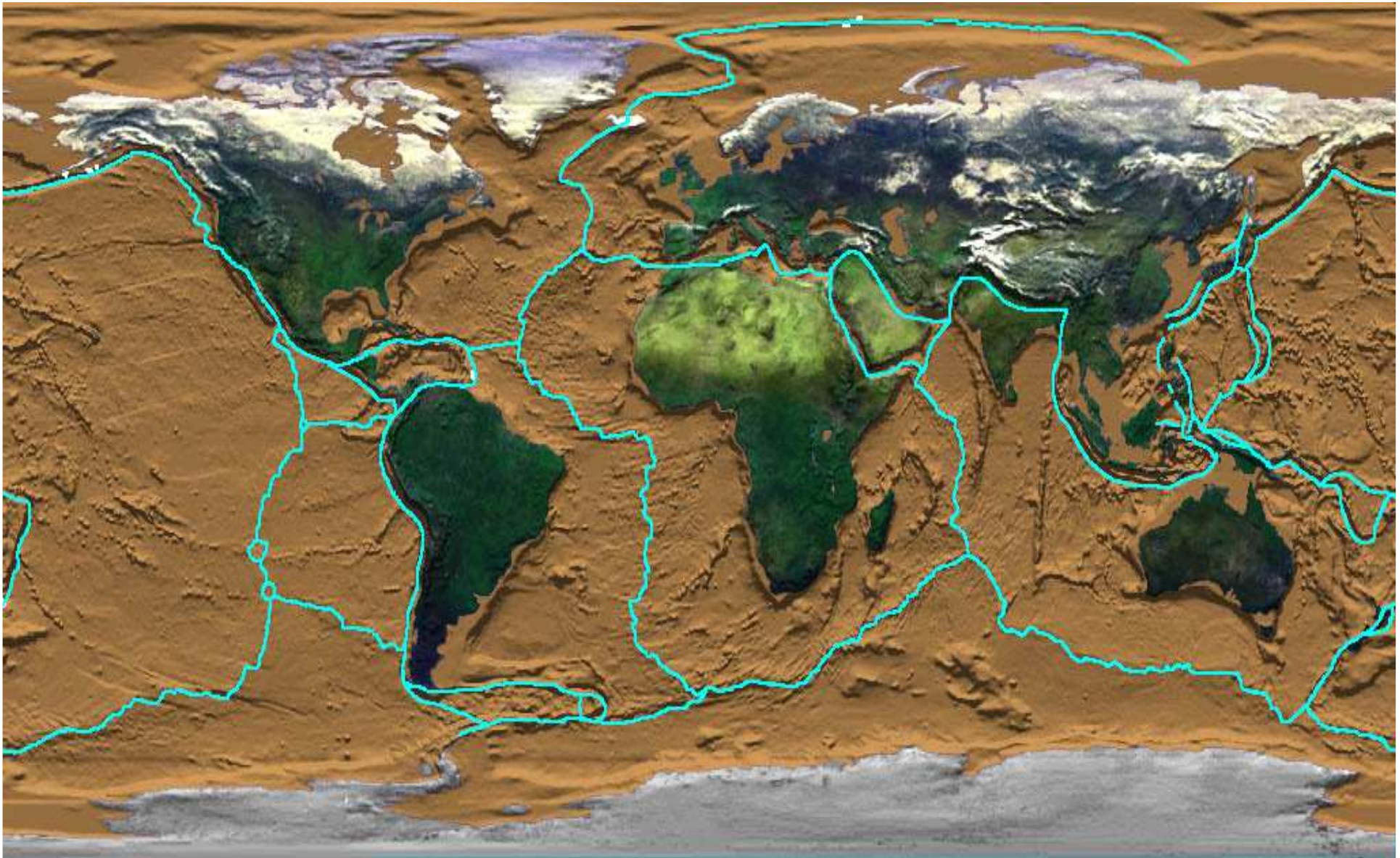


**12** Riscos associats amb l'activitat  
interna del planeta: **Volcans i  
Terratrèmols**

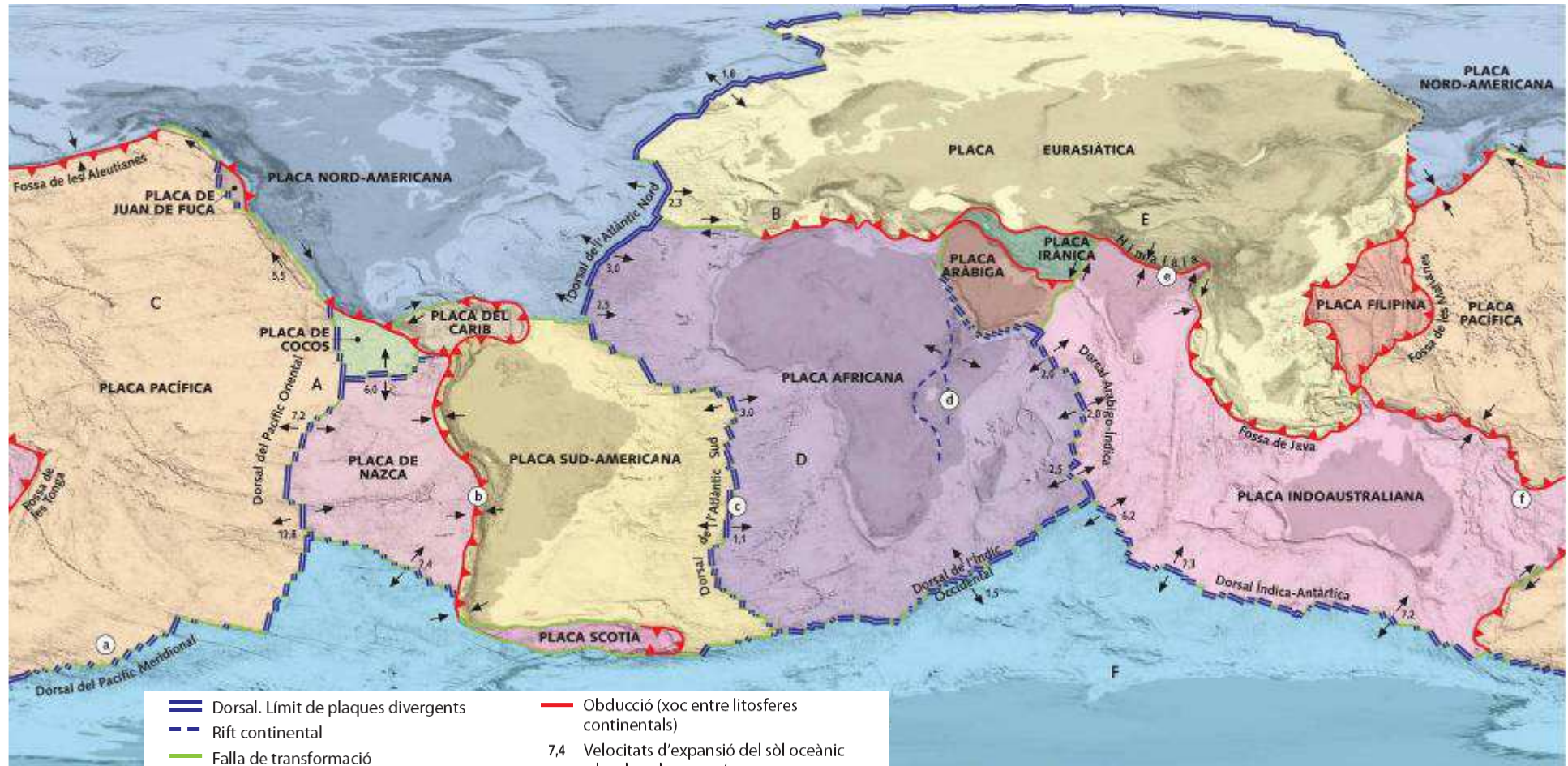




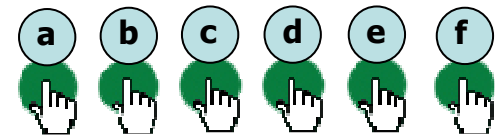




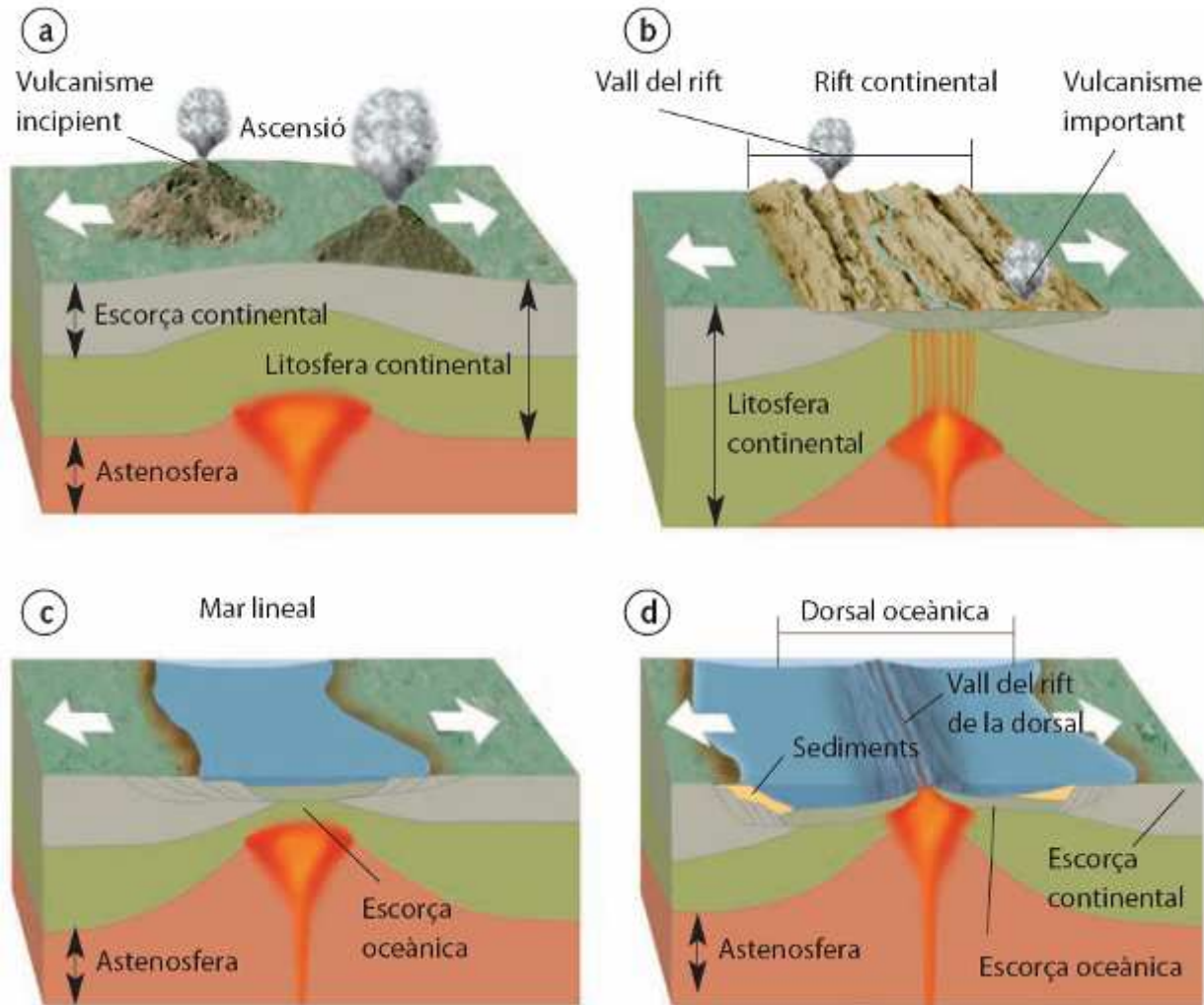
Límits de plaques



- Dorsal. Límit de plaques divergents
- Rift continental
- Falla de transformació
- Subducció-fossa oceànica (xoc entre litosferes oceàniques o entre una d'oceànica i una altra de continental). Les puntes dels triangles marquen la direcció de la subducció
- 7,4 Velocitats d'expansió del sòl oceànic a les dorsals, en cm/any
- Direcció del desplaçament de les plaques
- Límit probable

