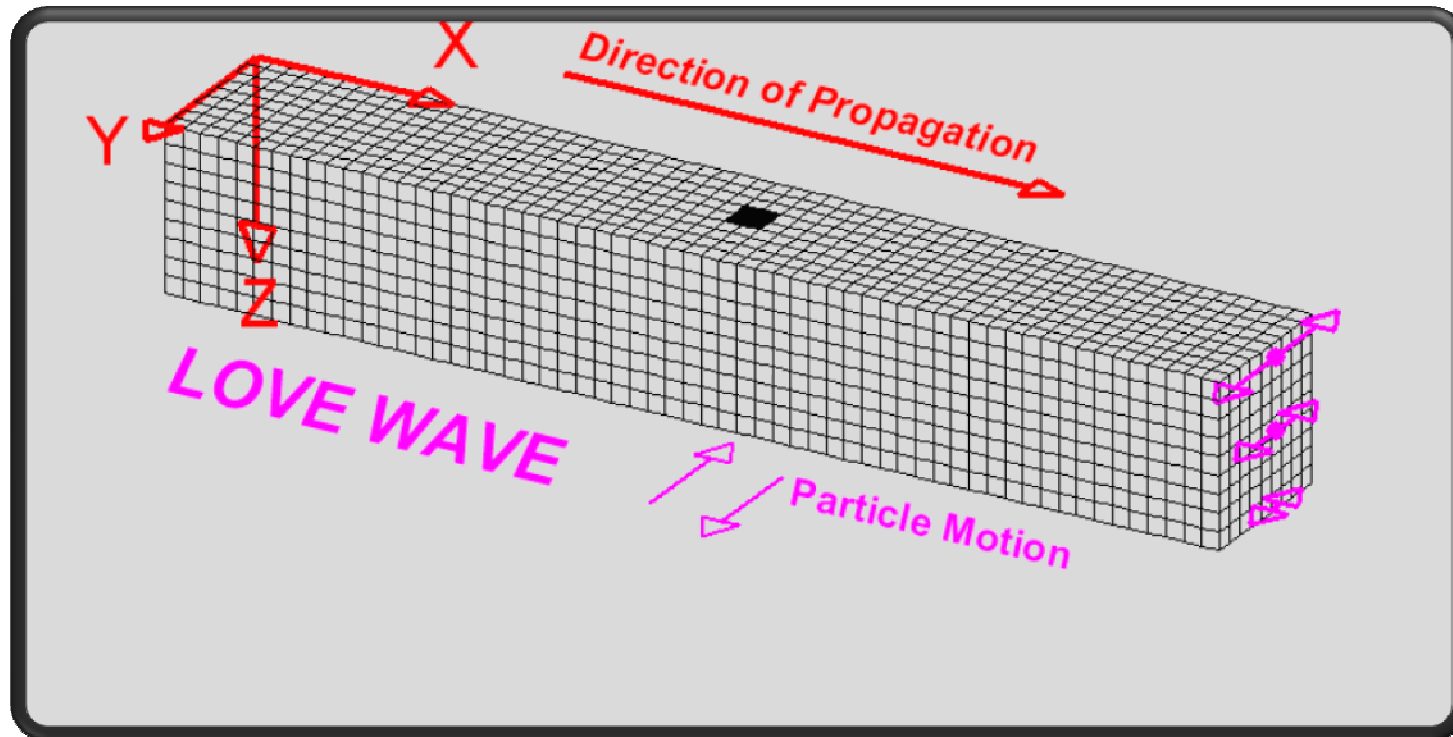
**Ones P** - Són les ones més ràpides. Travessen tan sòlids com líquids.



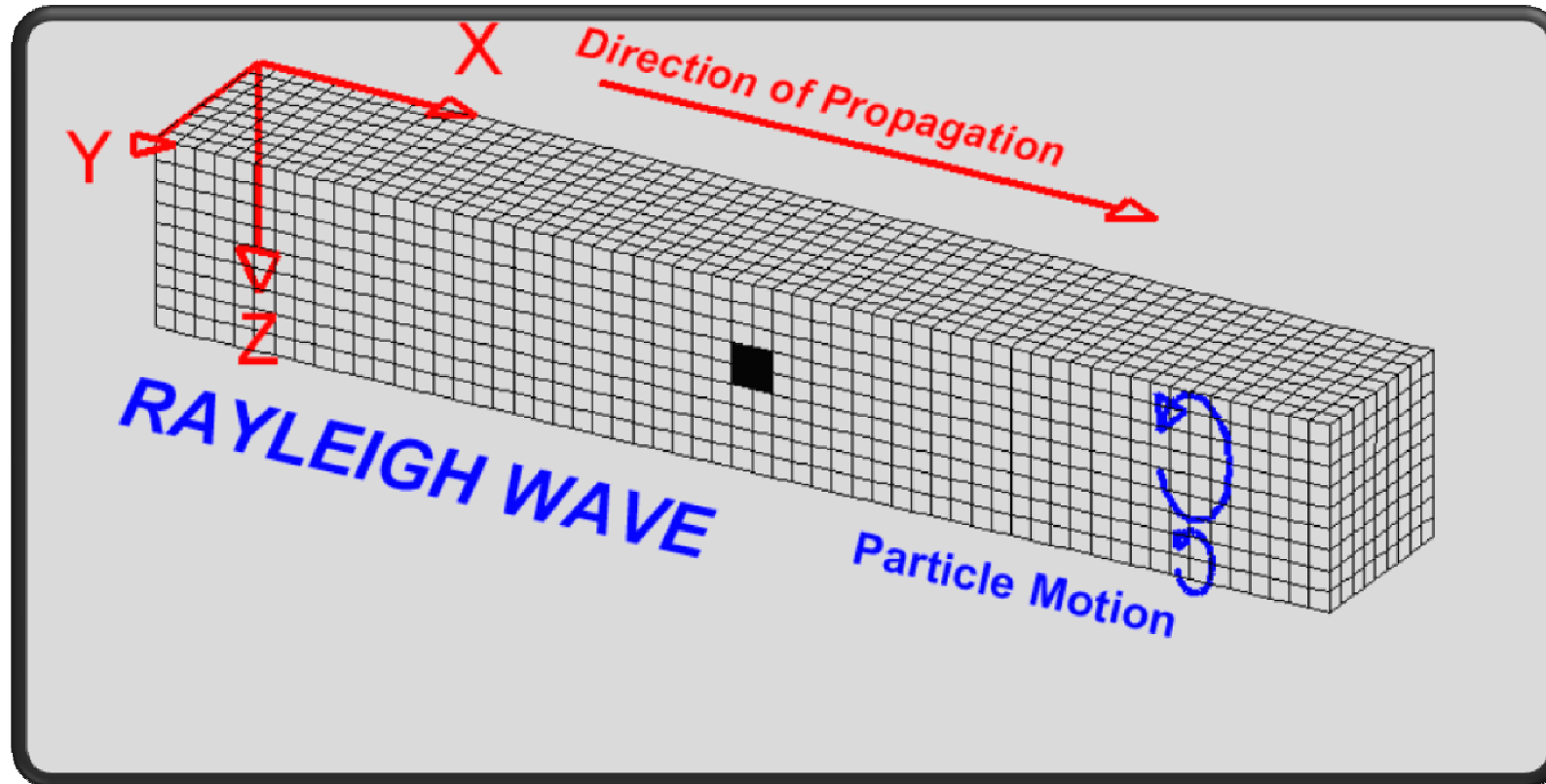


**Ones S** - Són més lentes que les ones P i només poden travessar sòlids.

## Ones superficials

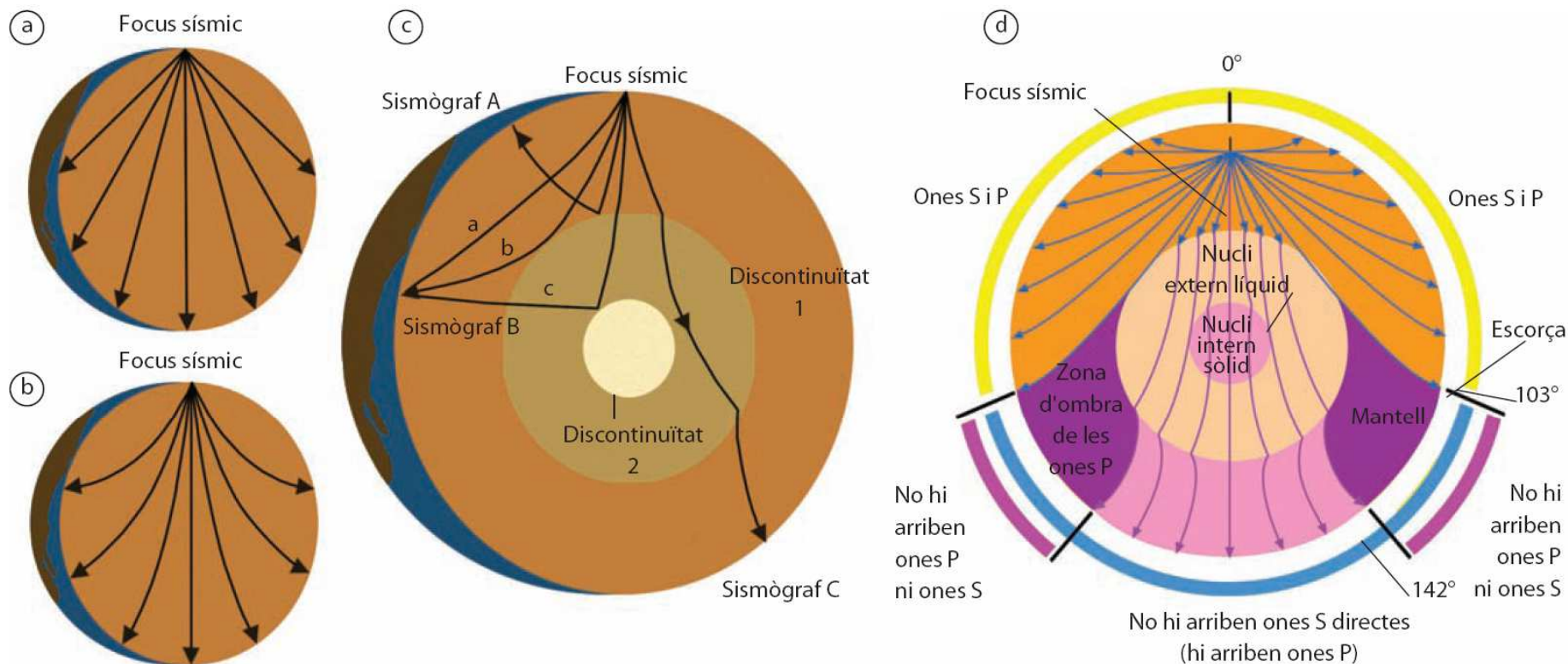


**Ones L** - Es mouen horitzontalment i afecten els fonaments dels edificis.



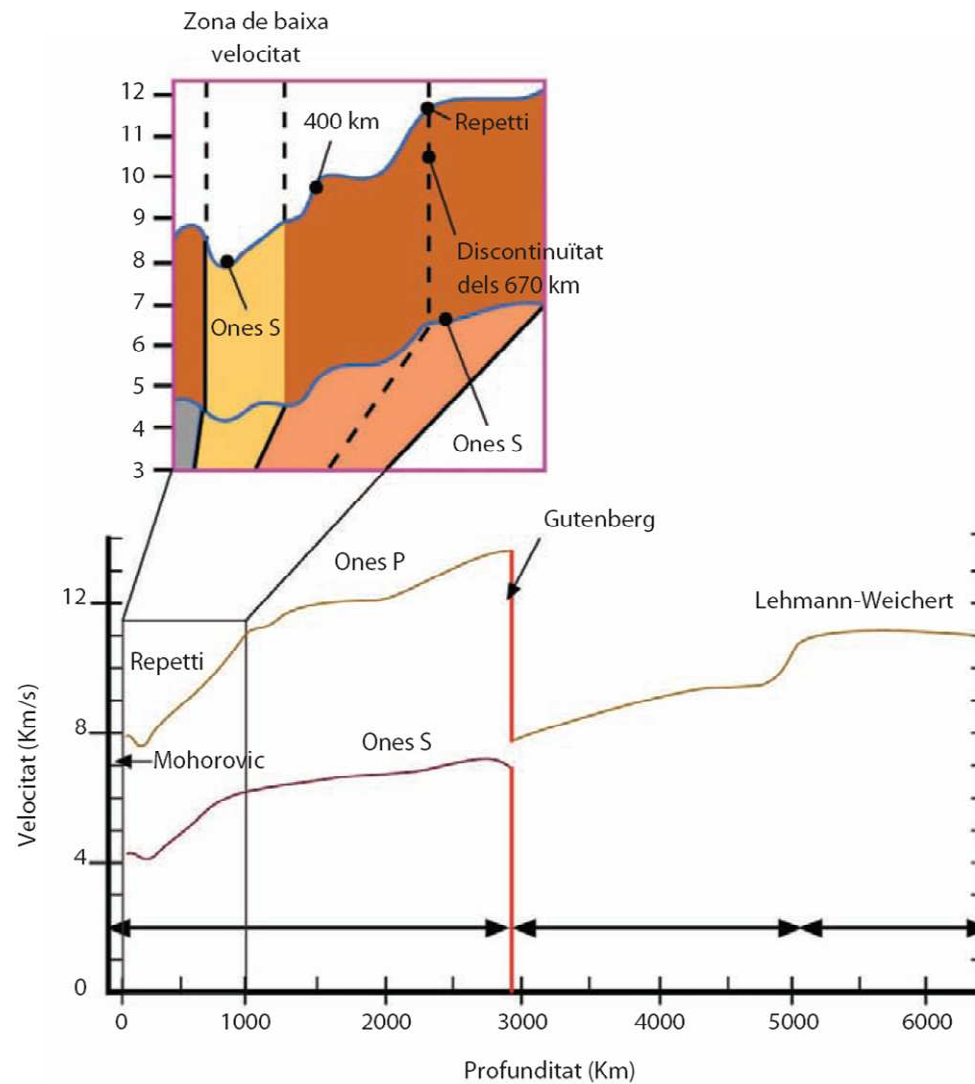
**Ones R.** Es mouen verticalment com les ones del mar