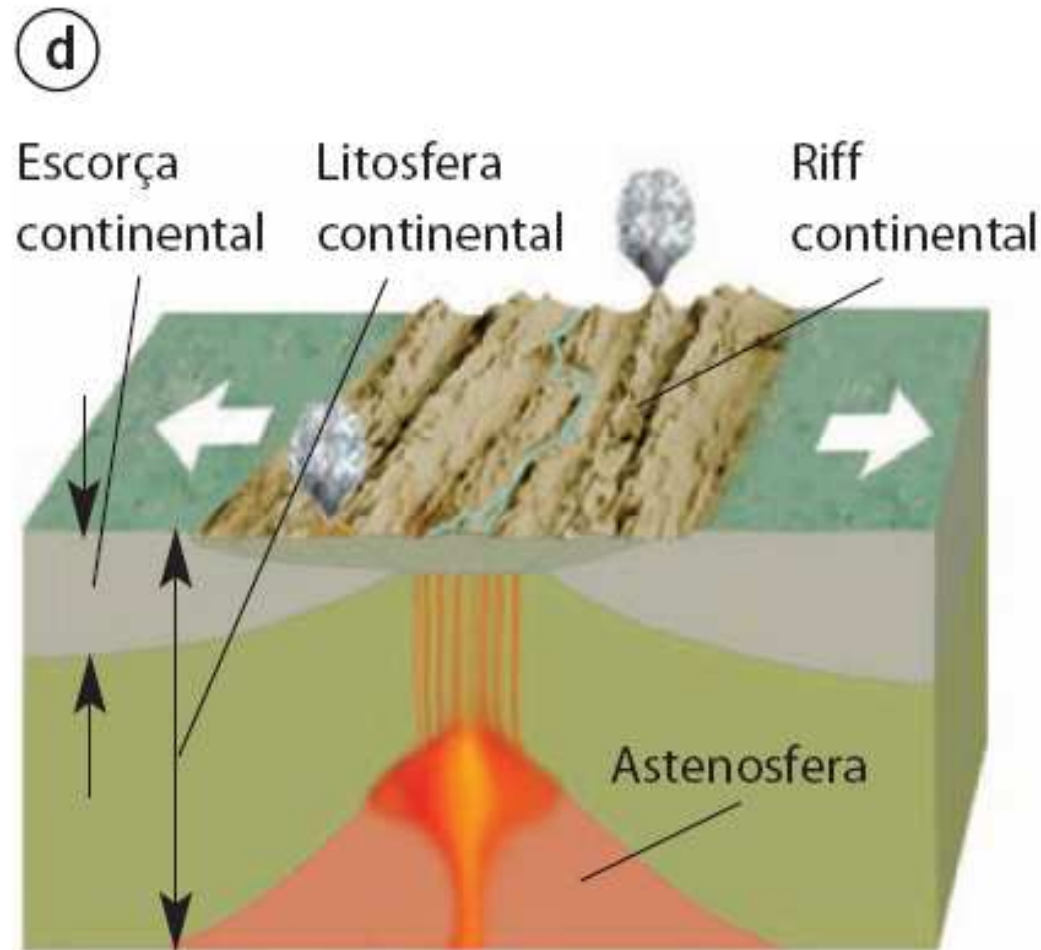


**Límits divergents:** Trencament d'un continent i evolució d'un oceà



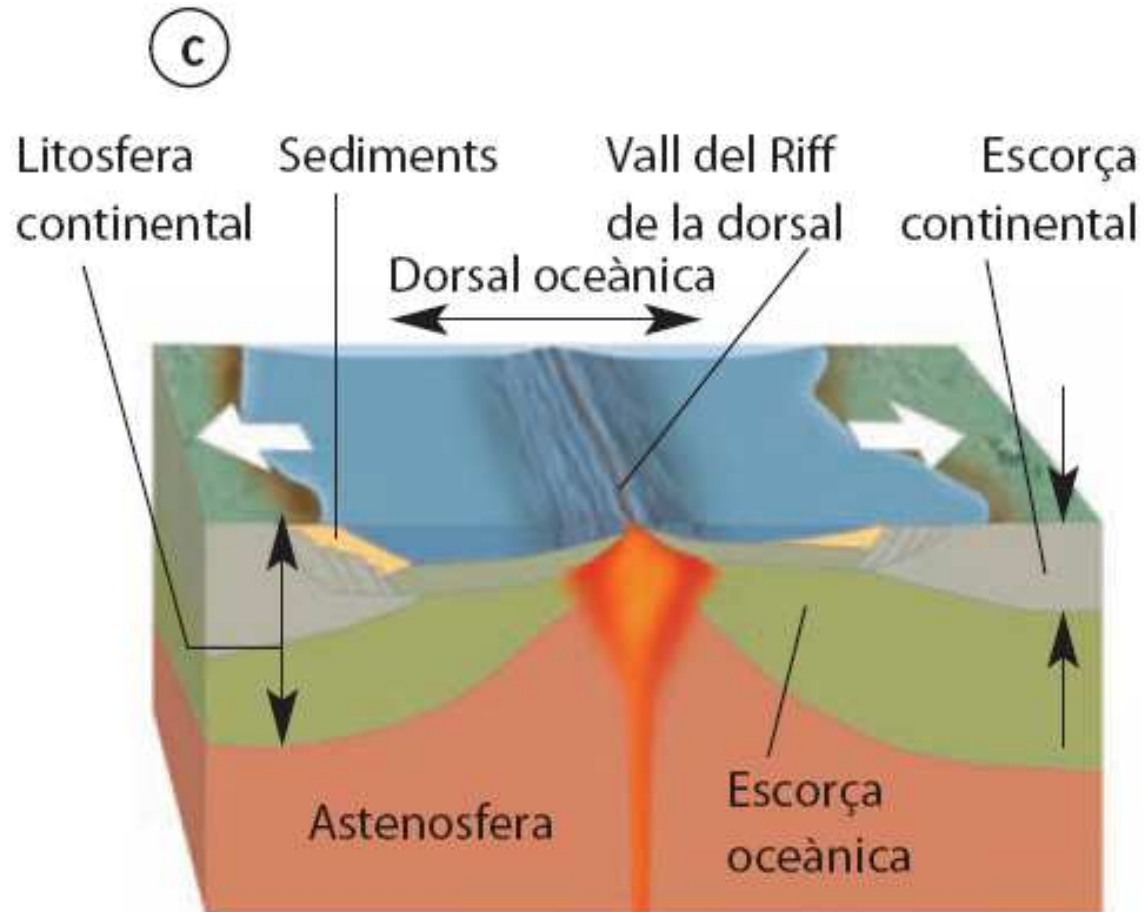


## Límit divergent: Rift continental.



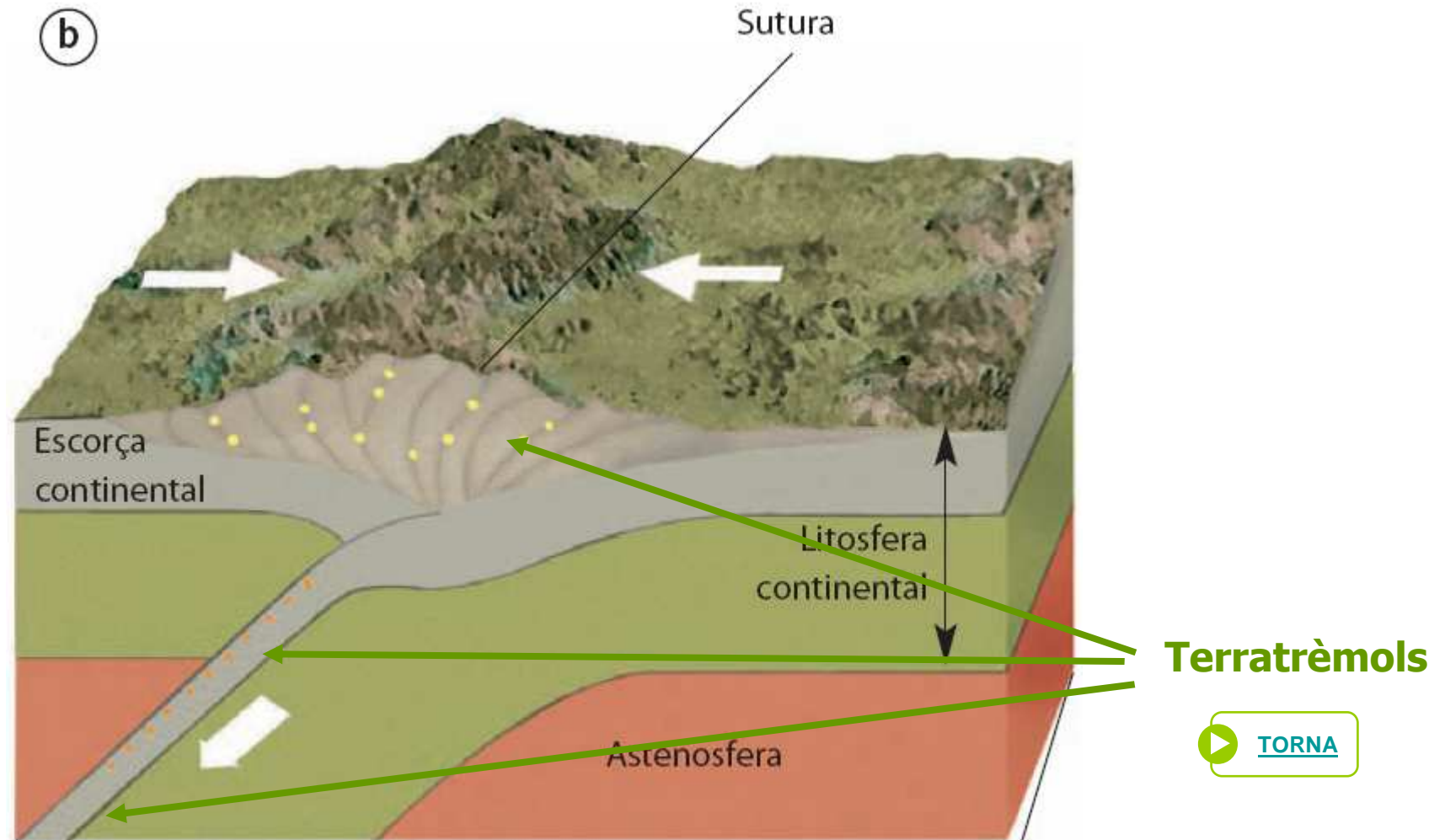


## Límit divergent: Dorsal.

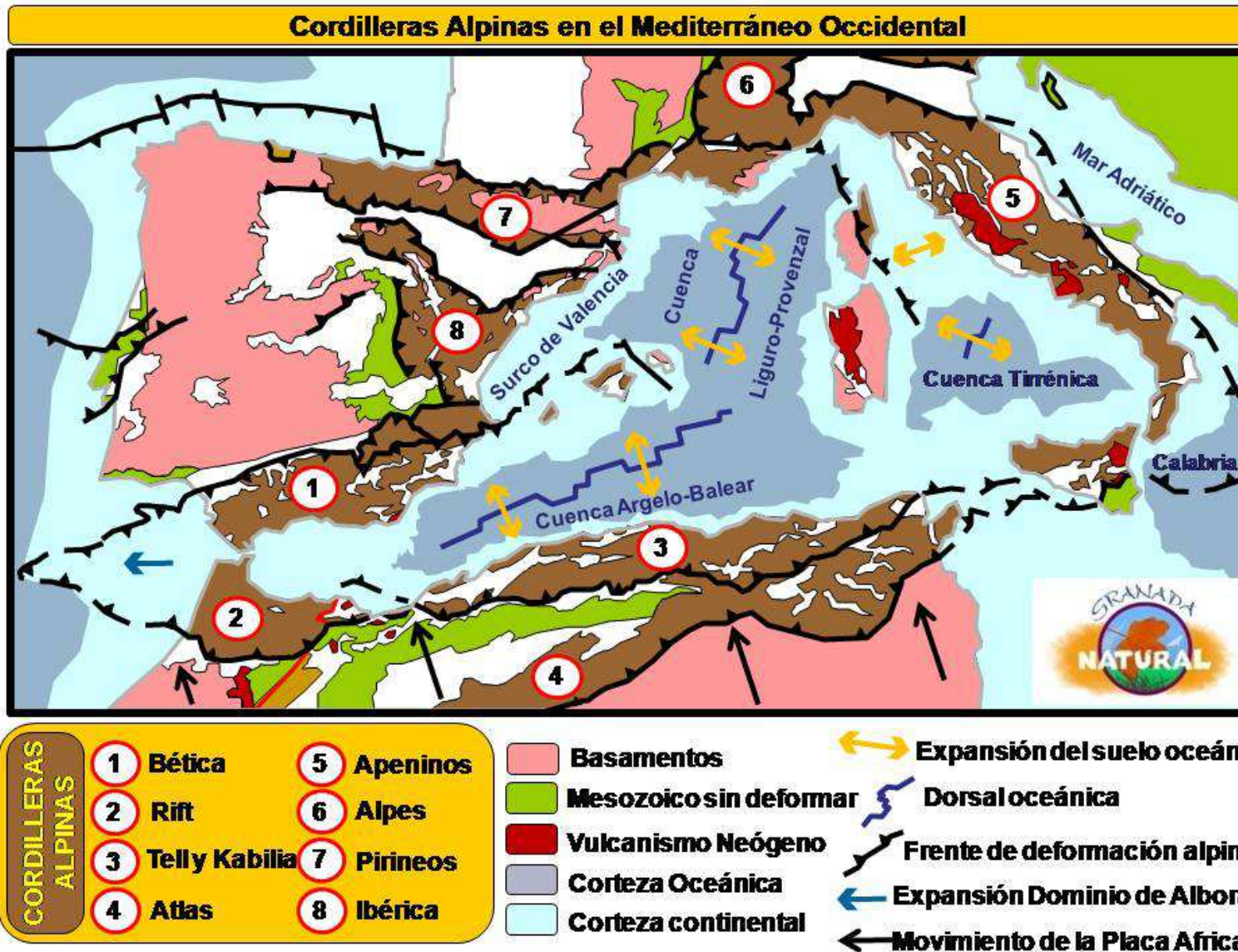




## Localització de terratrèmols en les grans serralades continentals

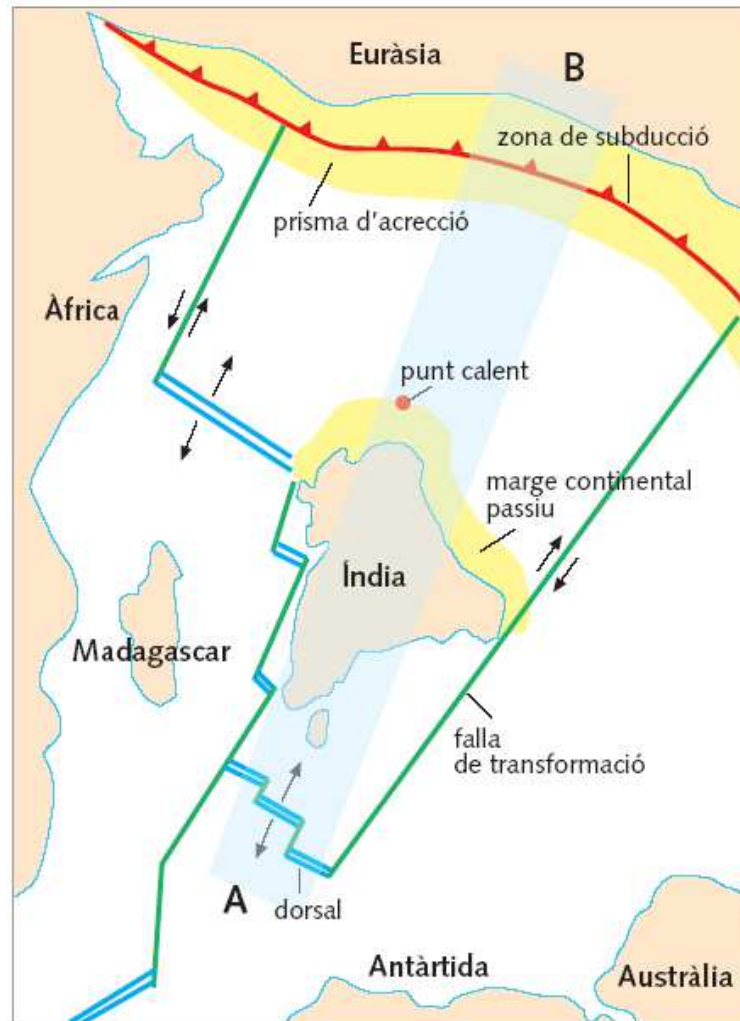








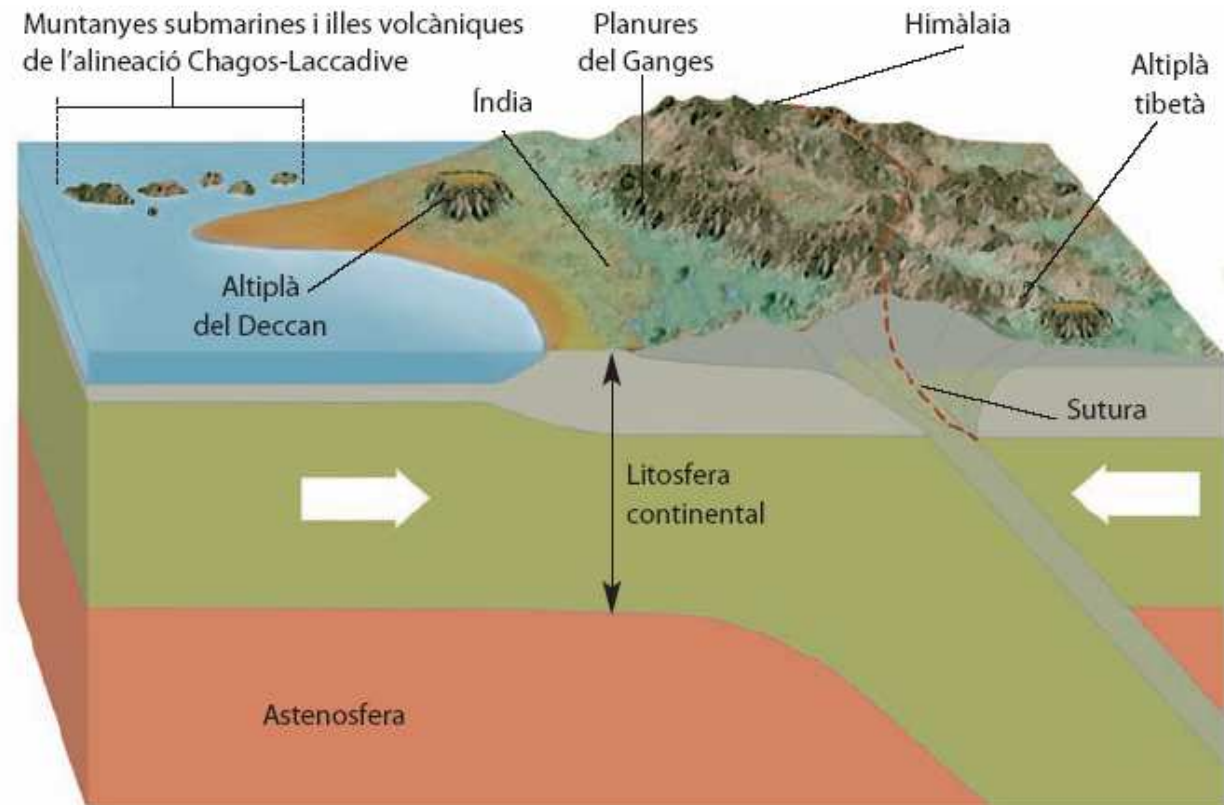
## Evolució de l'oceà Índic i la formació de l'Himàlaia: fa 75 Ma



Reconstrucció de l'evolució de l'oceà Índic fa 75 Ma. Al sector nord del marge continental passiu de l'Índia hi havia un punt calent a l'astenosfera. Quan l'Índia va travessar aquest punt, fa entre 70 i 60 Ma, va patir una gran quantitat de vulcanisme que va produir l'altiplà volcànic del Deccan a l'Índia. En aquest moment, Austràlia i l'Antàrtida no havien començat la seva separació i Àrabia formava part de la placa africana.



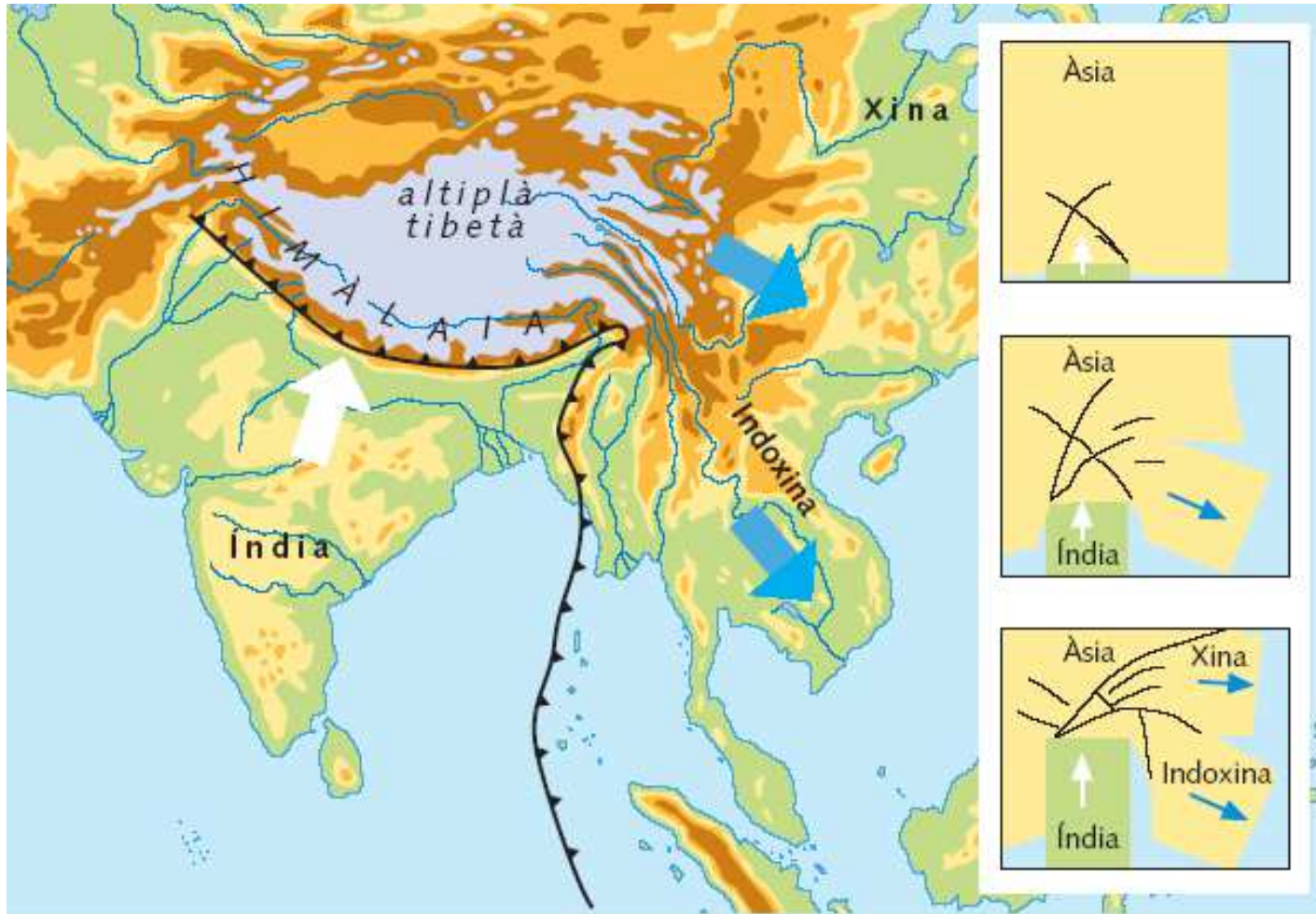
## Evolució de l'oceà Índic i la formació de l'Himàlaia: avui dia



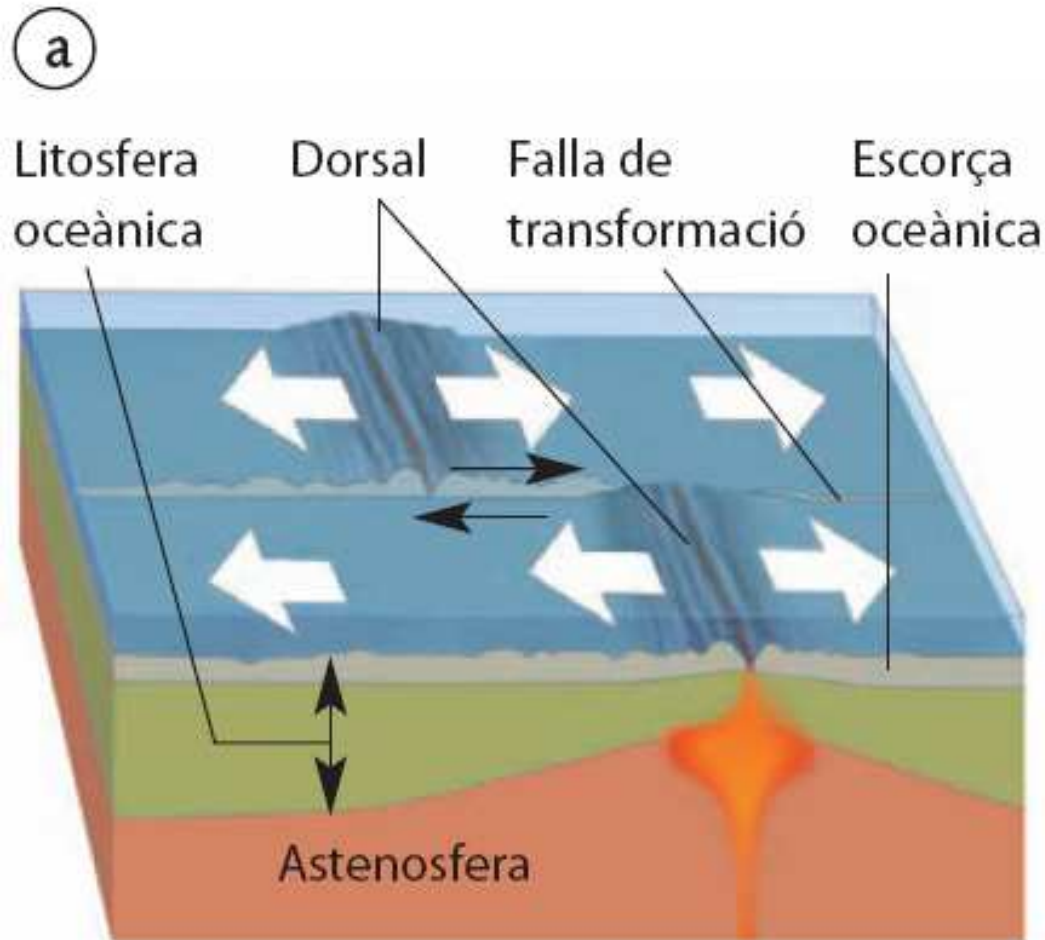
Estructura de l'Himàlaia avui dia. Cal remarcar l'alineació Chagos-Laccadive que es va produir pel desplaçament cap al nord de la placa índica damunt el punt calent existent a l'astenosfera i que prèviament havia produït la província volcànica del Deccan a l'Índia. Les illes més famoses d'aquesta alineació són les Maldives.