## La propagació de les ones sísmiques per l'interior de la Terra (1)

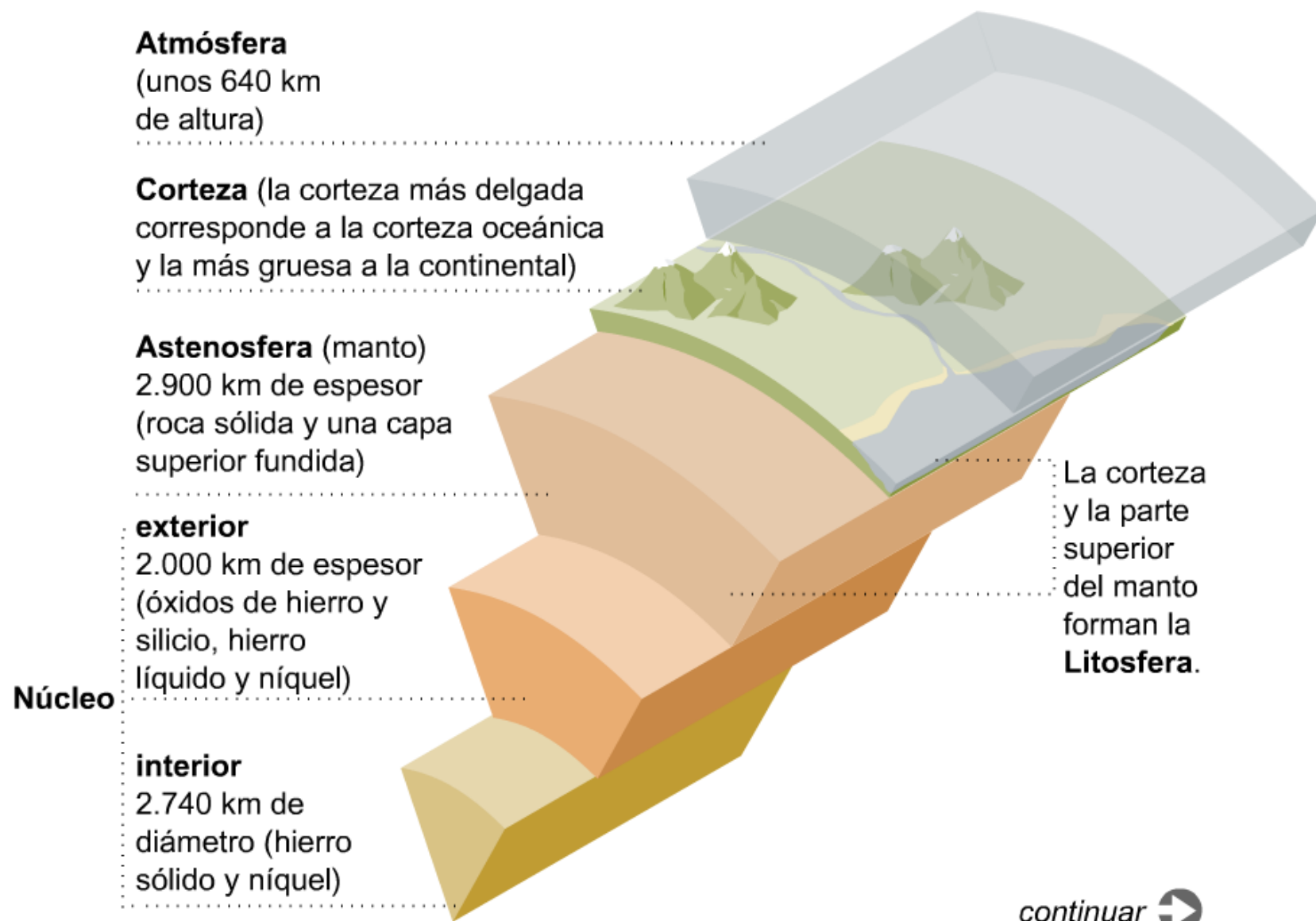


Trajectòries de les ones sísmiques a l'interior de la Terra. a) Trajectòries esperades si la Terra tingués un material homogeni al seu interior (trajectòries rectilínies); b) trajectòries causades per l'increment de la velocitat de propagació amb la profunditat (trajectòries corbes); c) possibles trajectòries d'ones d'un mateix sisme (focus sísmic) i sismògraf: trajectòries directes (a), reflectides a la discontinuïtat 1 (b), i refractada a la discontinuïtat 1 i reflectida a la discontinuïtat 2 (c); d) trajectòries de les ones sísmiques que arriben als sismògrafs en funció de la distància al focus sísmic.

## La propagació de les ones sísmiques per l'interior de la Terra (2)



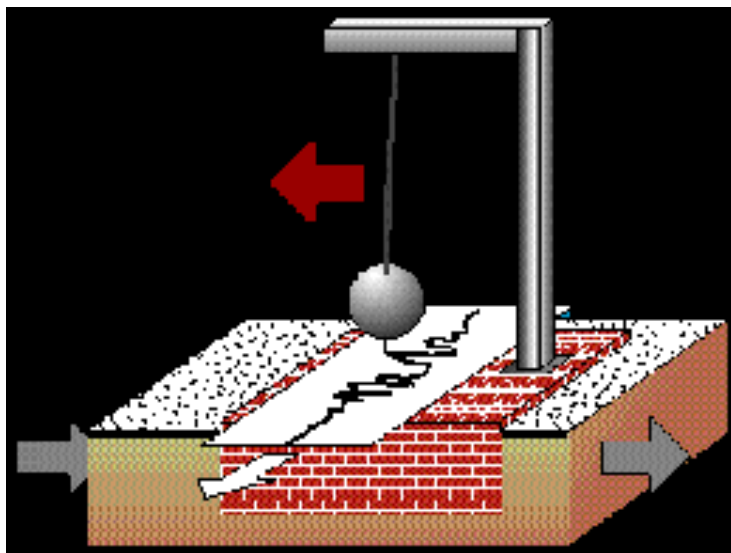
**Variació de la velocitat de propagació de les ones P i S amb la profunditat.** A l'ampliació s'hi detallen els canvis de la velocitat en els 1.000 km més superficials.



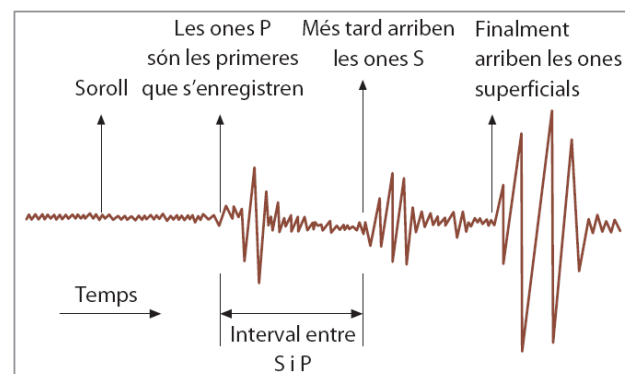
continuar ➔

## Terratrèmols: ones sísmiques

Ones sísmiques tipus - <http://www.ua.es/ursua/ondas.htm>

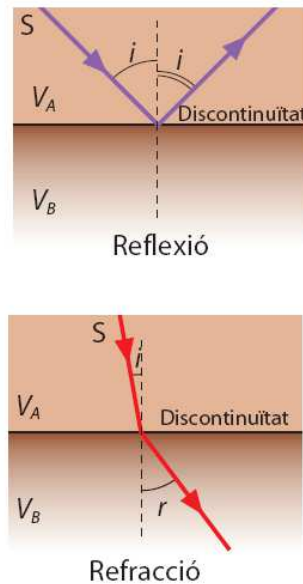


[Animació 1 / 2](#)

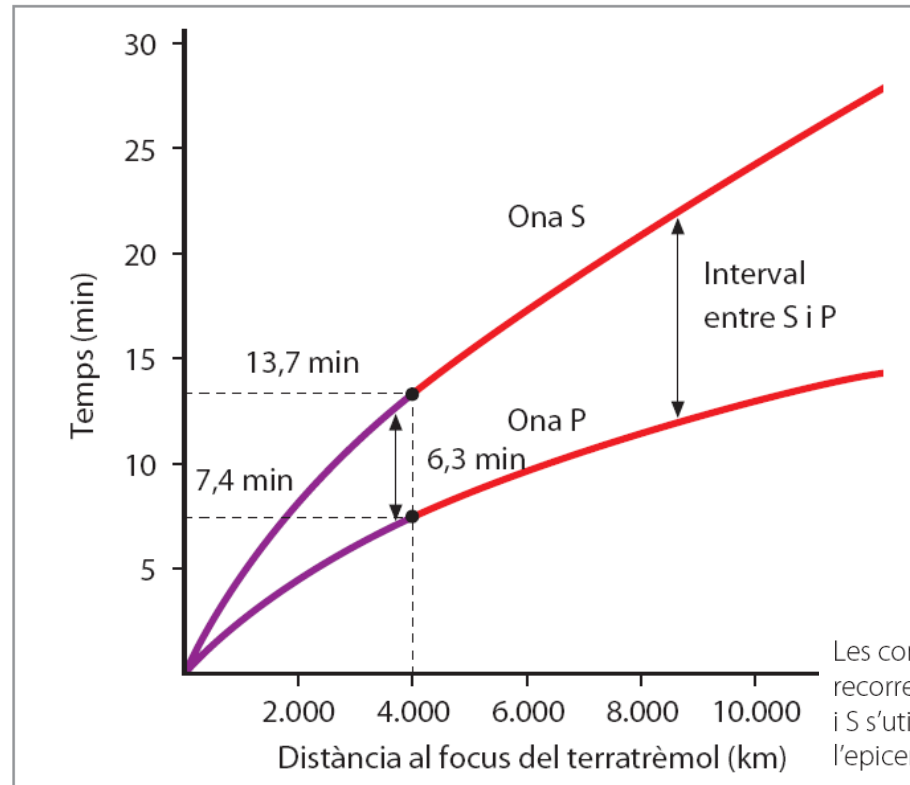


Exemple d'un sismograma. En primer lloc s'enregistren les ones P, després les S i, en darrer lloc, les ones superficials.

## Terratrèmols: ones sísmiques



Comportament de les ones sísmiques quan travessen capes amb diferents velocitats,  $V_A < V_B$ .



Les corbes de temps de recorregut mitjà de les ones P i S s'utilitzen per localitzar l'epicentre del terratrèmol. Per exemple, si a un sismograma l'ona P arriba 6,3 minuts abans que l'ona S, vol dir que el terratrèmol es produeix a 4.000 km de distància del sismògraf.