## L'oceà Índic i la formació de l'Himàlaia. Escapament continental

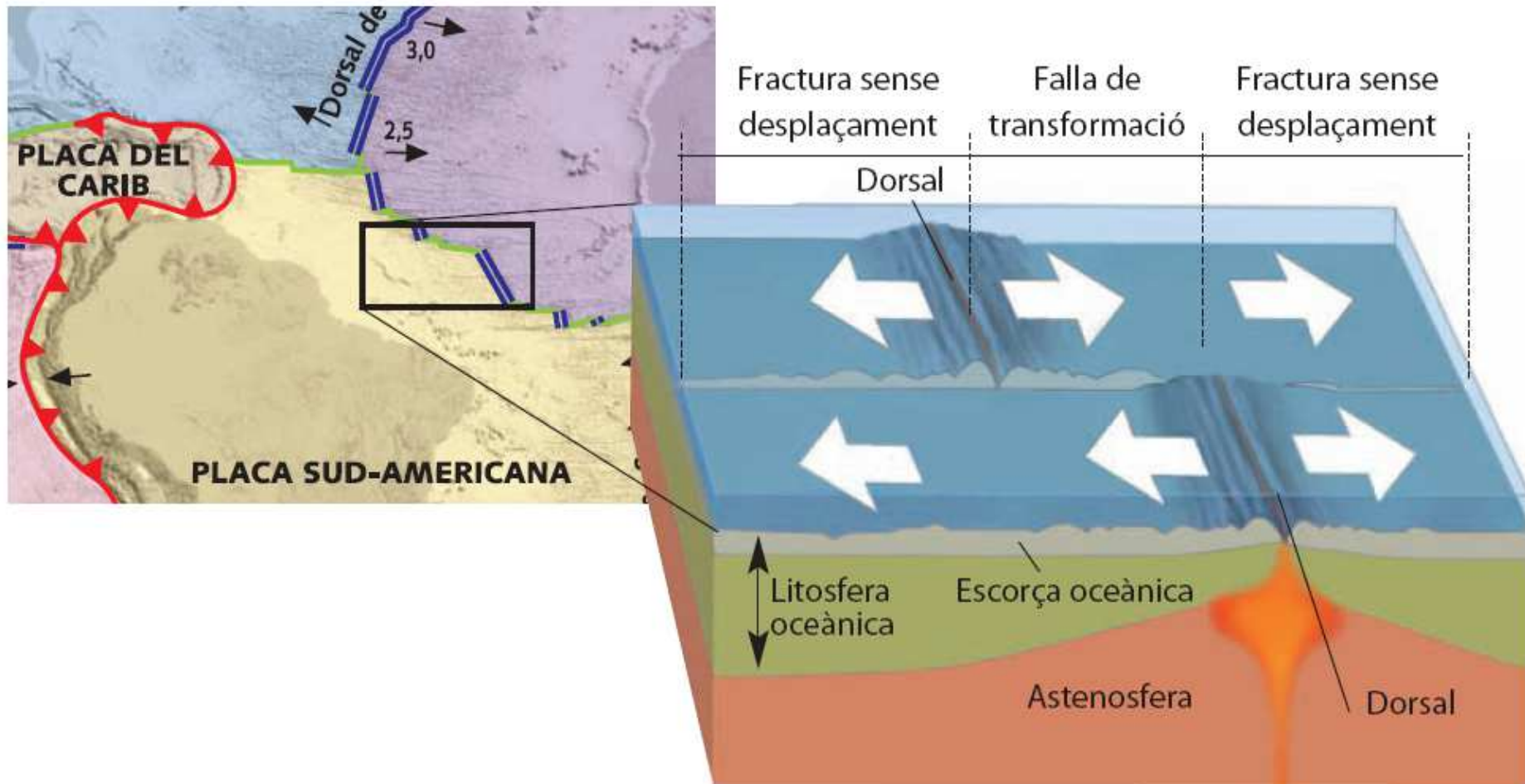


**Límits transformants: Falla de transformació. Límit passiu**



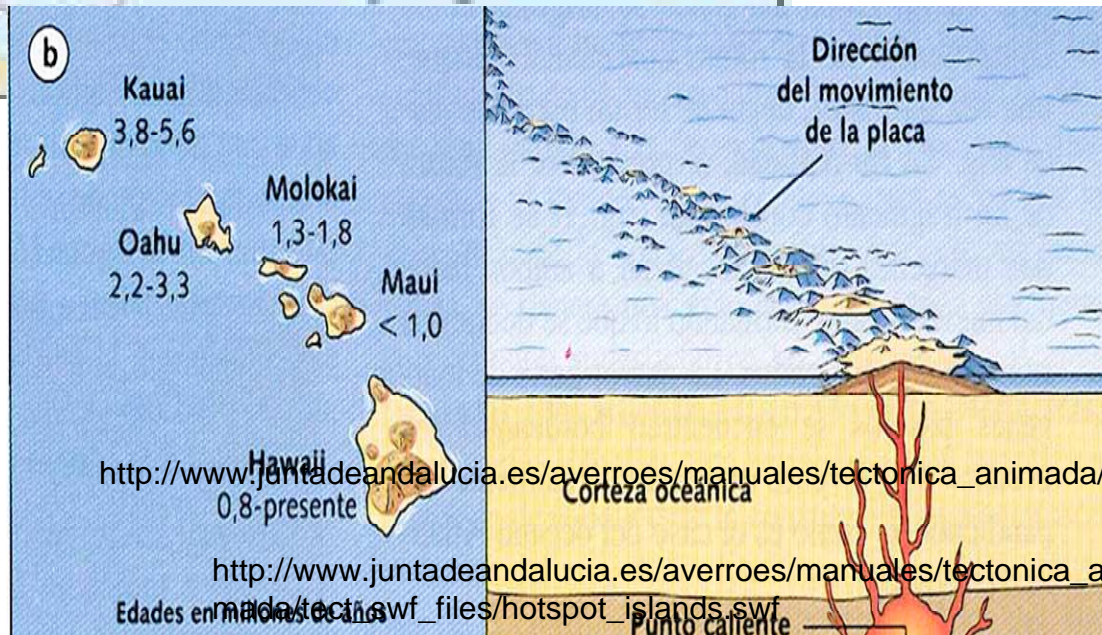


## Límits passius: falles de transformació

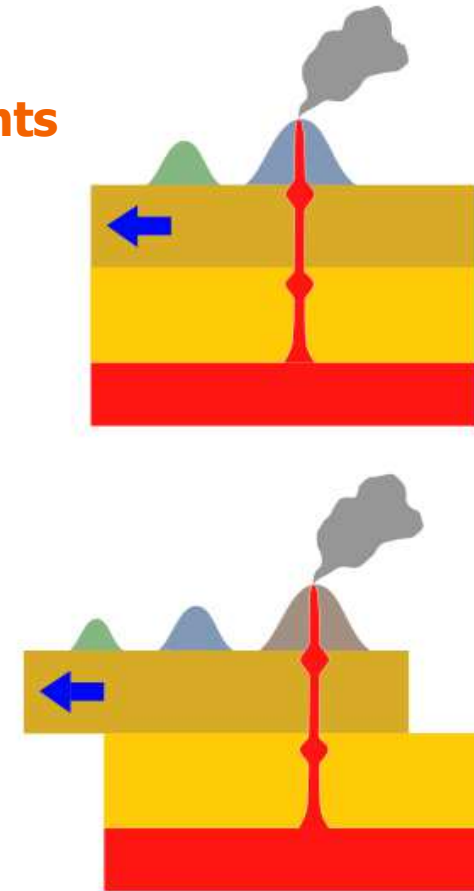




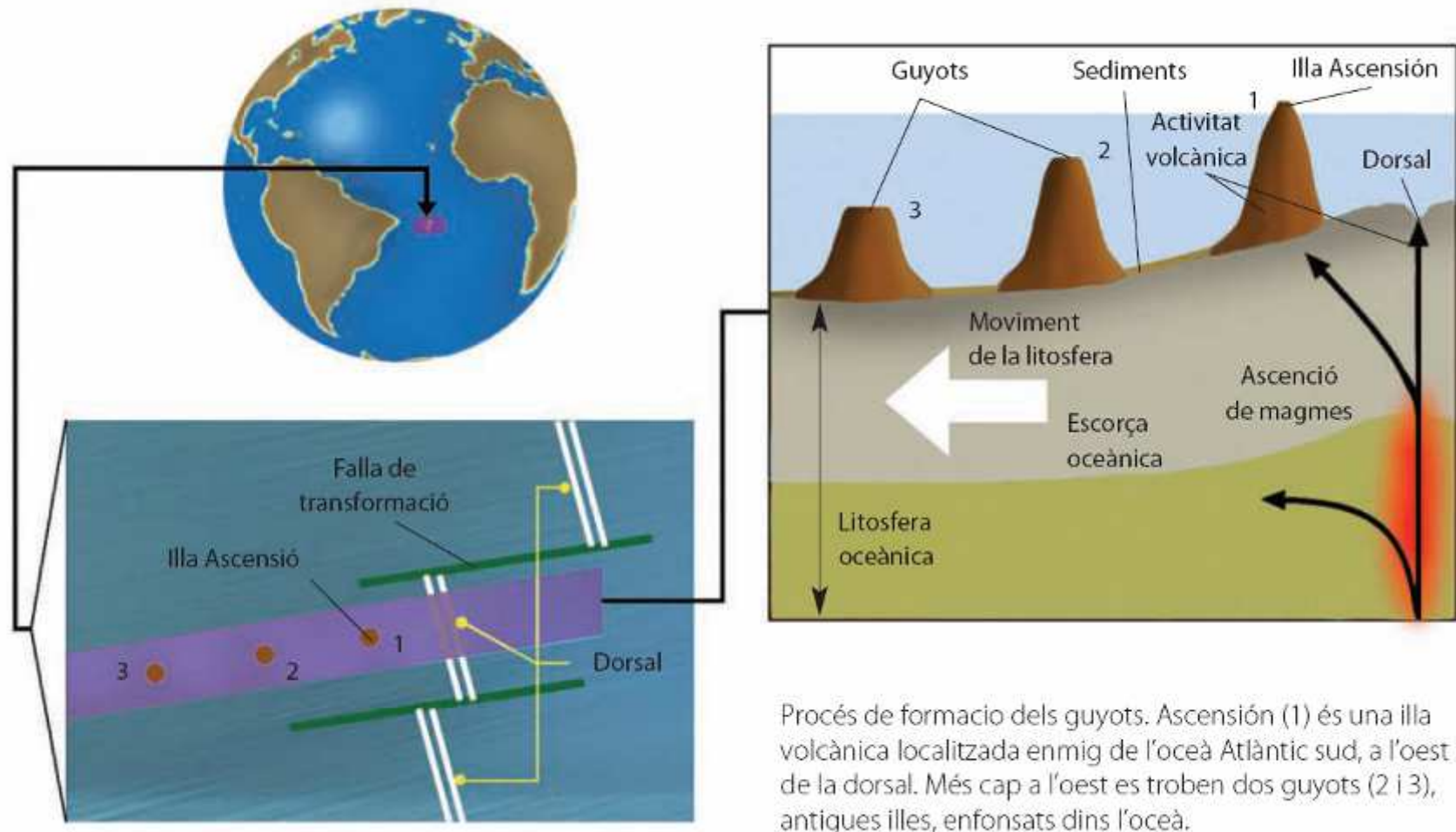




**Punts calents**



**Confirmació de la teoria: formació dels guyots**

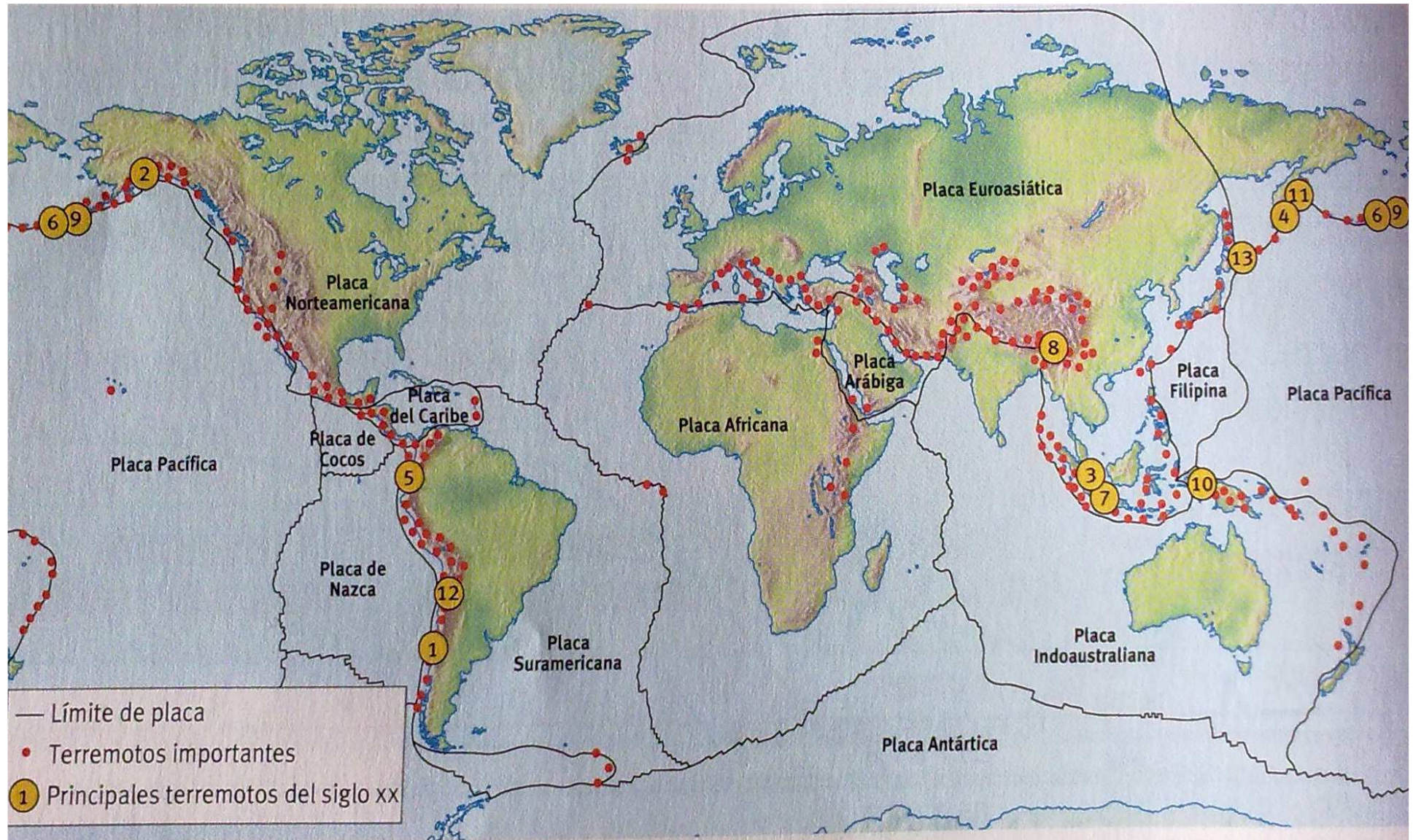




**TERRATRÈMOLS**





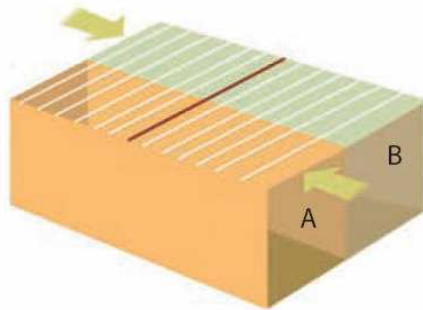




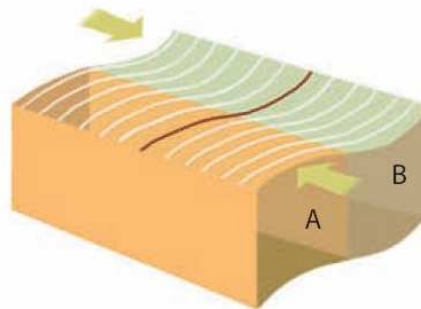
# Terratrèmols

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

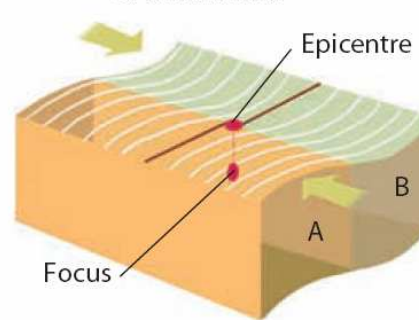
A. Posició original



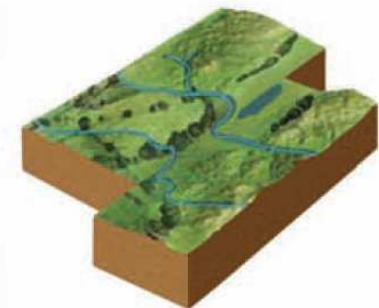
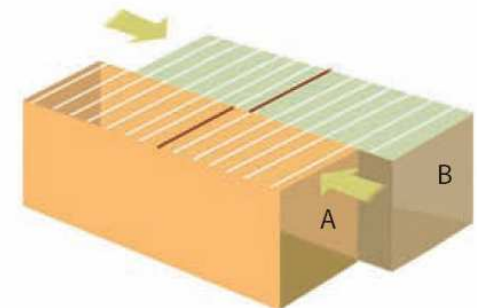
B. Augment de la deformació



C. Terratrèmol



D. Relaxació d'esforços

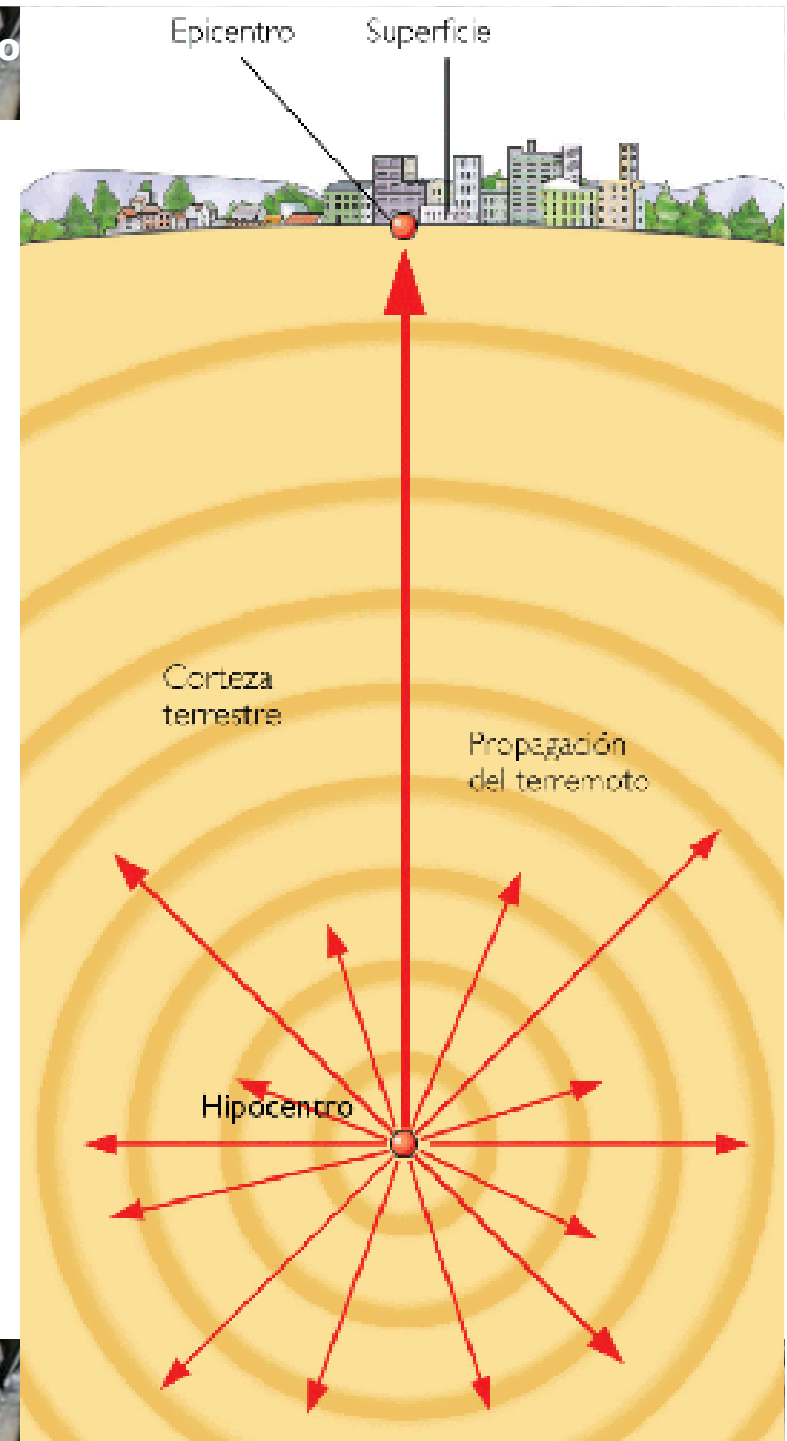


**Què són?**

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.

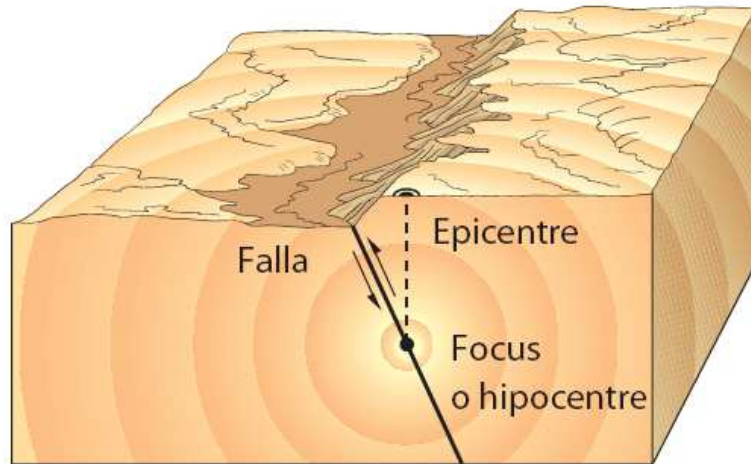
L'hipocentre és el punt on s'origina el terratrèmol i s'allibera energia en forma d'ones.