### Terratrèmols:

La localització dels sismes per triangulació



## Terratrèmols: intensitat i magnitud

- **Escala de Mercalli.** Calcula la intensitat màxima a l'epicentre i mesura els Possibles efectes en les construccions i les persones que hi pugui haver a la rodalia. S'expressa en xifres romanes de l'I al XII, la qual cosa la diferencia de la de Richter.

Nombre de terratrèmols per any	Intensitat (escala d'MSK)	Descripció del grau de destrucció en zones poblades
800.000	I	No es nota. Només el detecten els sismògrafs.
30.000	II i III	Es pot notar a l'interior dels edificis. Els objectes penjants es balancegen. Produeix vibracions com si passés un camió petit.
4.800	IV	Es nota a l'interior dels edificis, i fins i tot a l'exterior. Els cotxes es mouen lleugerament. Les finestres, els plats i les portes vibren.
1.400	V	Es nota en exteriors. Es trenquen algunes finestres i alguns plats. Les portes baten, es mouen els finestrons i els quadres penjats a la paret. Els rellotges de pèndol canvien de ritme. Alguns objectes petits es poden moure.
500	VI i VII	El percep tothom. Alguns edificis poden sofrir danys importants. Els plats, les finestres i la cristalleria es trenquen. Els quadres cauen; els llibres salten de les prestatgeries; els mobles es mouen o cauen. Els arbres i els arbustos es balancegen ostensiblement.
100	VIII i IX	Pànic general. Destrucció d'edificis de construcció de baixa i mitjana qualitat; danys generalitzats en els fonaments i a les carcasses dels edificis. Danys greus en embassaments i rebentada de canonades subterrànies. Esquerdes patents al sòl.
15	X	Es destrueixen la majoria dels edificis de qualitat mitjana, incloent-hi alguns edificis de bona construcció i alguns ponts de fusta. Danys molt greus en embassaments. Grans esllavissades. Es desborda l'aigua dels rius, els canals, els llacs, etc. Els rails es deformen.
4	XI	La majoria dels edificis es destrueixen. Els rails es deformen molt. Les canonades subterrànies s'espantllen totalment.
1 cada 5-10 anys	XII	Destrucció quasi total. Es desplacen grans masses de roques. Alguns objectes són llançats enlaire.

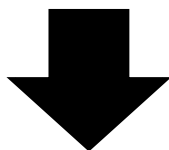
Descripció del grau d'intensitat de l'escala d'MSK.

Escala de Mercalli [http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_sismol%C3%B3gica\\_de\\_Mercalli](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Mercalli)

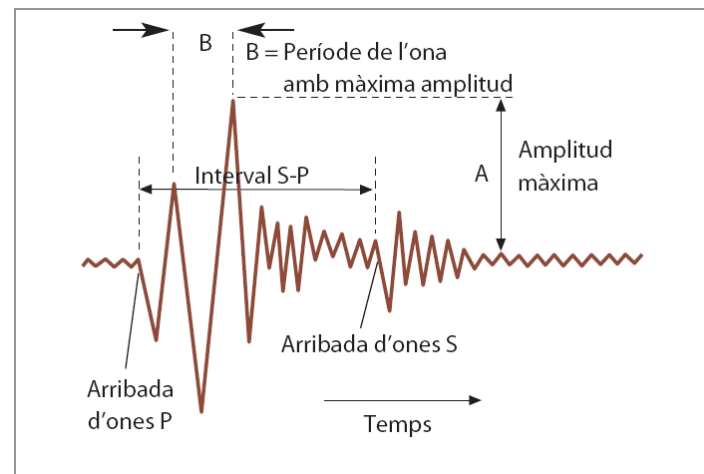
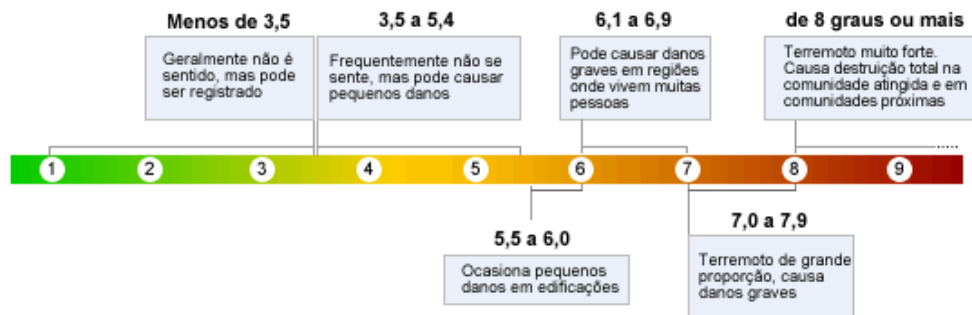


## Terratrèmols: intensitat i magnitud

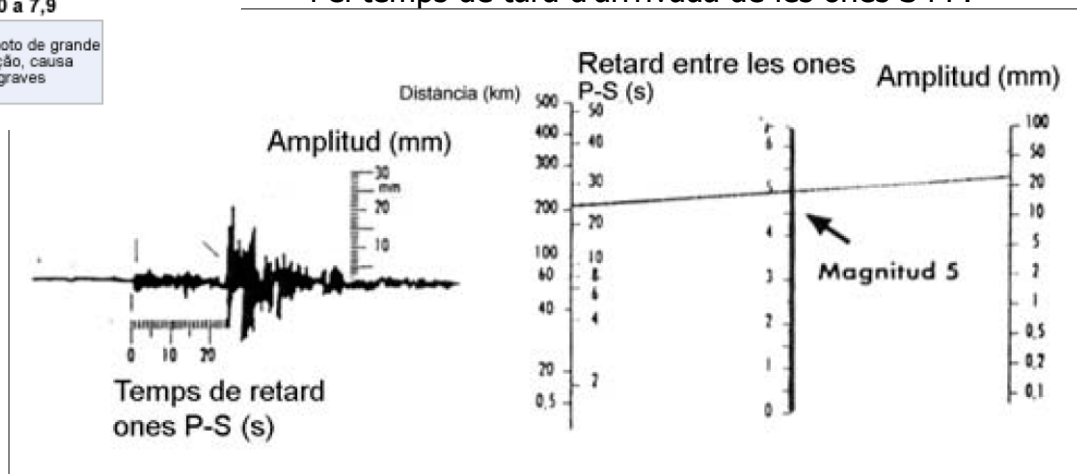
- **Escala de Richter.** Mesura la magnitud, amb valors entre 1 i 8, sense tenir en compte els danys ocasionats.



A ESCALA RICHTER



Per calcular el valor de la **magnitud** es mesura l'amplada de l'ona més gran registrada al sismograma i el temps de tard d'arribada de les ones S i P.



## Rèpliques del terratrèmol

### Què són?

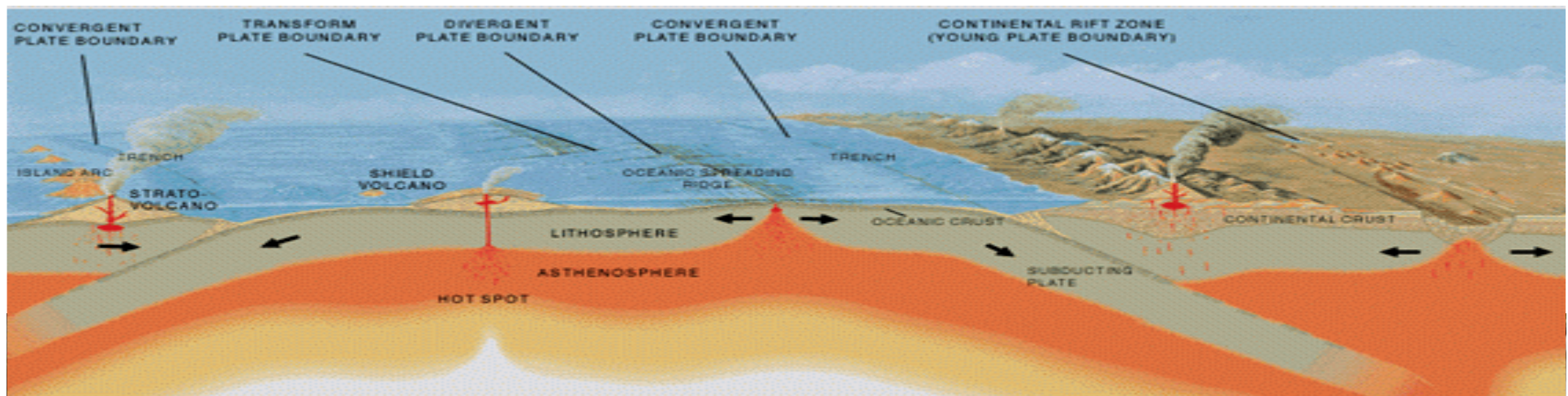
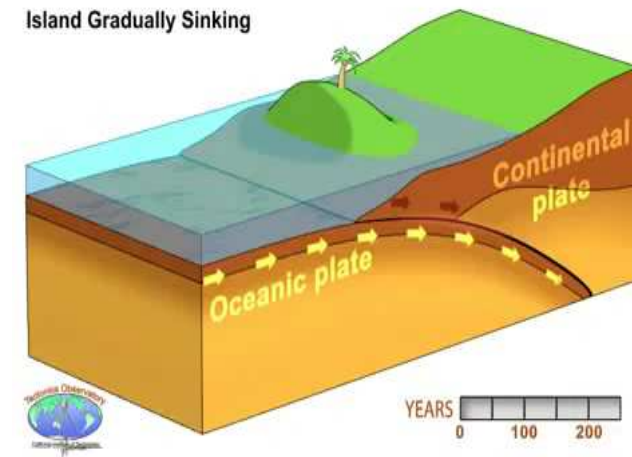
Una rèplica és un moviment sísmic que succeeix a la mateixa regió on hi ha hagut prèviament un terratrèmol.

Aquestes normalment són de menor magnitud que el terratrèmol inicial.

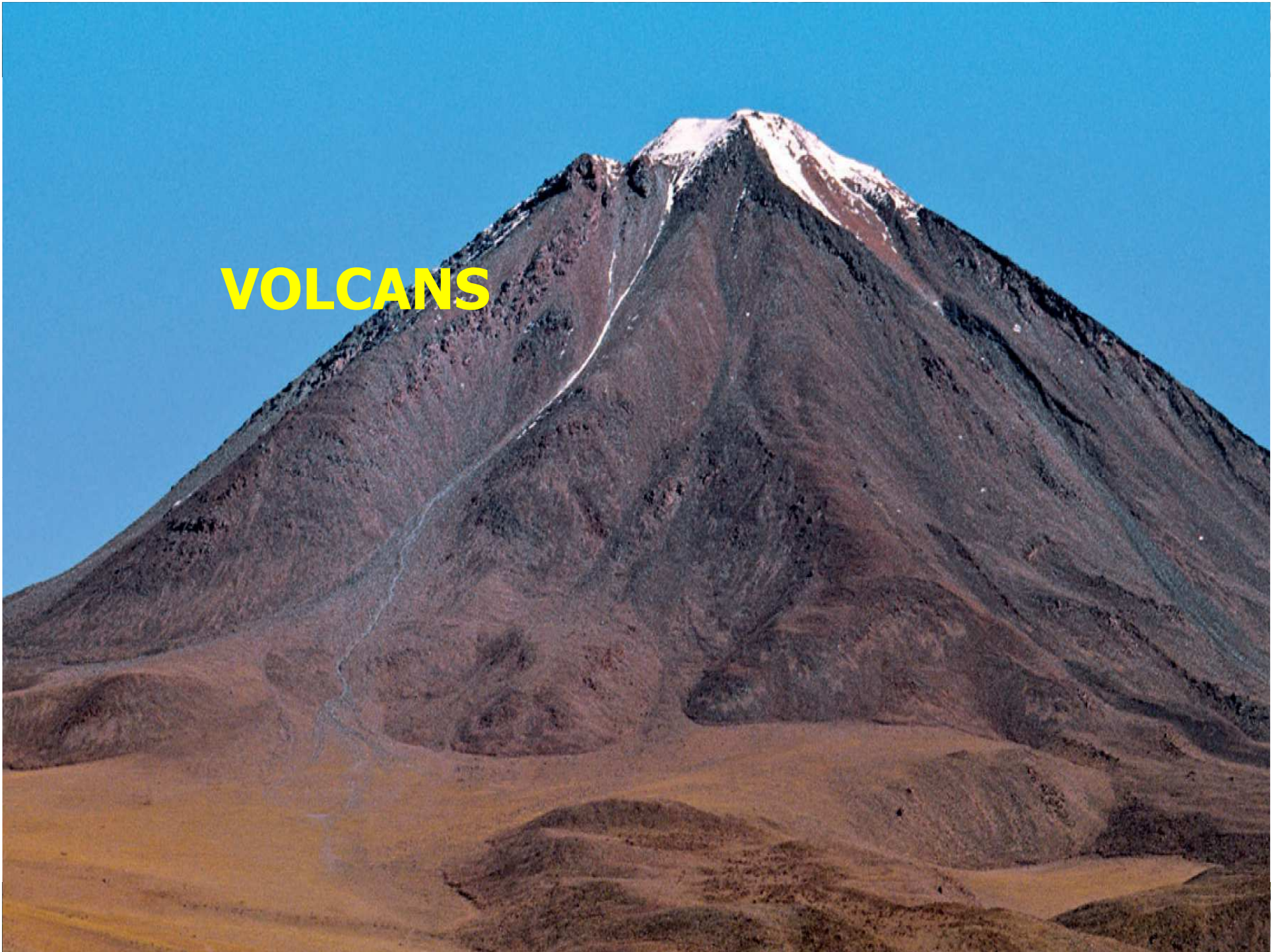
Per què es produeixen rèpliques?

Aquestes es produeixen degut a l'existència de l'anomenat pla de Benioff.

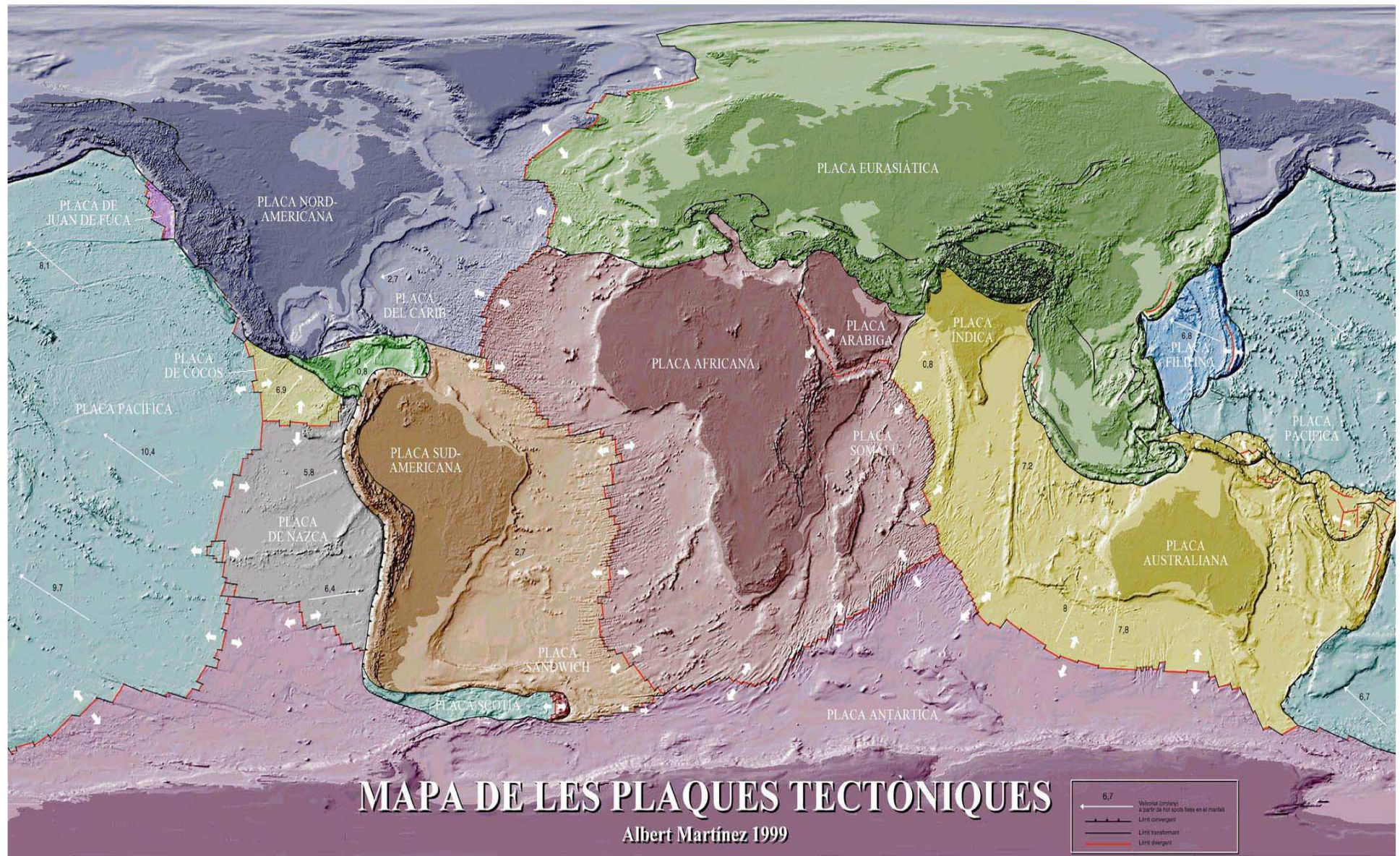
Island Gradually Sinking



**VOLCANS**









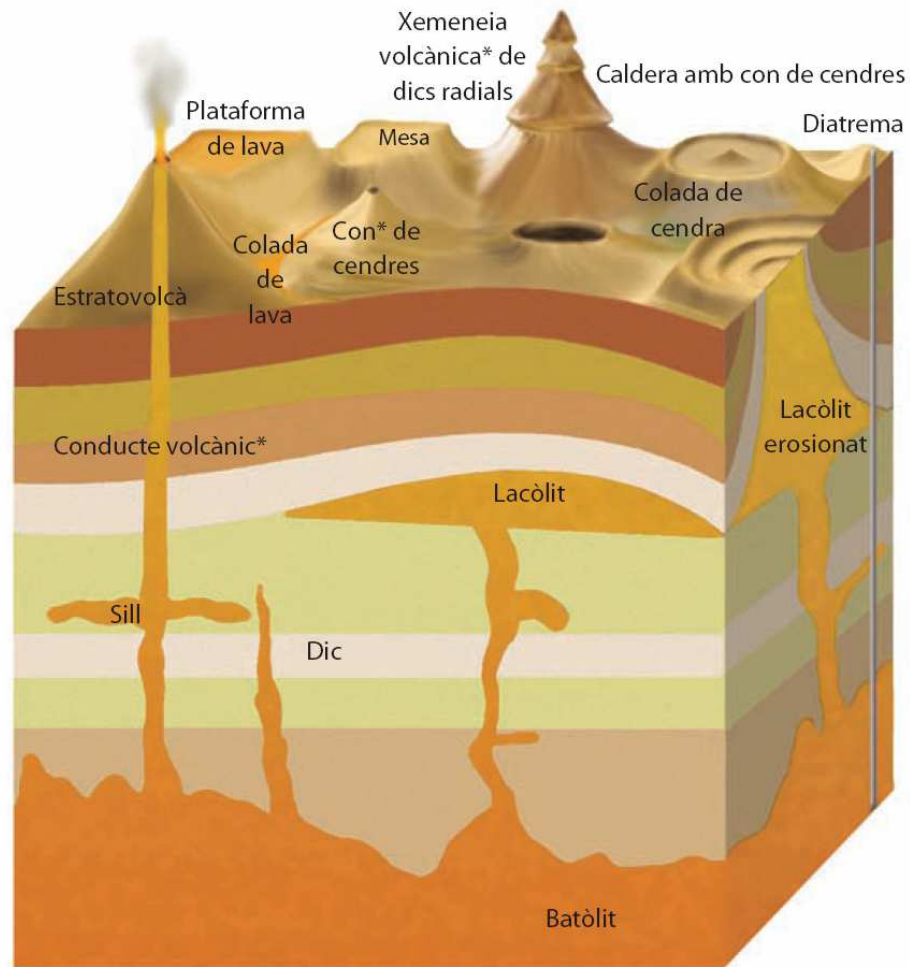
## Distribució global dels volcans actius