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





## Terratrèmols: epicentre i hipocentre



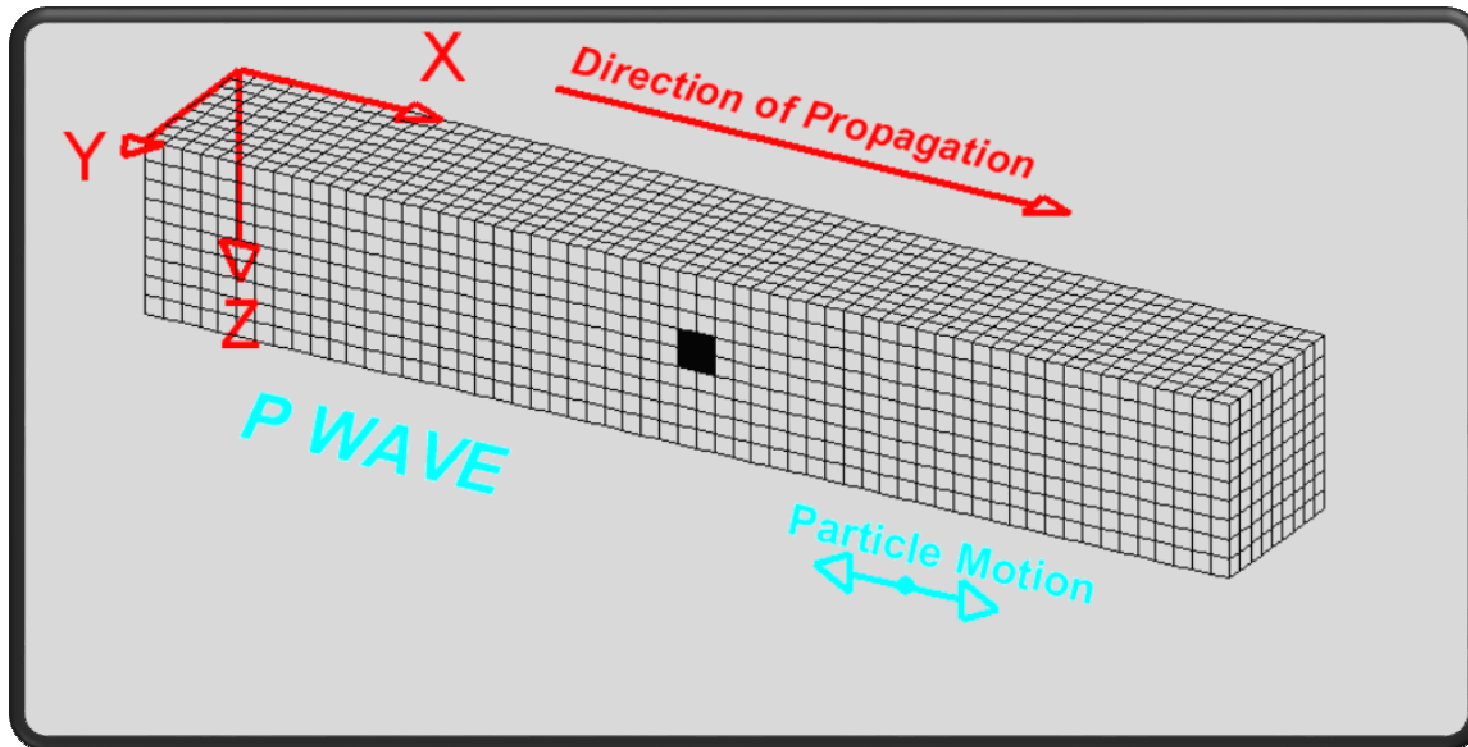
Relació entre l'epicentre i l'hipocentre, o focus, d'un terratrèmol. En aquesta figura també es mostra el front d'ones que radia en totes direccions a partir del focus del terratrèmol.

L'energia que es desprèn 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.



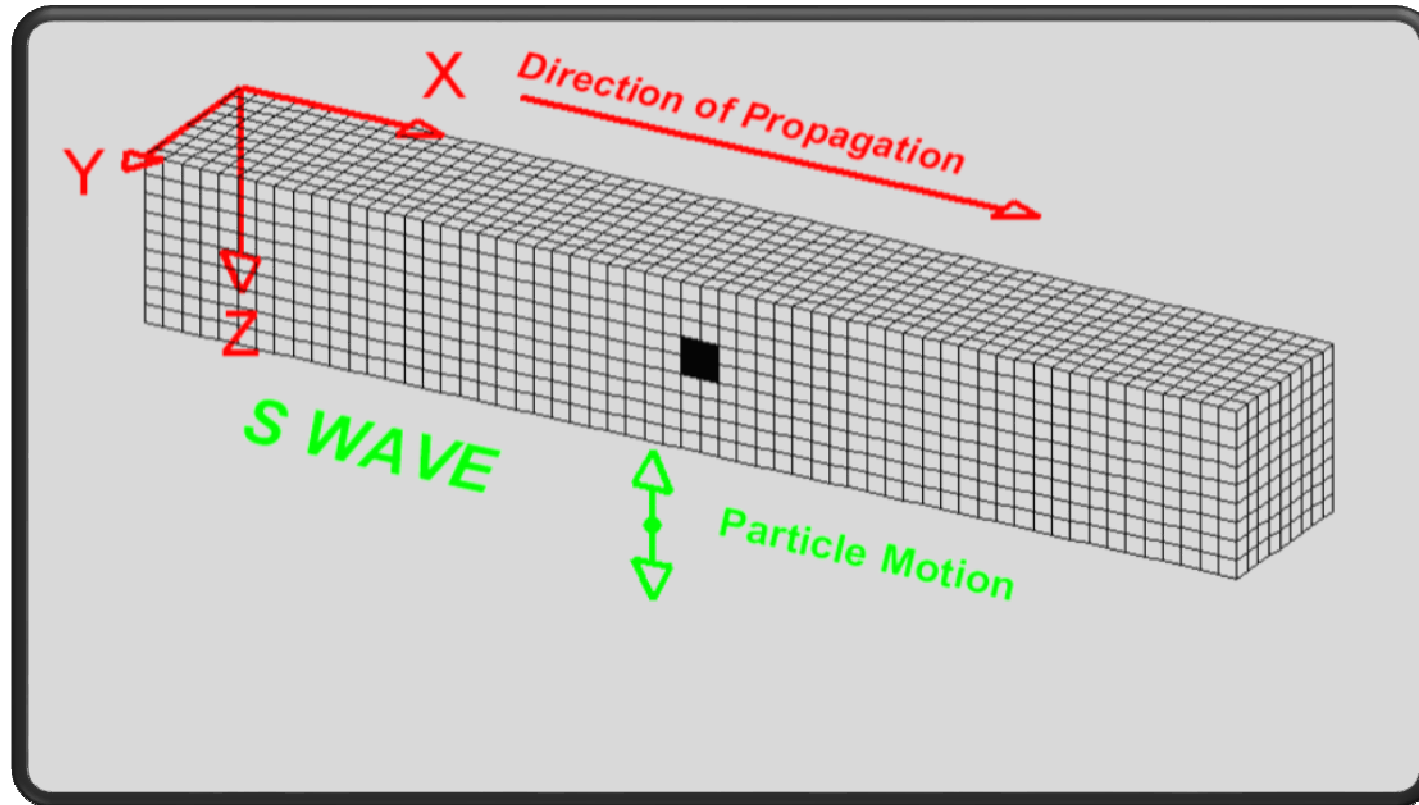
## Tipus d'ones



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



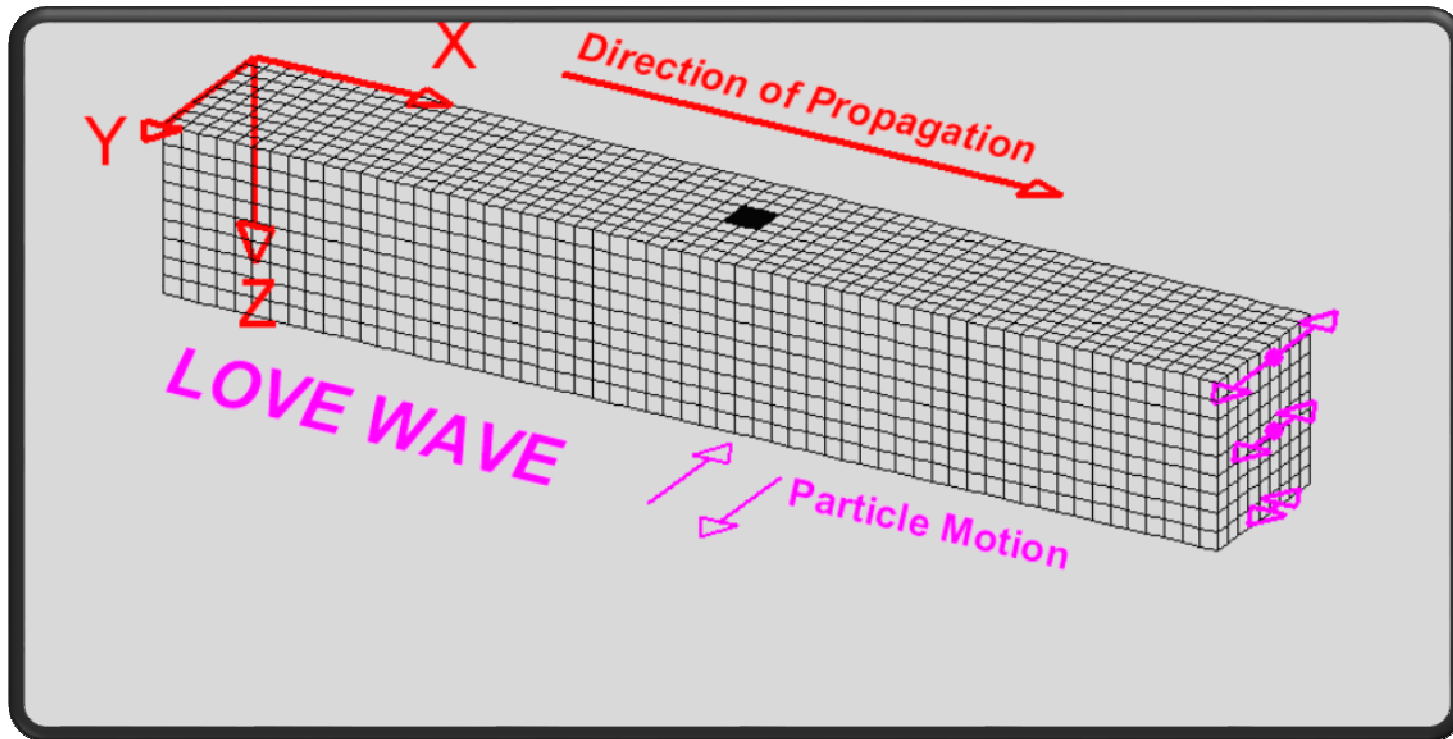




**Ones S** - Són més lentes que les ones P i només poden travessar sòlids.



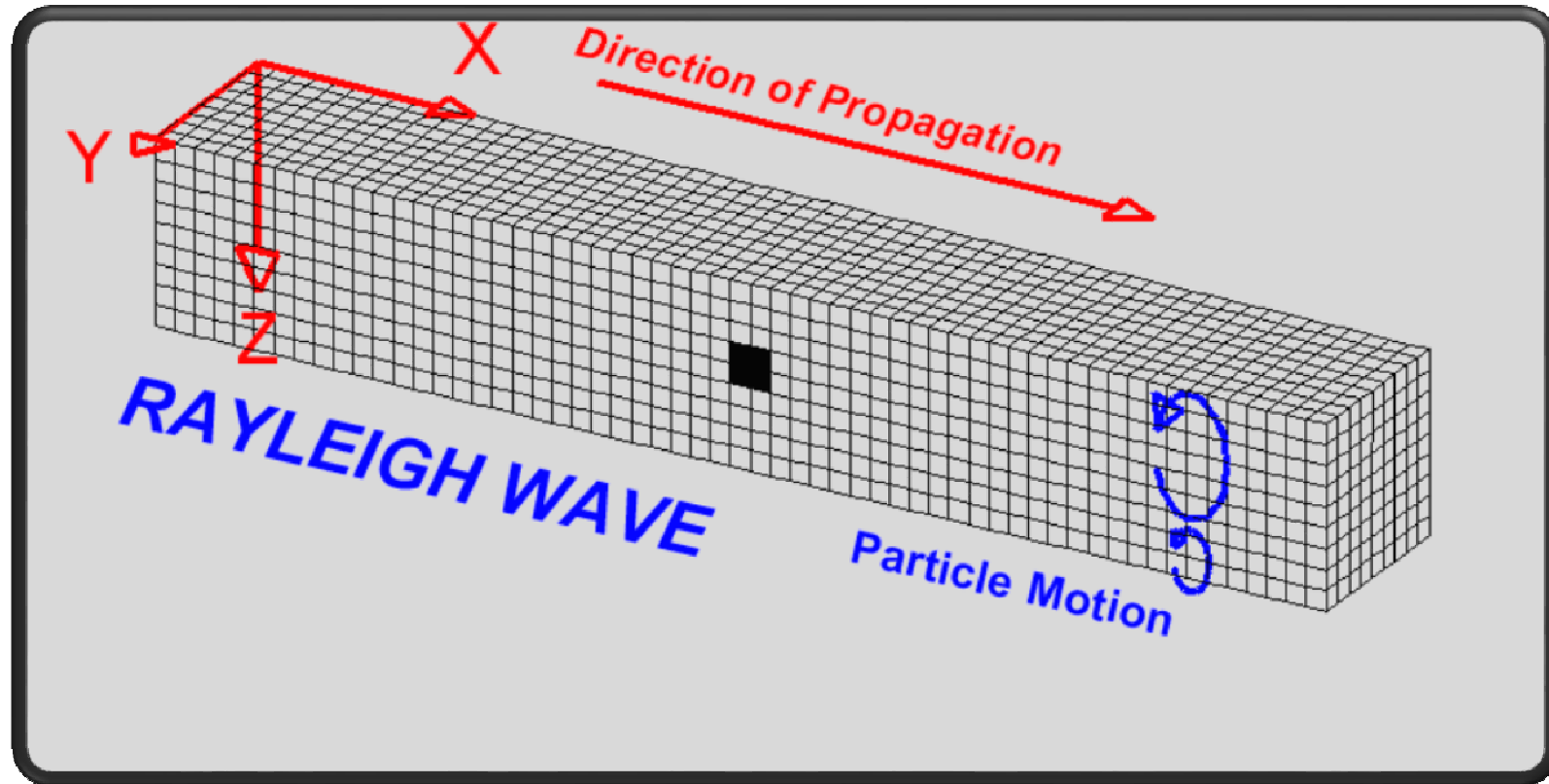
## Ones superficials



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



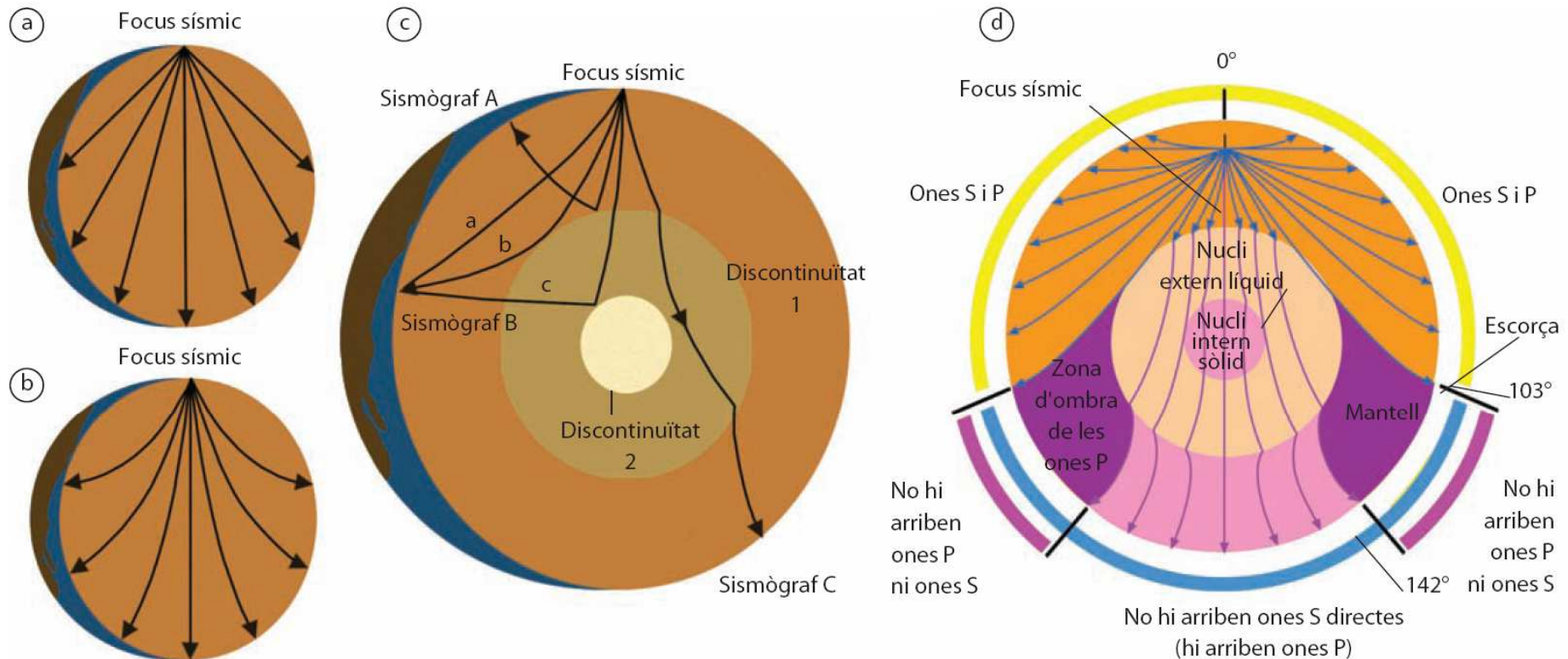




**Ones R.** Es mouen verticalment com les ones del mar



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

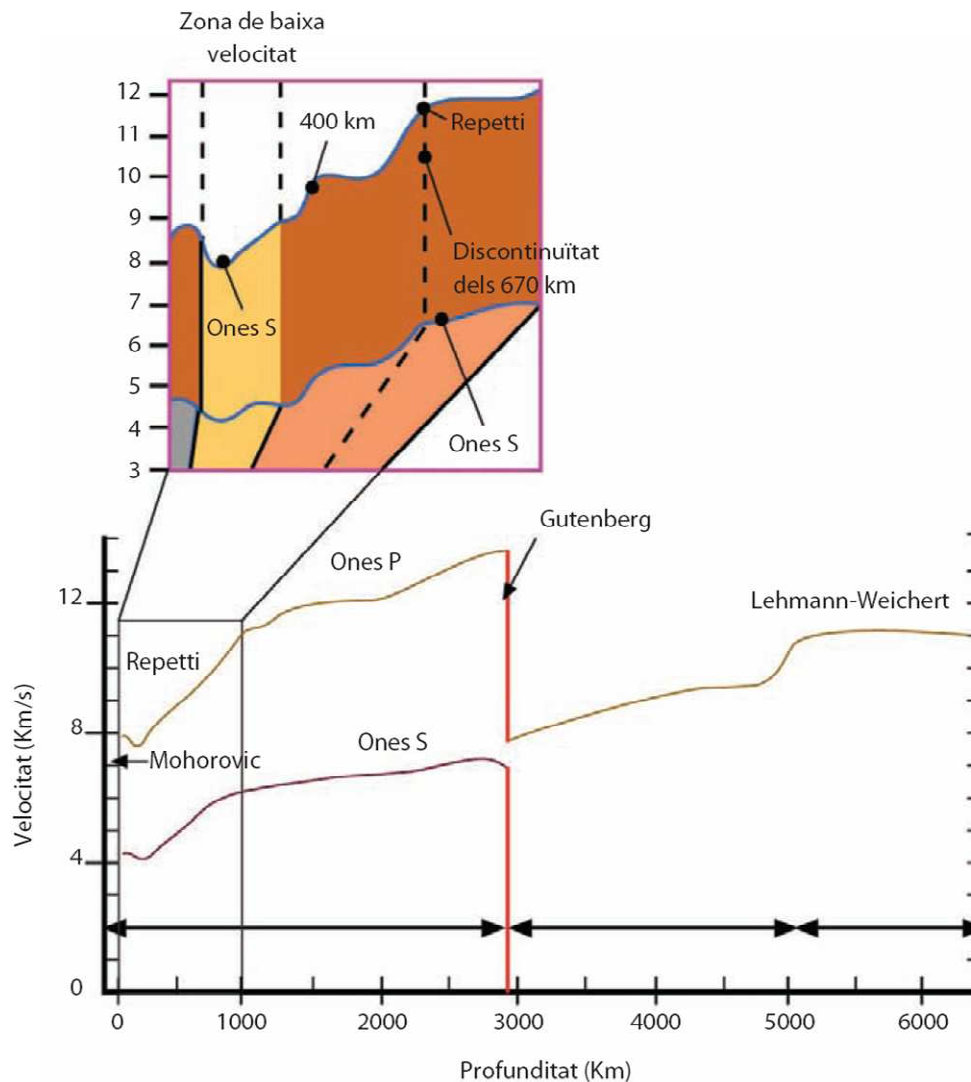


Trajectòries de les ones sísmiques a l'interior de la Terra. a) Trajectòries esperades si la Terra tingués un material homogeni al seu interior (trajectòries rectilínies); b) trajectòries causades per l'increment de la velocitat de propagació amb la profunditat (trajectòries corbes); c) possibles trajectòries 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)

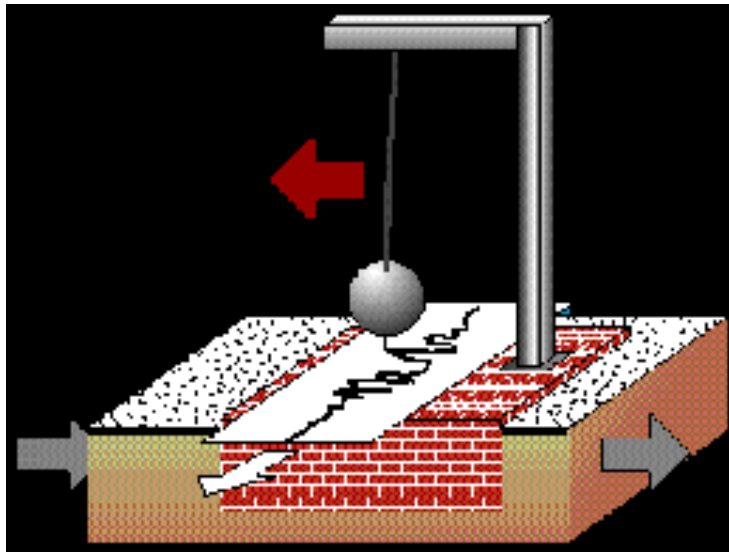


**Variació de la velocitat de propagació de les ones P i S amb la profunditat.** A l'ampliació s'hi detallen els canvis de la velocitat en els 1.000 km més superficials.

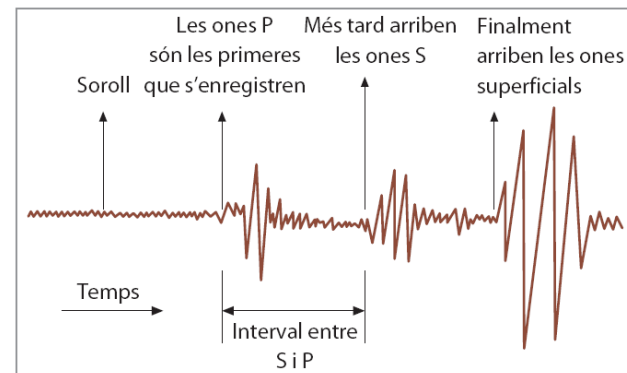


## Terratrèmols: ones sísmiques

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



[Animació 1 / 2](#)

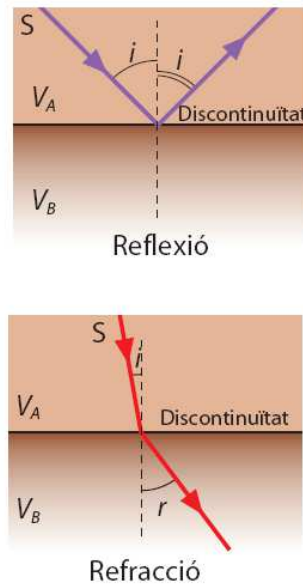


Exemple d'un sismograma. En primer lloc s'enregistren les ones P, després les S i, en darrer lloc, les ones superficials.

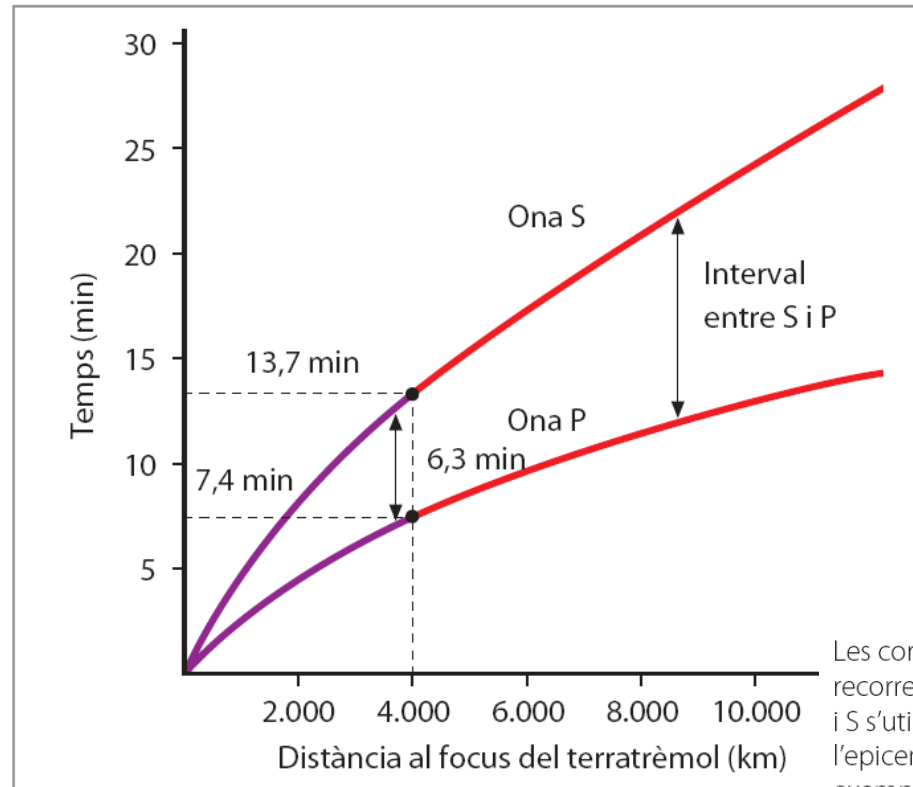




## Terratrèmols: ones sísmiques



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

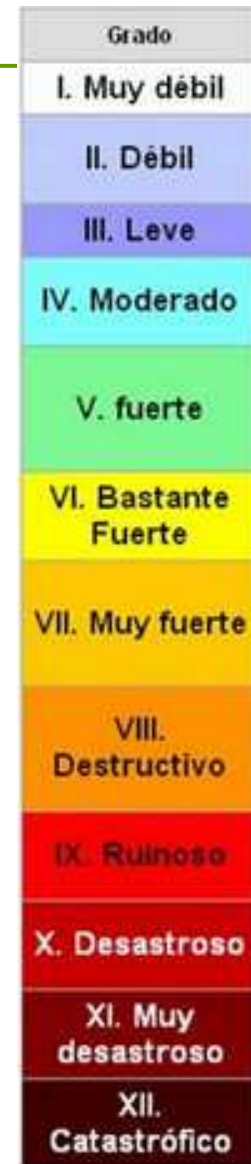




## Terratrèmols: intensitat i magnitud

- **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.



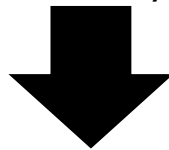
Descripció del grau d’intensitat de l’escala d’MSK.

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)

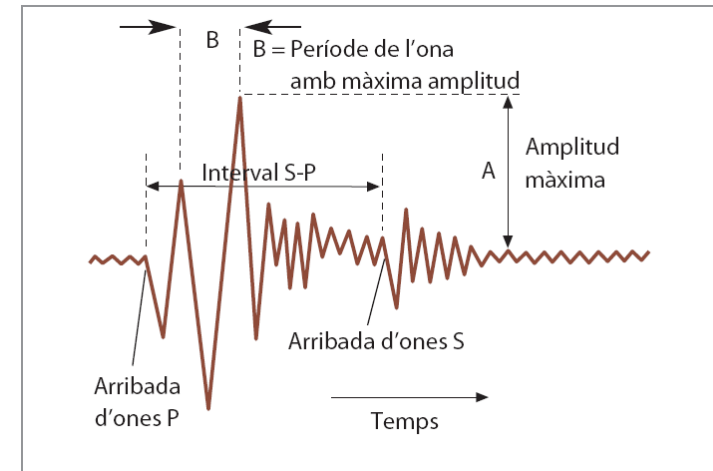
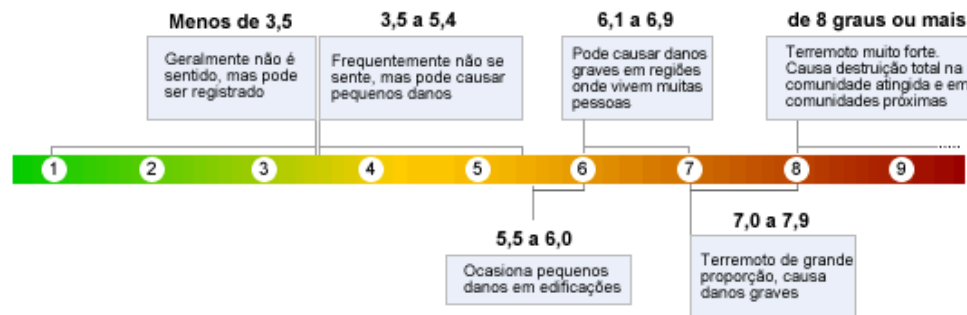


## Terratrèmols: intensitat i magnitud

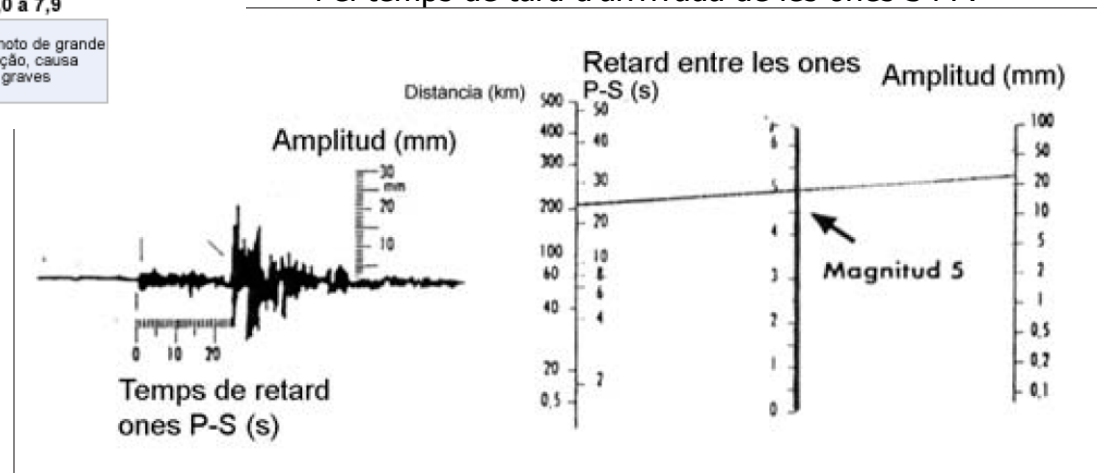
- **Escala de Richter.** Mesura la magnitud, amb valors entre 1 i 9,5 però és una escala oberta, sense tenir en compte els danys ocasionats.



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?