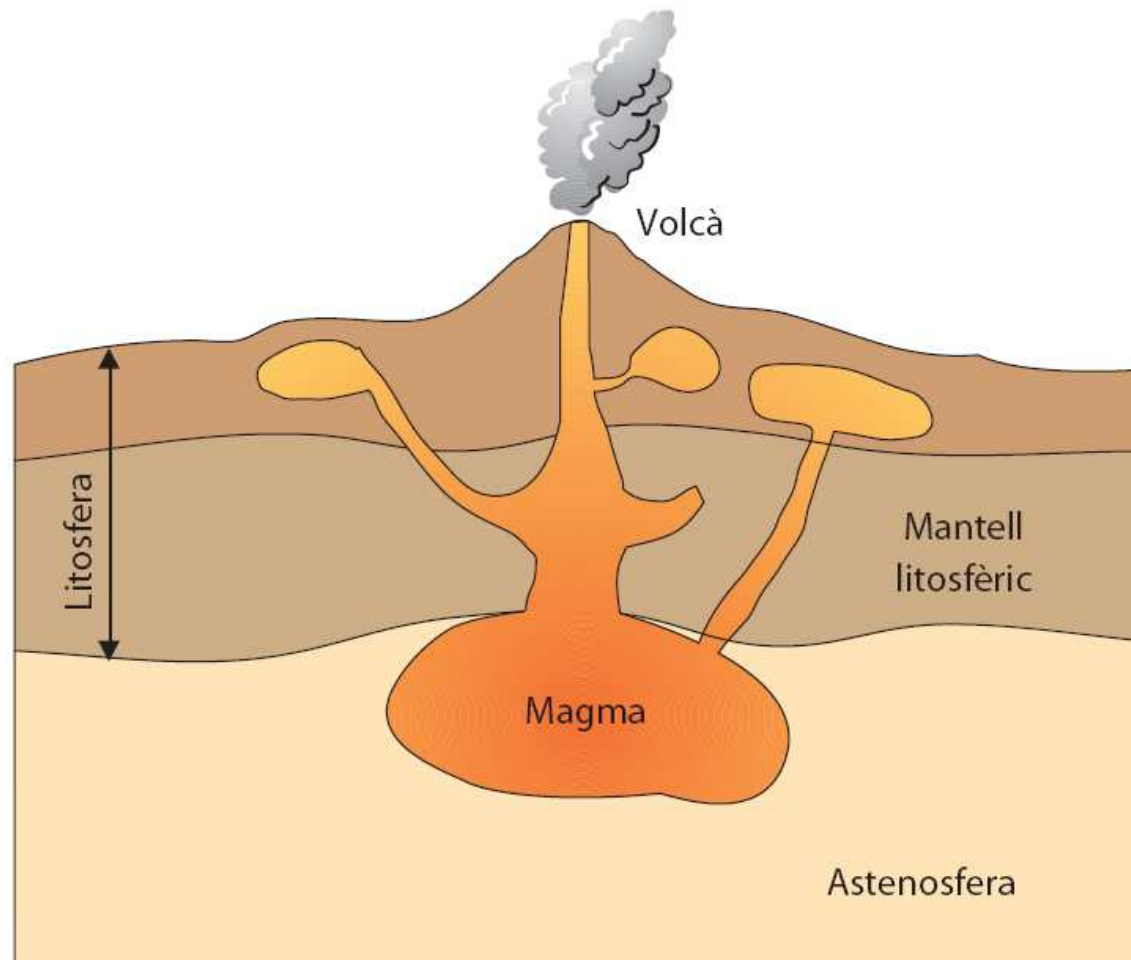




## L'emplaçament de les roques ígnies



# Volcans

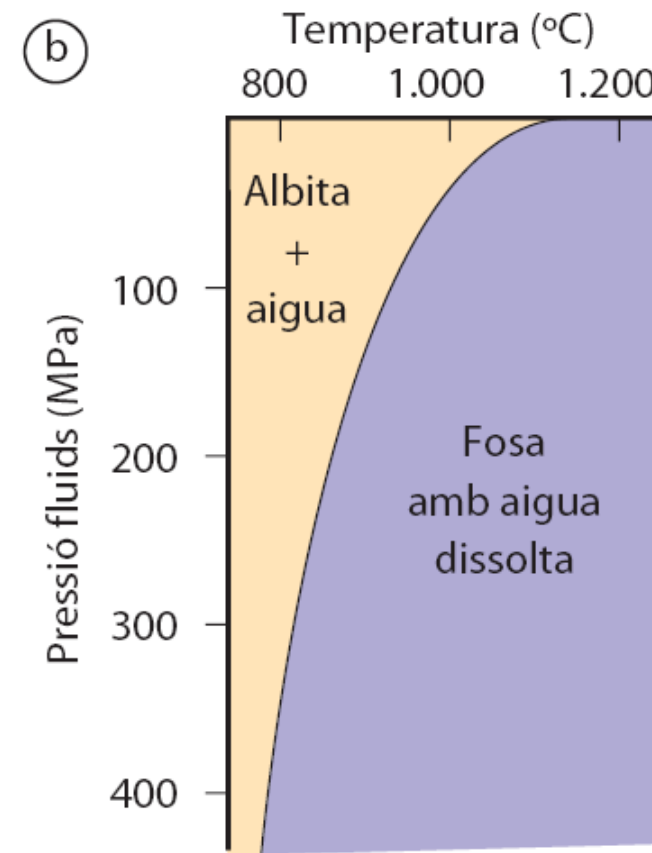
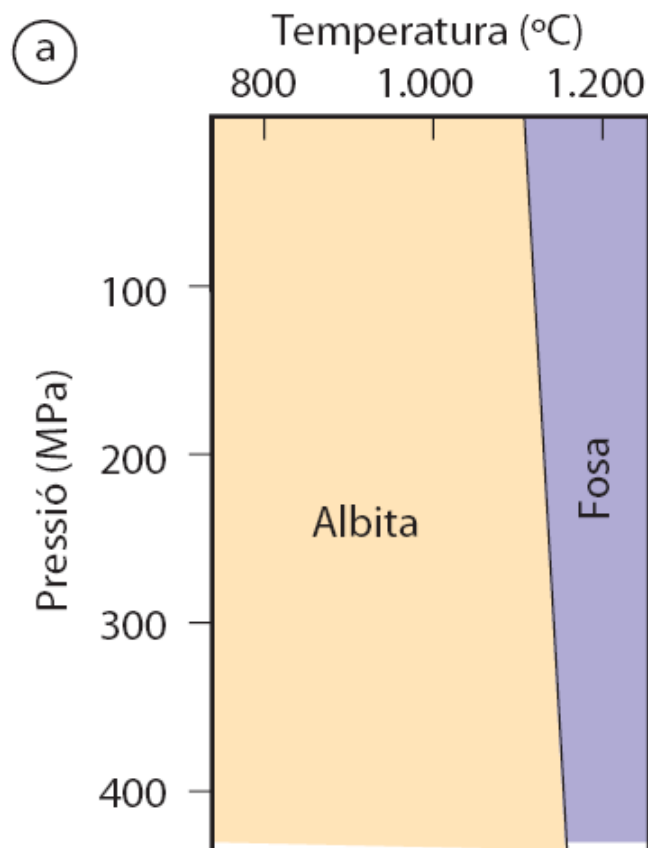


Esquema idealitzat de l'ascensió d'un magma basàltic cap a zones més superficials i, per tant, més fredes.

Volcanes i vulcanismo: <http://roble.pntic.mec.es/hotp0021/spampingarcia/Flash/5vulcanism.swf>



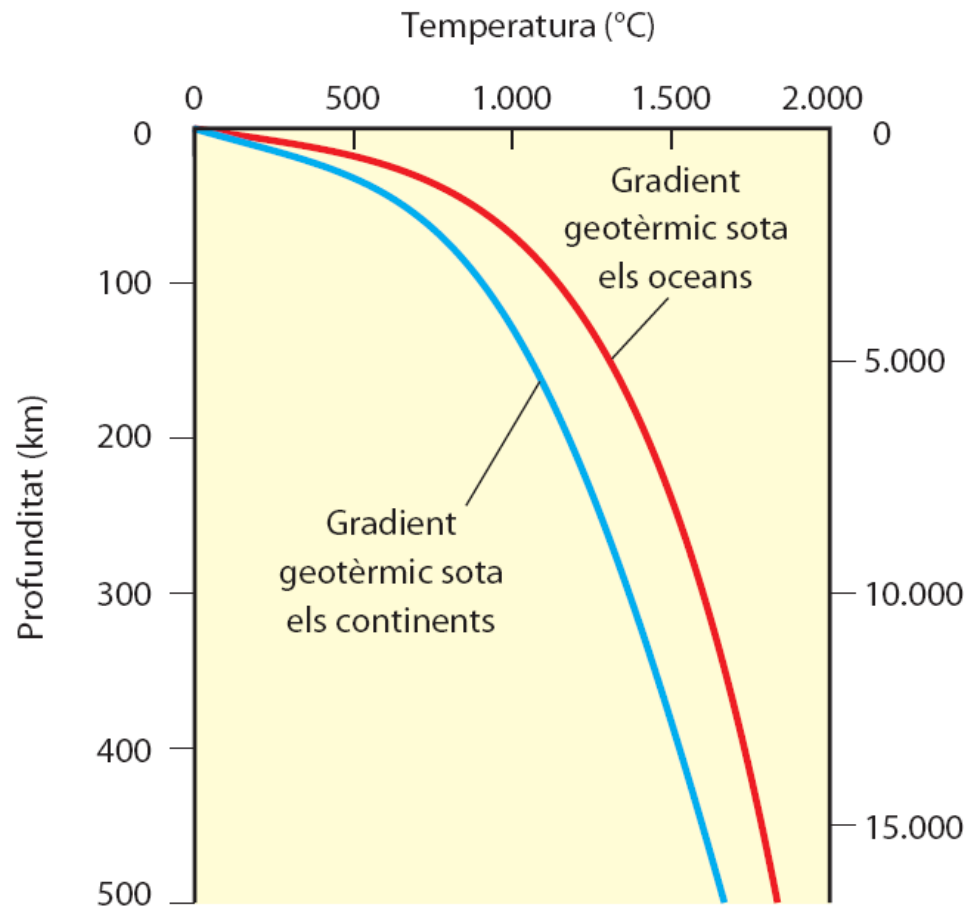
## Pressió i punt de fusió



Influència de la pressió en el punt de fusió de l'albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ):  
 a) En condicions anhidres (sense aigua). b) En presència d'aigua. Si comparem totes dues figures, hi observem com un augment del contingut d'aigua disminueix el punt de fusió de l'albita.



## Gradient geotèrmic de la litosfera i continental



Gradient geotèrmic de la litosfera (vermell) i continental (blau).

S'observa que a la mateixa profunditat s'assoleixen temperatures més altes sota els oceans que sota els continents.

Malgrat que són les temperatures necessàries per a la fusió d'alguns silicats, això no succeeix per l'augment de la pressió.



## Tipus de magmes

### Magma bàsic

- Es caracteritza per tenir temperatures altes (entre 900 i 1.200 °C), un contingut de sílice relativament baix (~50%) i una viscositat baixa.
- Les roques que es formen a partir de la solidificació d'aquests magmes solen ser de colors foscos, molt dures i amb densitats que oscil·len entre 2.900 i 3.300 kg/m<sup>3</sup>.

### Magma àcid

- També anomenat magma fèlsic, és un magma més fred (temperatures inferiors a 800 °C), amb més contingut de sílice (65-77%) i més viscositat.
- Les roques associades a aquest tipus de magma solen ser de colors clars i amb densitats que oscil·len entre 2.500 i 2.700 kg/m<sup>3</sup>.

### Magma intermedi

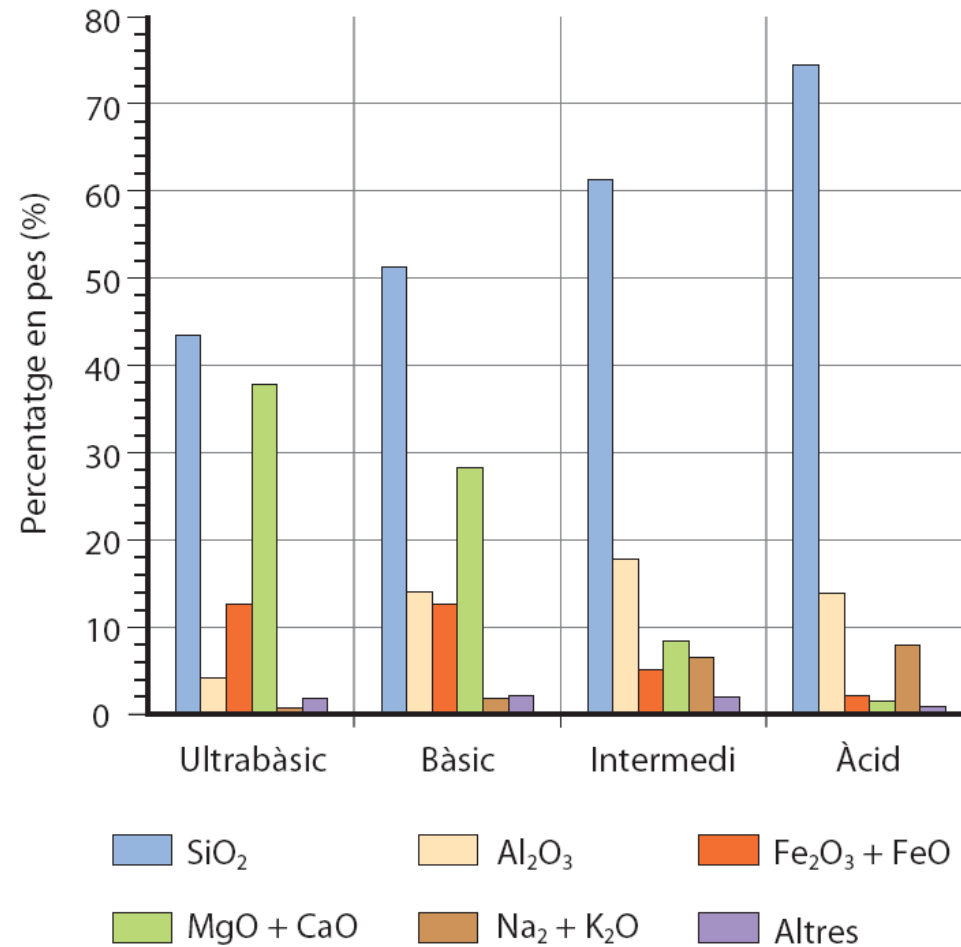
- Té unes característiques i unes propietats intermèdies entre les de magmes bàsics i les de magmes àcids.
- Les roques associades a aquests magmes són de colors intermedis, amb densitats que oscil·len entre 2.700 i 3.000 kg/m<sup>3</sup>.

### Magma ultrabàsic

- És el menys abundant i es caracteritza per tenir poc contingut de sílice i molt contingut de magnesi i ferro.