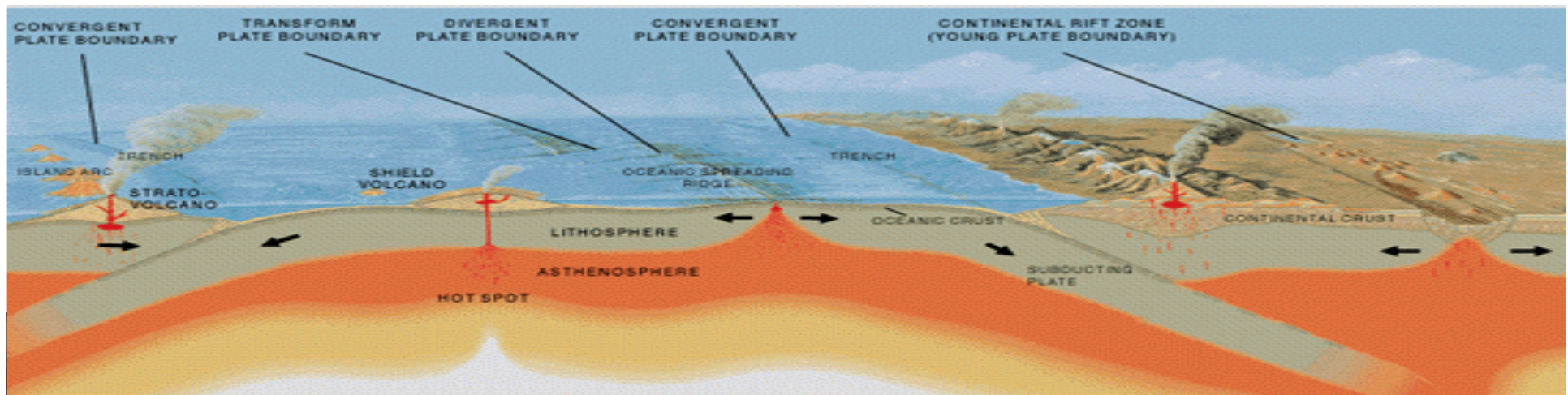
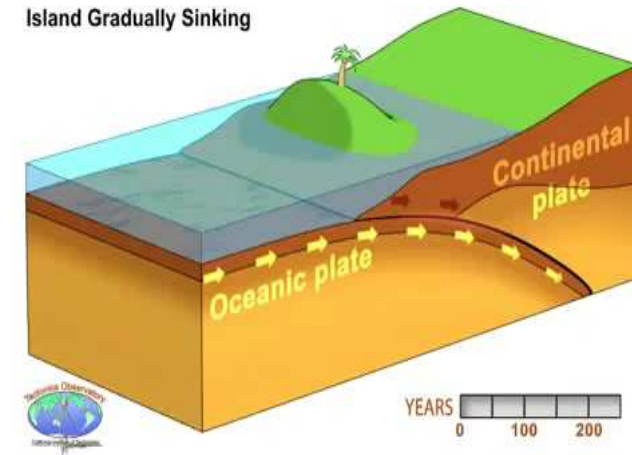
Una rèplica és un moviment sísmic que succeeix a la mateixa regió on hi ha hagut prèviament un terratrèmol.

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



## Risc sísmic

---

**Risc** probabilitat que les conseqüències socio-econòmiques derivades d'un procés natural determinat, en una zona i un període de temps concrets, superin un cert límit considerat de normalitat.

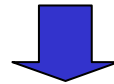




Risc= perillositat x danys

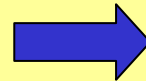
- S'entén per **perillositat** la probabilitat d'ocurrència d'un cert fenomen en un període de temps determinat →

**Període de retorn**

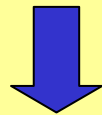


Temps que ha de transcorre perque es torni a produir un determinat fenòmen amb un nivell potencialment catastròfic

- El terme **Danys** inclou



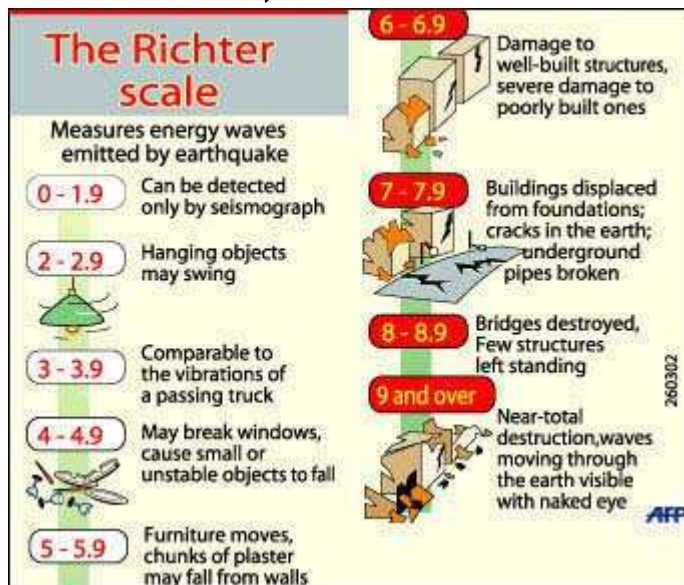
La **exposició** representa l'expectativa de pèrdues de vida humanes o danys econòmics, ecològics, ambientals, etc... com a conseqüència d'un fenomen natural. **víctimes i bens potencials**



La **vulnerabilitat** proporció de persones i béns afectats respecte del total exposat.

**Risc = perillositat x danys** → exposició

↓  
**vulnerabilitat**



**Exemple:  
terratrèmol**

**Període de retorn**



Risc = perillositat x danys

exposició

vulnerabilitat



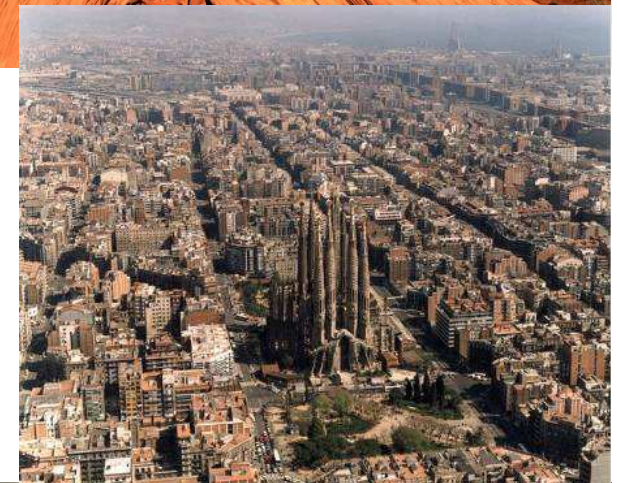
Turquia



Japó



desert



ciutat

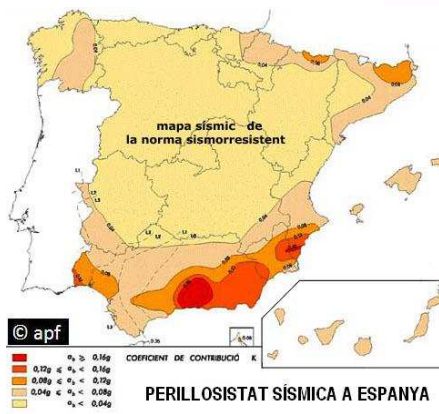


$$\text{Risc} = \text{perillositat} \times \text{danys} \rightarrow \text{exposició}$$

↓  
vulnerabilitat

Molt difícil de disminuir

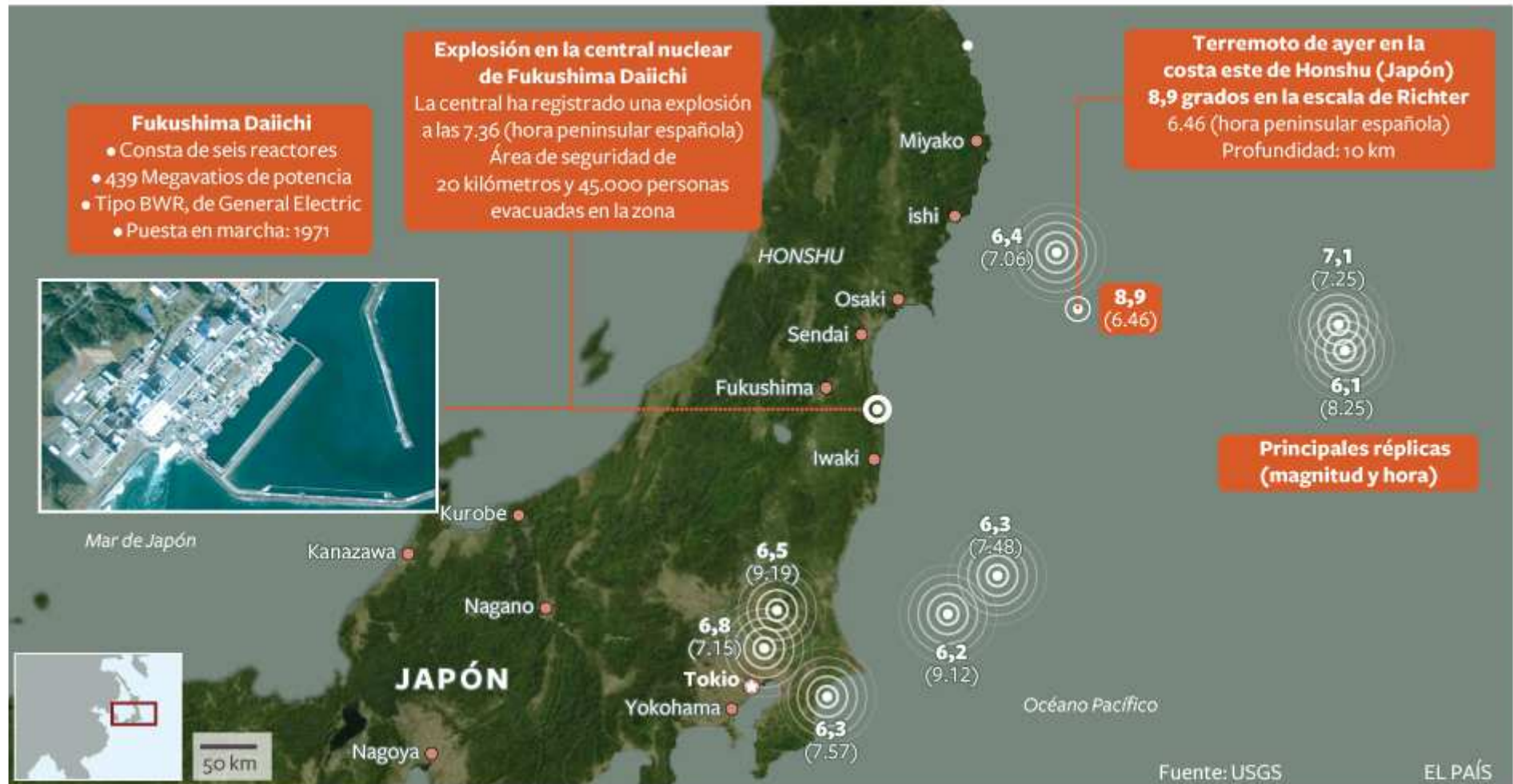
És l'únic sobre el que es pot actuar



- Predicció del risc
- Previsió del risc (mapes de perillositat i vulnerabilitat)
- Prevenció del risc
- Ordenació del territori

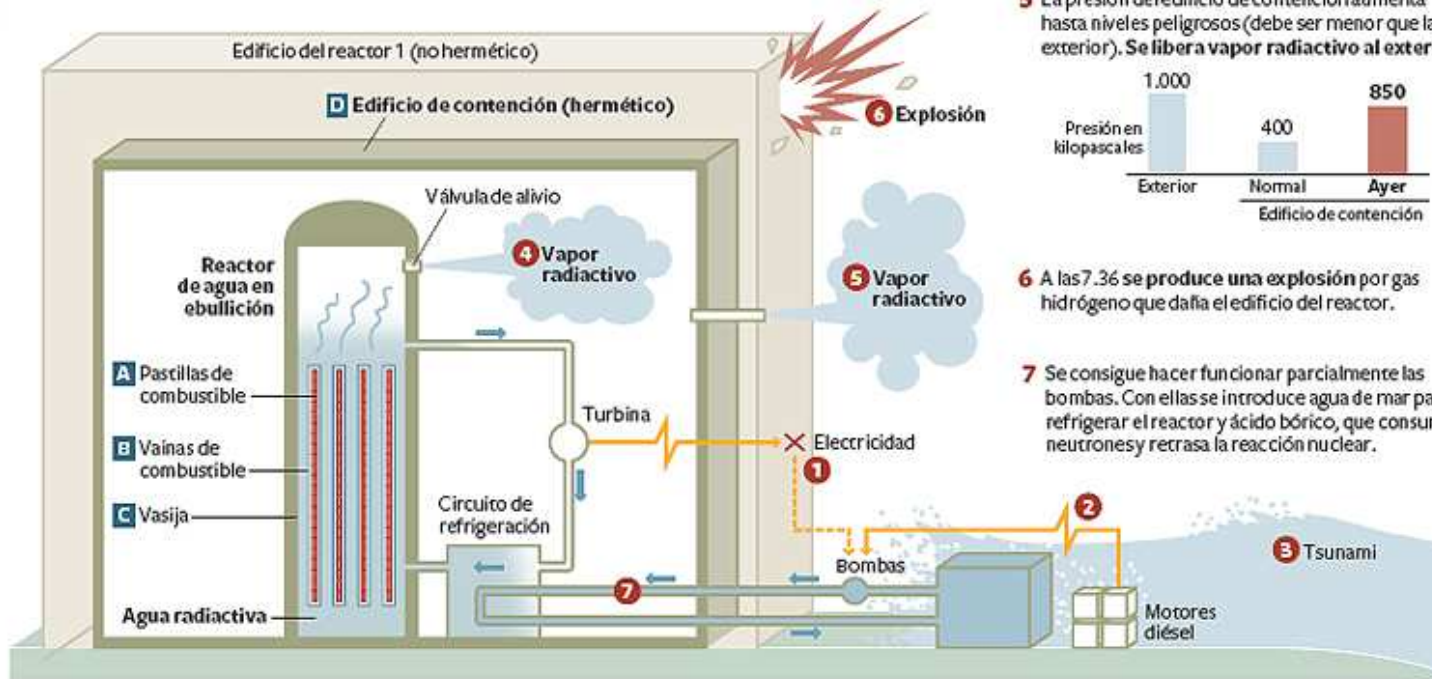






■ CÓMO SE PRODUJO LA FUGA

- 1 Los reactores se decienen automáticamente por el terremoto. Se corta el suministro eléctrico.
- 2 Unos motores diésel (hay cuatro por reactor) se ponen en marcha para generar electricidad y refrigerar el reactor.
- 3 El tsunami llega a la zona arrasando los motores y el cableado, por lo que deja de refrigerarse el reactor.
- 4 El núcleo se recalienta y aumenta la presión. Para aliviarla, se libera vapor radiactivo al edificio de contención.
- 5 La presión del edificio de contención aumenta hasta niveles peligrosos (debe ser menor que la del exterior). Se libera vapor radiactivo al exterior.
- 6 A las 7.36 se produce una explosión por gas hidrógeno que daña el edificio del reactor.
- 7 Se consigue hacer funcionar parcialmente las bombas. Con ellas se introduce agua de mar para refrigerar el reactor y ácido bórico, que consume neutrones y retrasa la reacción nuclear.



■ BARRERAS DE CONTENCIÓN

- A PASTILLAS DE COMBUSTIBLE**  
Son de uranio enriquecido. No libera fragmentos, solo gases.
- B VAINAS DE COMBUSTIBLE**  
Tubo de acero, hay varios por reactor.
- C VASIJA**  
Recipiente de acero que contiene agua radiactiva.
- D EDIFICIO DE CONTENCIÓN**  
Hermético, con paredes de acero y hormigón de casi dos metros de espesor. El reactor de Chernóbil no tenía este sistema, porque se consideró "un lujo innecesario".

■ ESCALA INTERNACIONAL DE SUCESOS NUCLEARES Y RADIOLÓGICOS (INES)

Niveles	INCIDENTE			ACCIDENTE			
	1 Anomalía	2 Incidente	3 Incid. importante	4 Alcance local	5 Mayor alcance	6 Importante	7 Grave
Casos más importantes			1989. Vandellòs I (España) Incendio que destruye los sistemas de seguridad en la central.	2011. Fukushima (Japón) Daño grave en el núcleo del reactor.	1979. Three Mile Island, Harrisburg (EE UU) Daño grave en el núcleo de reactor.	1957. Kyshtym (Rusia) Explosión de un tanque de desecho de alta actividad.	1986. Chernóbil Liberación extrema de una parte considerable del contenido del núcleo del reactor.