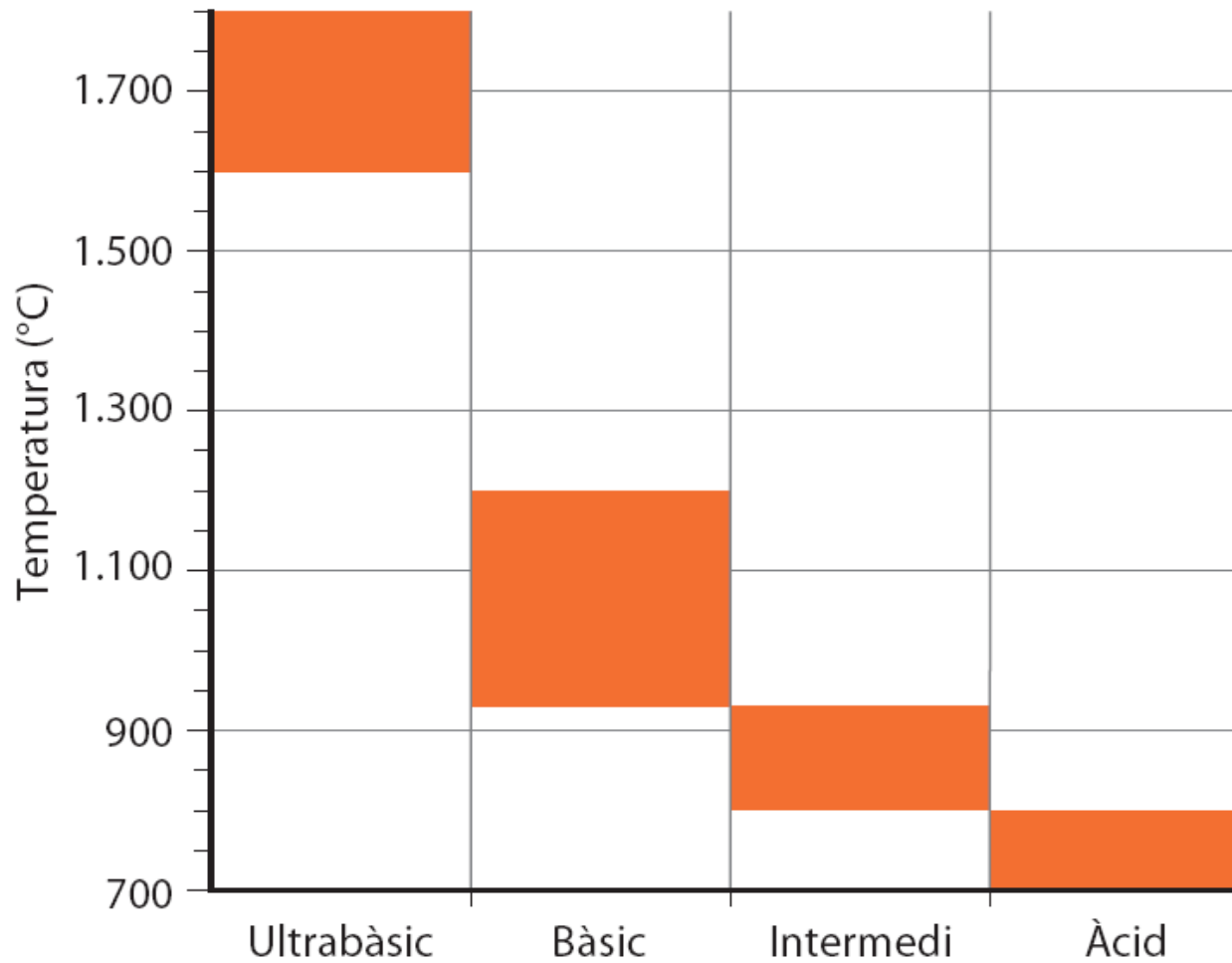


## Composició mitjana dels tipus de magmes principals





## Temperatures de formació dels diferents tipus de magma



## Volcans

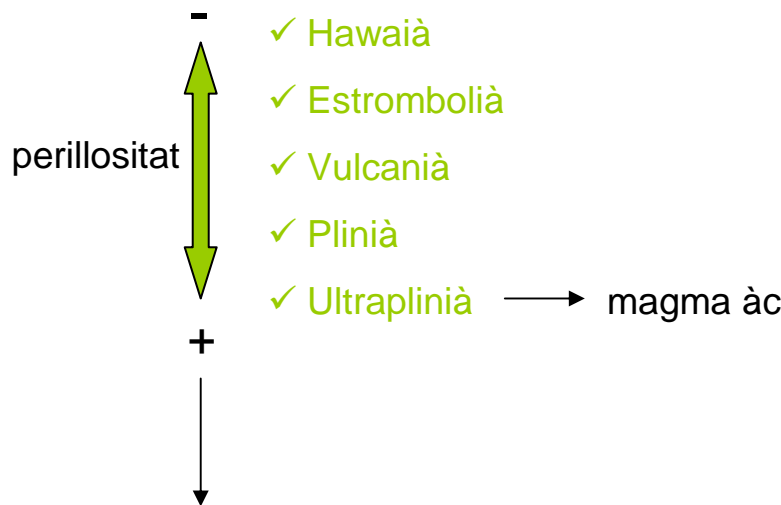
Un volcà es considera actiu si la seva última erupció fou abans de 25.000 anys (o 10000anys??).

RISC = perillositat x danys (= vulnerabilitat i exposició)

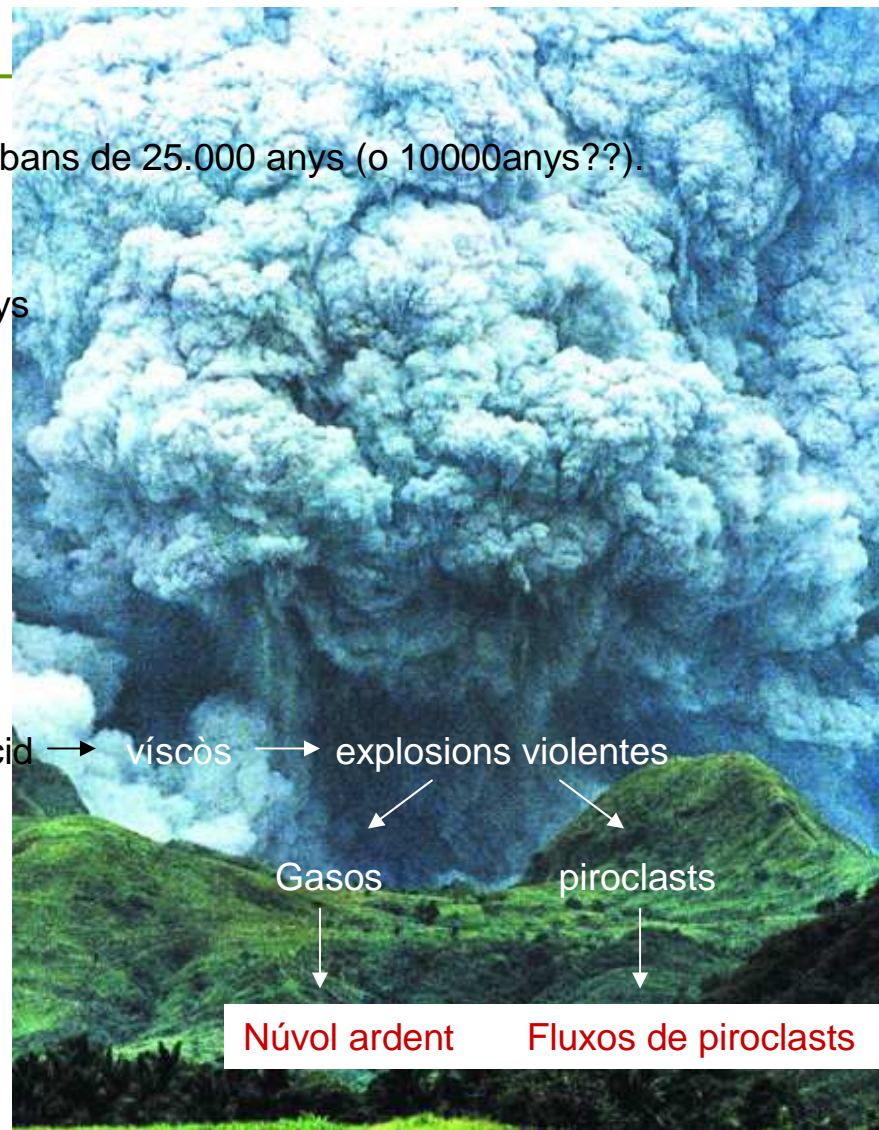
No es pot reduir la perillositat dels volcans però si els danys

**La perillositat depèn:**

- Del tipus d'erupció volcànica:



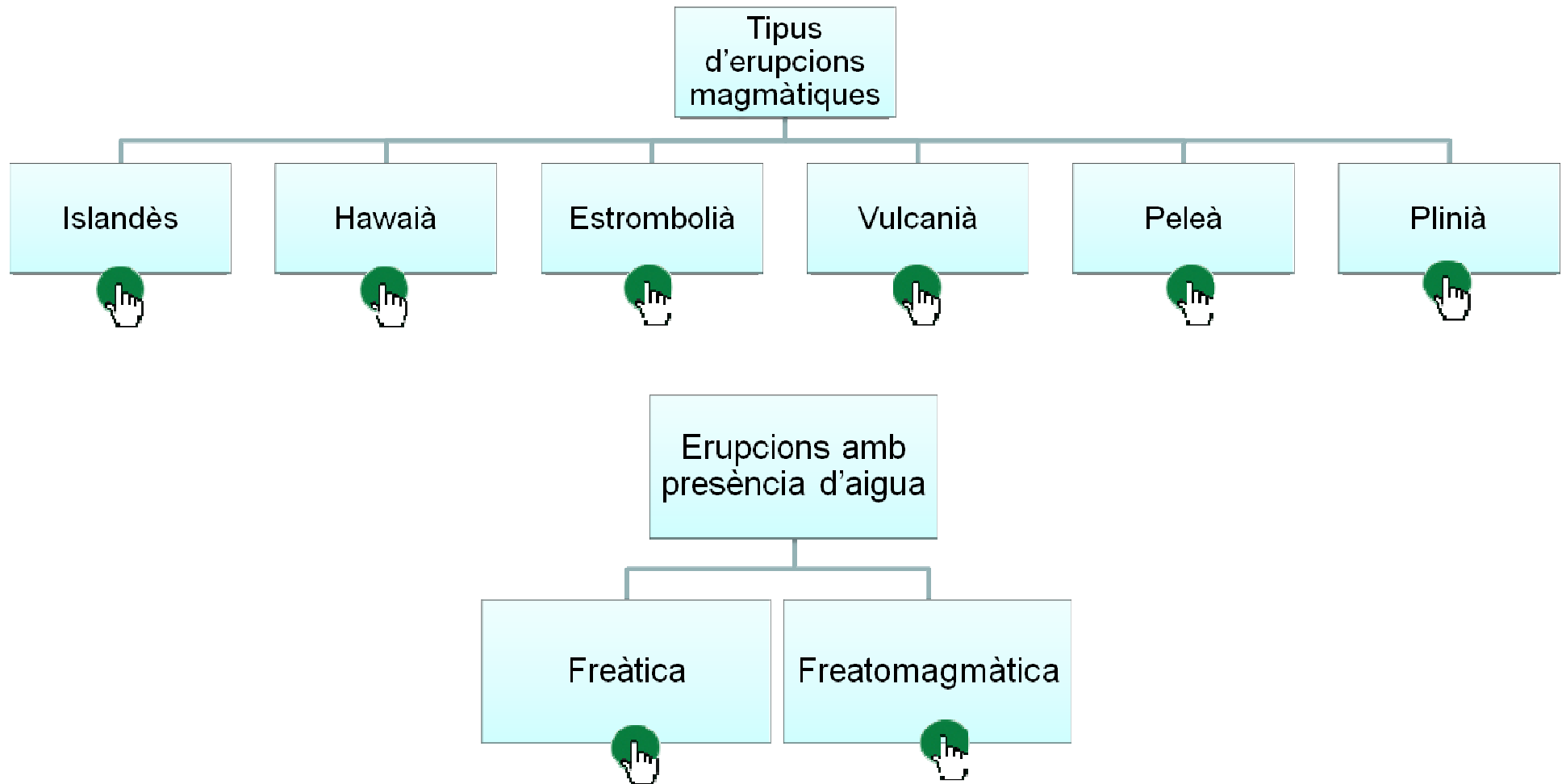
- Contacte amb aigua. Activitat hidromagmàtica







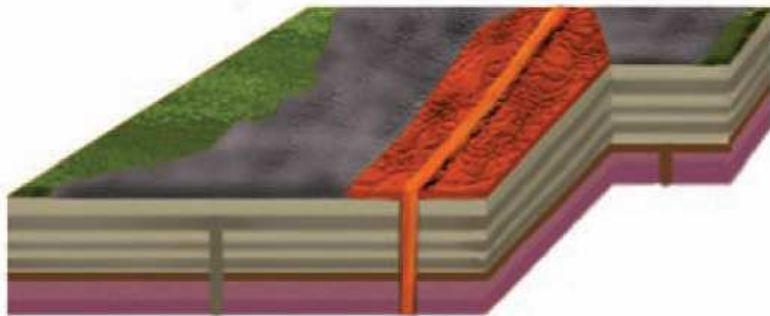
## Les erupcions volcàniques





## Volcà tipus islandès

Esquema d'un volcà del tipus islandès, com el situat sota la glacera del Vatnajökull.





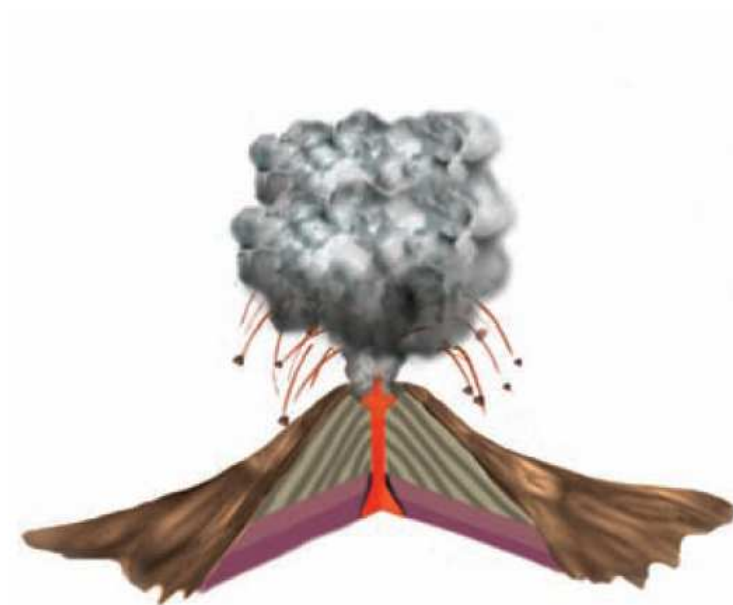
## Volcà tipus hawaià

Esquema d'un volcà del tipus hawaià, com el volcà Kilauea, a Hawaii.





## Volcà tipus estrombolià



Esquema d'un volcà del tipus estrombolià, com el Pacaya, a Guatemala.



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

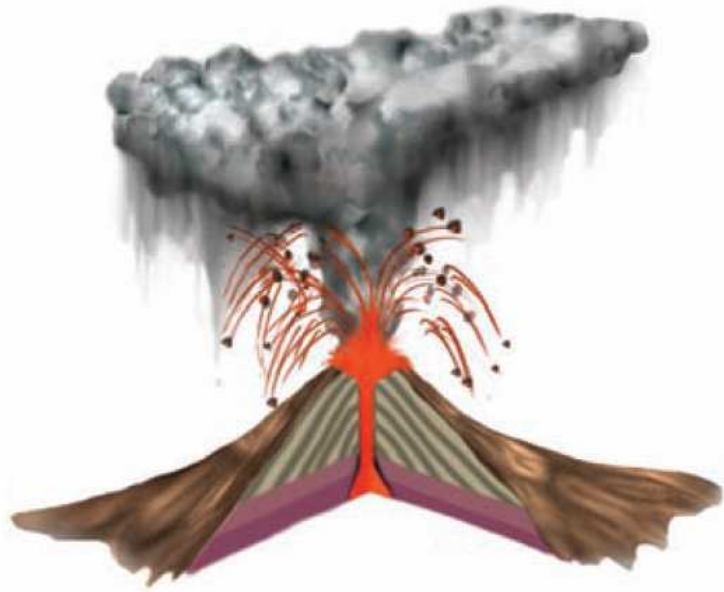
 [ANTERIOR](#)

 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)



## Volcà tipus vulcanià

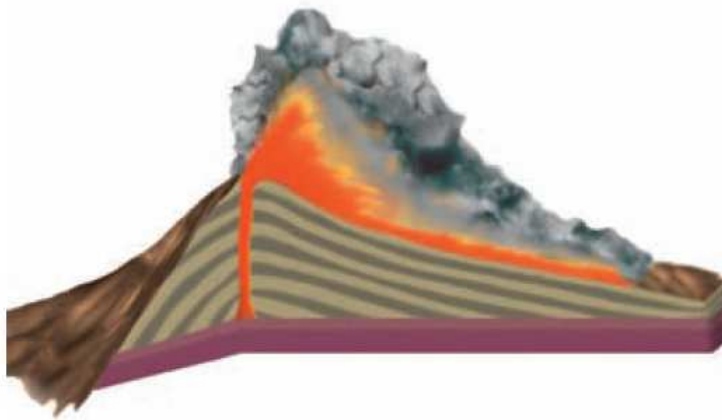


Esquema d'un volcà del tipus vulcanià, com l'Etna.





## Volcà tipus peleà



Esquema d'un volcà del tipus peleà, com el Santiaguito, a Guatemala.



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

 [ANTERIOR](#)

 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)



## Volcà tipus plinià

Esquema d'un volcà del tipus plinià, com l'erupció del Santa Helena l'any 1980.



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

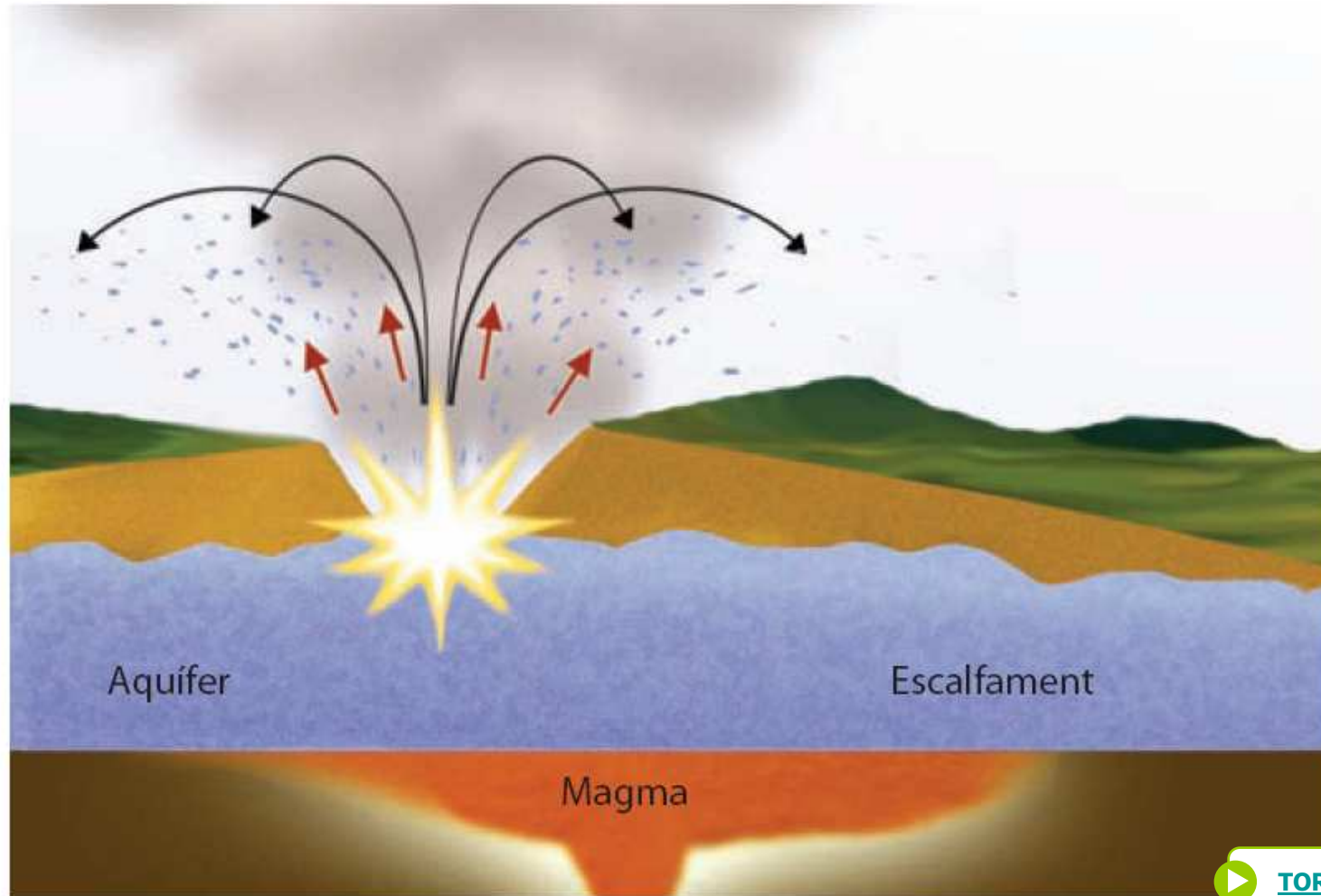
 [ANTERIOR](#)

 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)



## Activitat eruptiva freàtica



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

 [ANTERIOR](#)

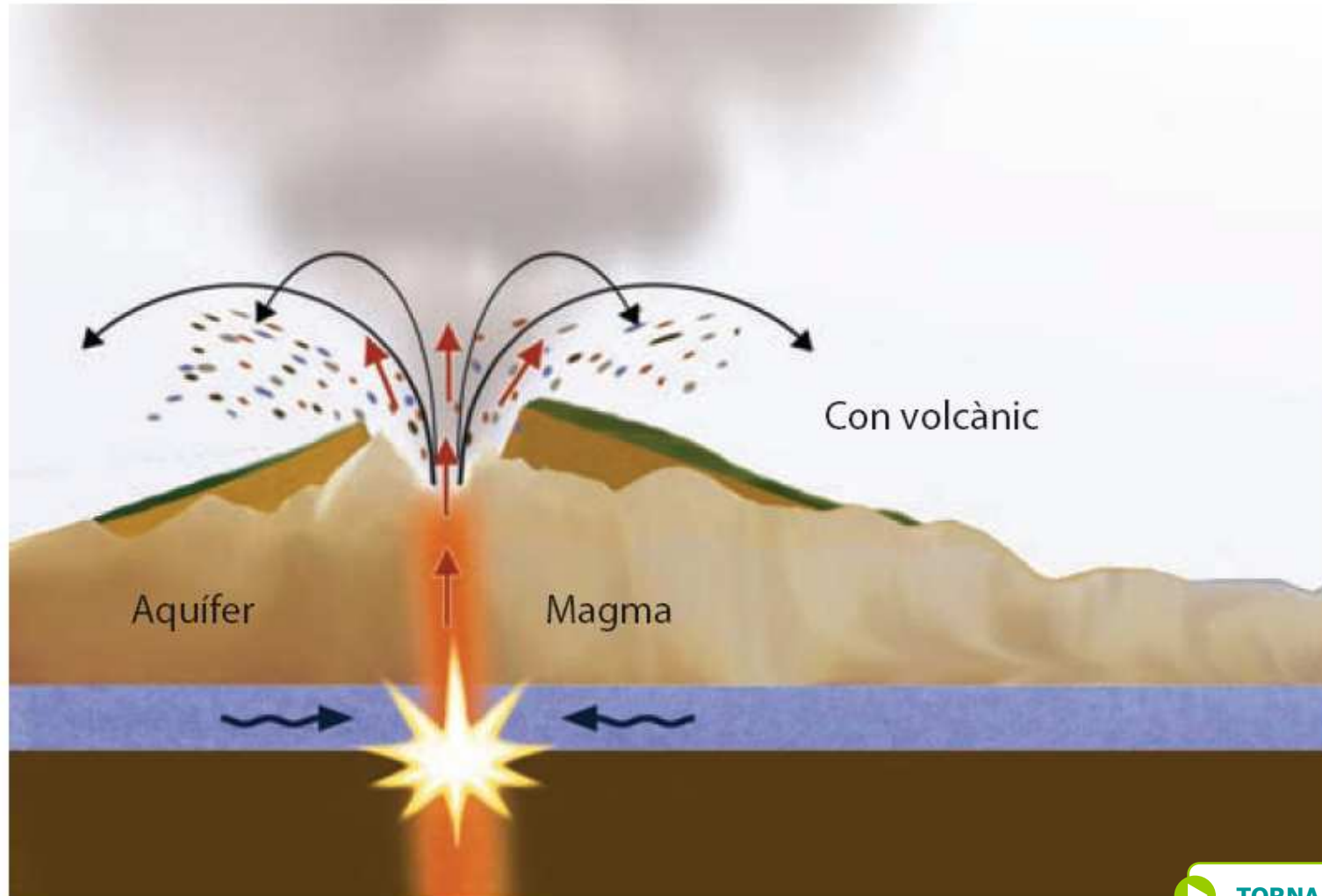
 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)





## Activitat eruptiva freatomagnàmica



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

 [ANTERIOR](#)

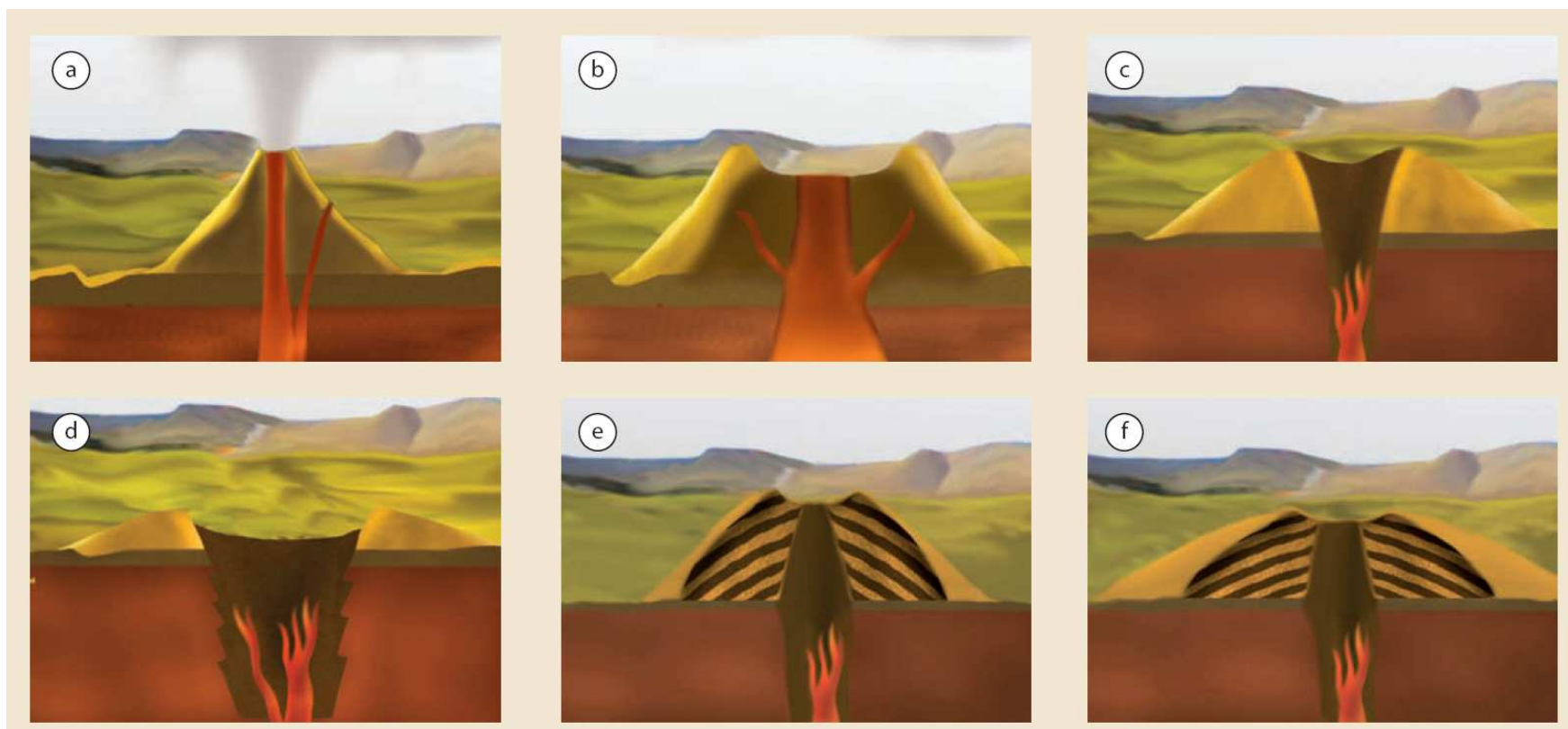
 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)



## Tipus d'edificis volcànics

- a) Con de piroclasts o d'escòria.      b) Con de tuf.      c) Anell de tuf.  
d) Maars.      e) Estratovolcà.      f) Volcà escut.



## Volcans

- Altres riscos:
    - **Lahars** ➡ corrents de fang i piroclasts produïts per la fusió de la neu en l'edifici volcànic, per molta pluja o per aigües procedents dels llacs dels cràters.
    - **Lliscaments i moviments de vessant**
    - **Tsunamis** ➡ Grans onades produïdes per una explosió volcànica, enfonsament de la caldera o per terratrèmols.
    - **Erupcions hidromagmàtiques.** Activitat freàtica o freatomagmàtica. Aquella en que hi ha interacció entre l'aigua i el magma.
- + gasos (vapor d'aigua) ➡ erupcions més violentes

Nevado del Ruiz



KraKatoa



IS0013E24154



## Colades de laves



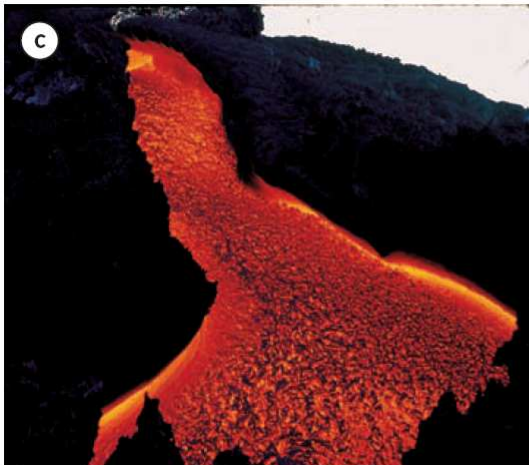
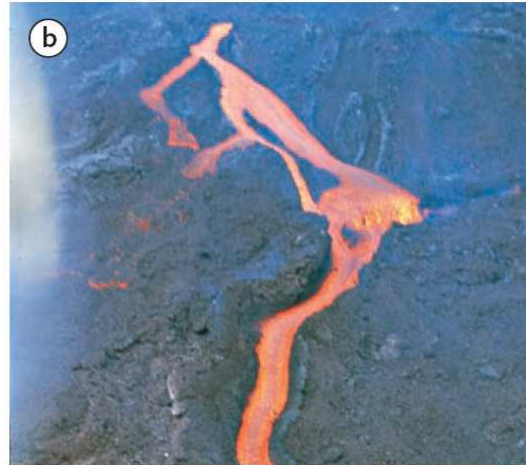
Lava cordada. S'observa la troca de cordills que es forma en refredar-se lentament; el centre encara es manté fos.



Detall de lava cordada.



## Erupció del volcà Piton de la Fournaise



Erupció del volcà Piton de la Fournaise, a l'illa de la Reunió (oceà Índic), el 14 de desembre de 1988.

a) Erupció del volcà.

b) Riu de lava.

c) Colada que avança a una velocitat de 25 a 50 km/h al llarg de 4 o 5 km.

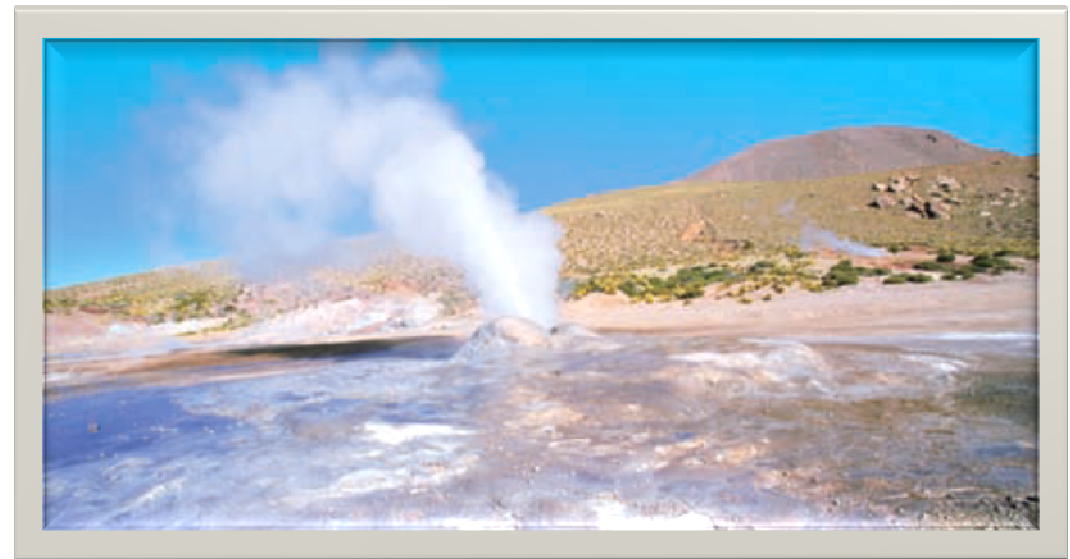
d) Lava calenta arribant al mar.



## Manifestacions volcàniques pòstumes



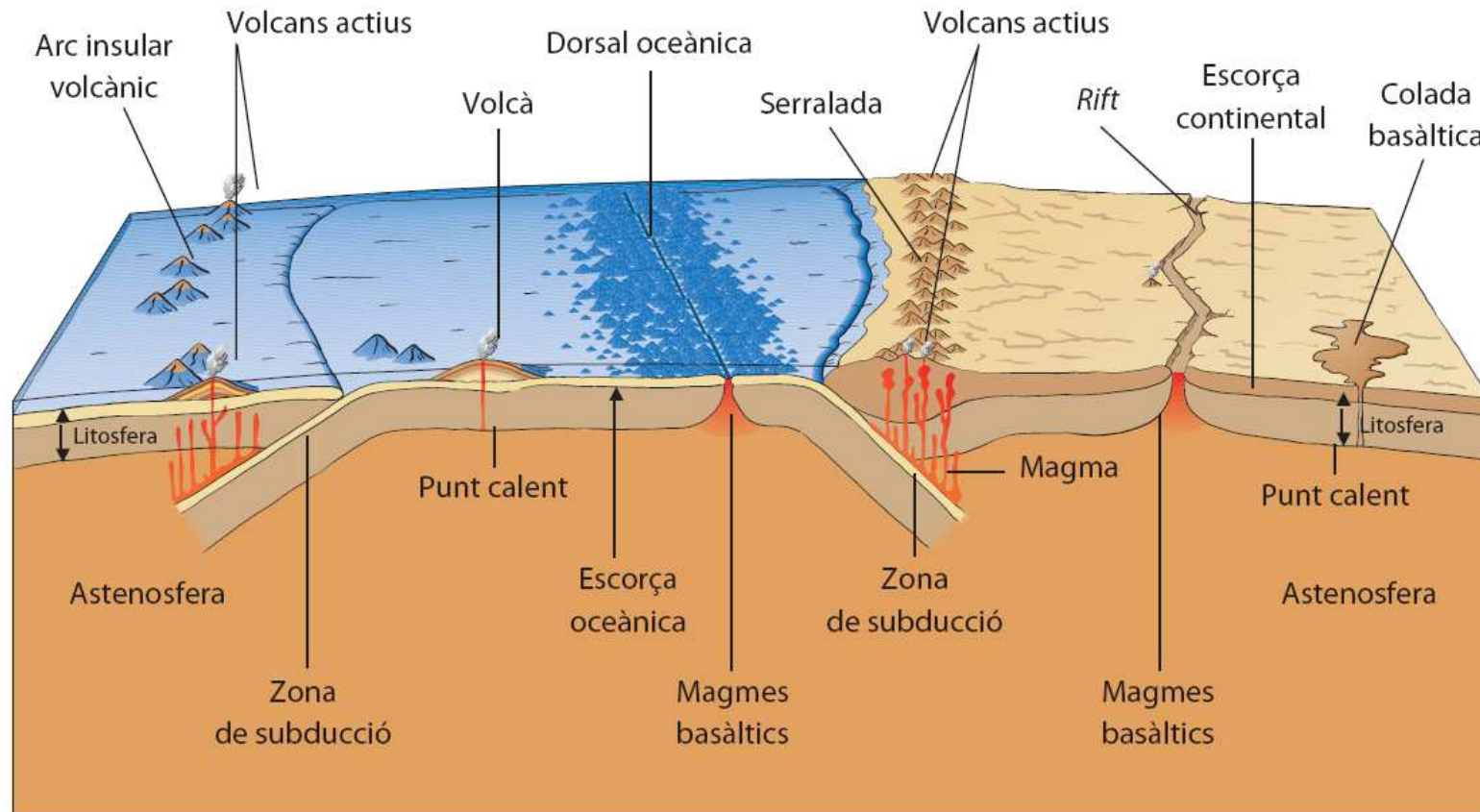
Fumaroles *Sol de Mañana*, al departament de Potosí, Bolívia.



Els guèisers del Tatio, Xile.



## Origen dels magmes segons la dinàmica de plaques





## La zona volcànica de la Garrotxa



Vista aèria del volcà del Croscat.



Vista aèria del volcà de Santa Margarida.



Dipòsit piroclàstic amb lapil·lis i bombes.





## Enllaços d'interès

### Exploring the environment: volcanoes

### Volcano World

<http://cassany.cat/1bat/tecto.html>

Animació Pangea: [http://www.recercaenaccio.cat/agaur\\_reac/AppJava/ca/interactiu/20091204-recula-600-milio.jsp](http://www.recercaenaccio.cat/agaur_reac/AppJava/ca/interactiu/20091204-recula-600-milio.jsp)