■ NIVEL DE RADIACIÓN

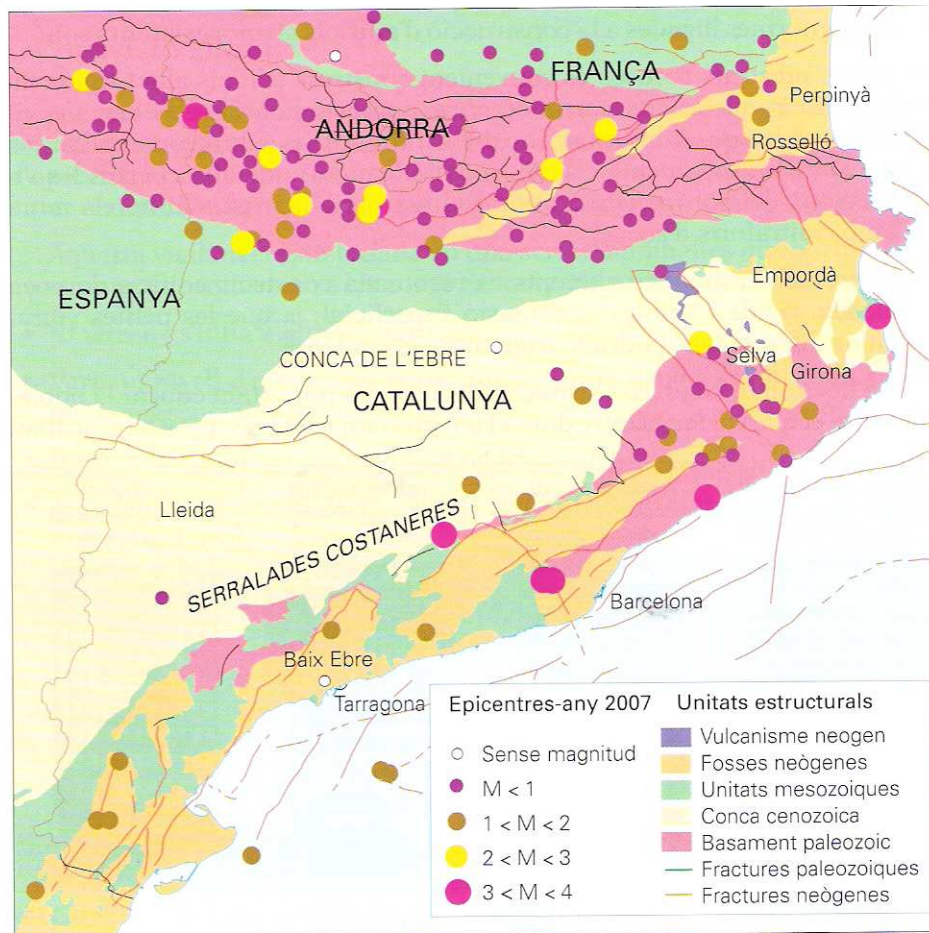
En los alrededores de la central (microsievert/hora)	0,07	1.015
Antes del escape (niveles normales)		Ayer



- **Educació de la població.**
  - Manuals i fulletons informatius: no utilitzar el gas de les cuines, tancar gas i llum. Llocs on cal dirigir-se.
  - Entrenament i disciplina dels habitants
  - Kits d'emergència (aigua, menjar deshidratat, medicines, piles,..)
- **Normativa sismoresistent per la construcció d'edificis i infraestructures.**
  - Ciments amb estructura d'amortiment.
  - Pilars que amorteixen les vibracions.
  - Materials flexibles.
  - Comprovar en maquetes l'efecte dels terratrèmols en les infraestructures i edificis.
  - Construccions de formigó armat i acer però de molta qualitat.
    - [http://www.youtube.com/watch?v=JhJzdtz6KY&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=JhJzdtz6KY&feature=player_embedded)
    - <http://www.businessinsider.com/earthquake-resistant-buildings-2011-3>
    - <http://translate.google.es/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.habitables.co.uk/feature-2/japans-earthquake-buildings-a-history>
- **Energia:**
  - Xarxa elèctrica a baixa alçada per poder restaurar-los ràpidament.
  - Centrals nuclears es desconnecten i refreden per evitar fugites radioactives.
- Tren d'alta velocitat es deté immediatament.
- **Alerta:**
  - Xarxa de sismògrafs terrestres i submarins
  - Xarxa de detecció de Tsunamis, boies que porten aparells de captació de moviments sísmics, d'onades combinat amb mareògrafs.
  - Alarmes per avisar de l'arribada d'un terratrèmol o tsunami.
  - Envien missatge als mòbils



## Sismicitat a Catalunya

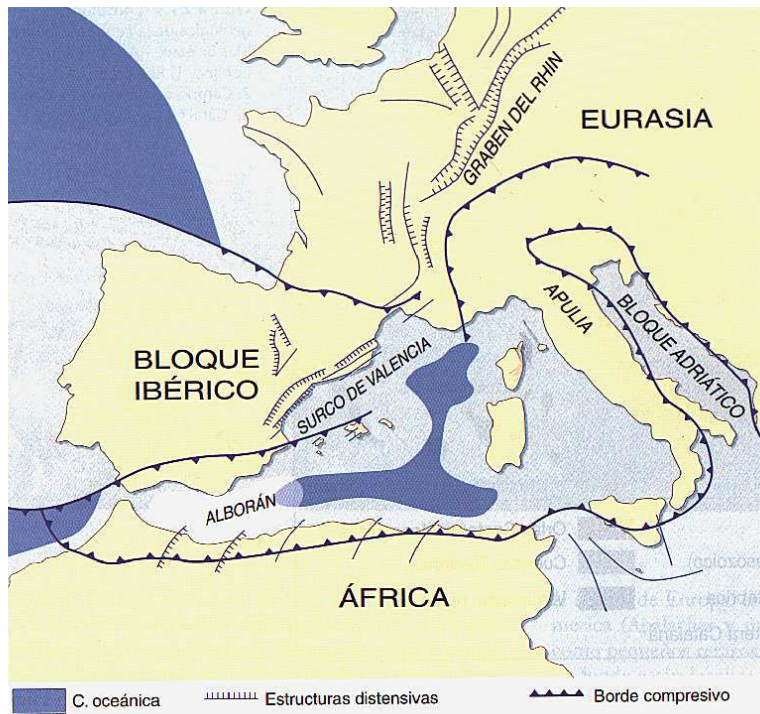


Sismicitat de l'any 2007 en el context estructural de Catalunya extret del Mapa Geològic de Catalunya a escala 1:250.000 (SGC, 1989). Es representen els epicentres sobre les principals unitats estructurals i les falles –que inclouen els encavalcaments– diferenciades segons l'edat de la seva activitat tectònica (anteplioquaternària, més de sis milions d'anys; i plioquaternària, menys de sis milions d'anys).

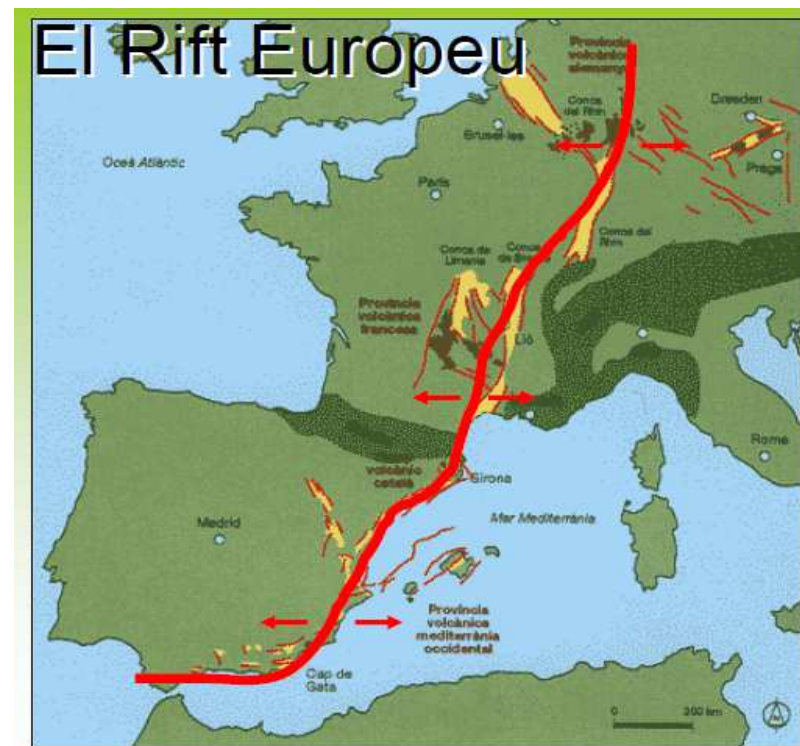
- **Pirineus, Prepirineus i Serralada Transversal**, on s'han produït els terratrèmols històrics més importants. Hi ha moltes falles de direcció general oest-est, i és la zona comprimida entre la gran placa Eurasiàtica i la subplaca Ibèrica que va originar aquestes serralades.
- **Sistema Litoral**, que és una zona que conté moltes falles de direcció general de nord-est a sud-oest on actualment domina la distensió. L'activitat sísmica hi és més baixa.



Pirineus i serralada transversal



- **Pirineus, Prepirineus i Serralada Transversal**, on s'han produït els terratrèmols històrics més importants. Hi ha moltes falles de direcció general oest-est, i és la zona comprimida entre la gran placa Eurasiàtica i la subplaca Ibèrica que va originar aquestes serralades.



Serralada litoral → Causa →

- **Sistema Litoral**, que és una zona que conté moltes falles de direcció general de nord-est a sud-oest on actualment domina la distensió. L'activitat sísmica hi és més baixa.



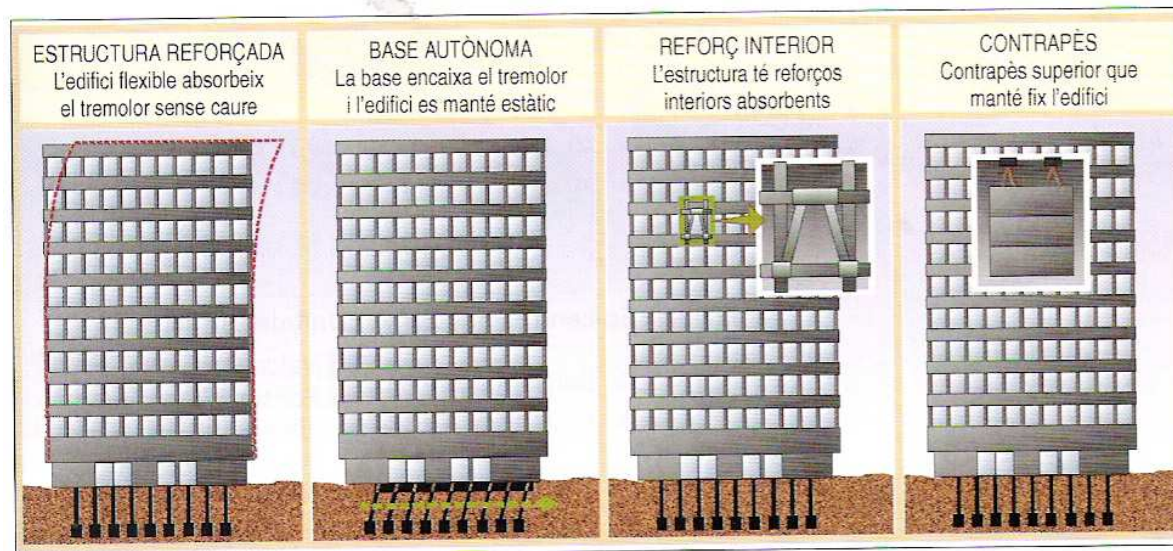
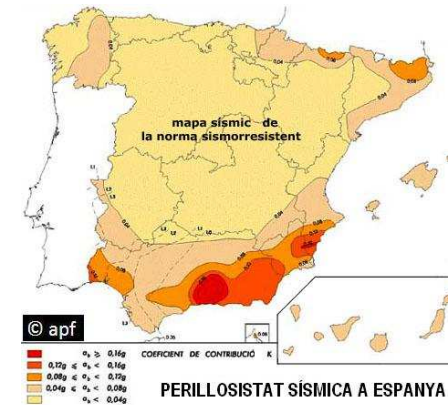
## Preveure i prevenir els terratrèmols

**Preveure el sisme**

**Ordenar el territori**

**Aplicar normes antisísmiques**

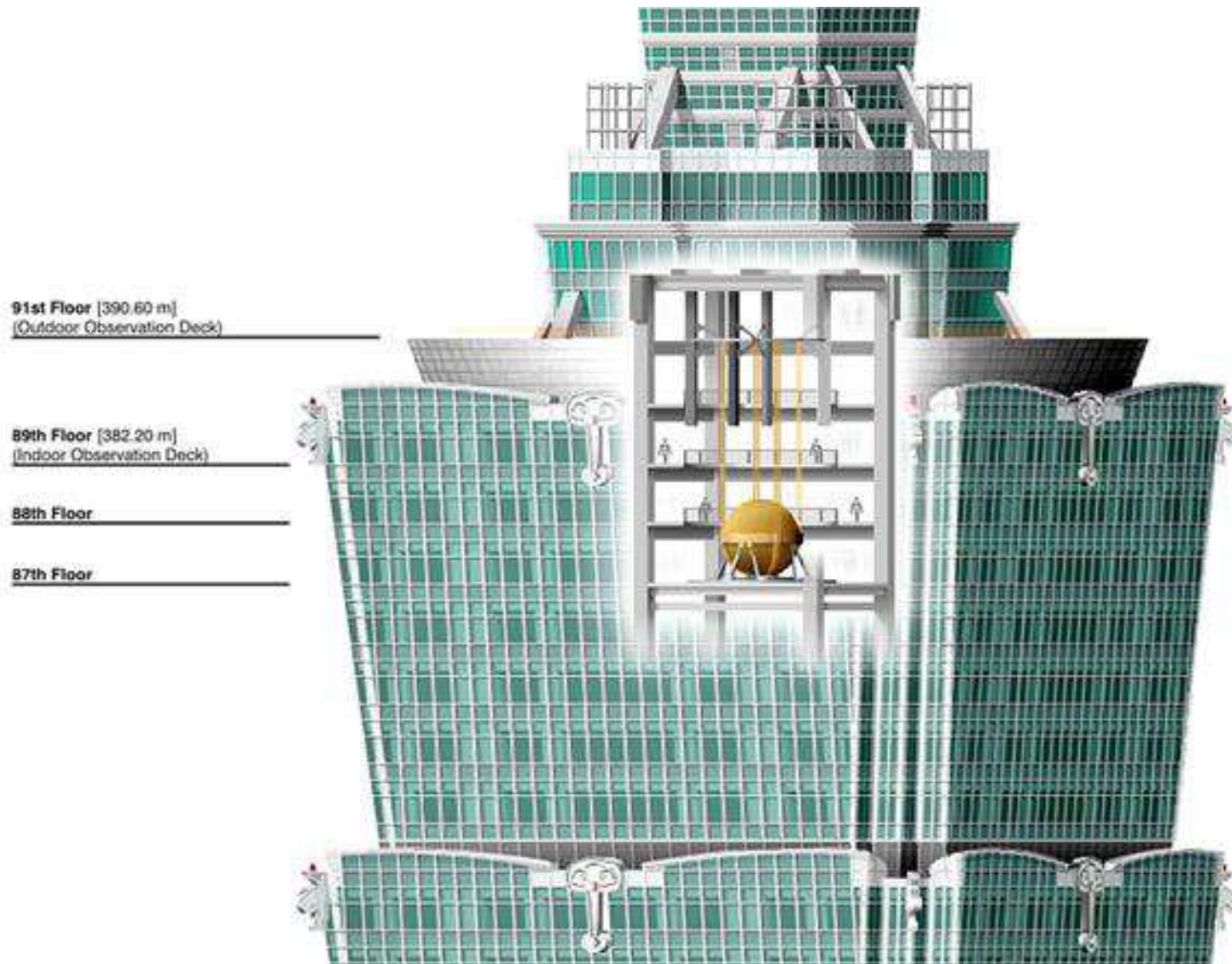
**Educar (pàg 215 i 215)**



*Diferents estratègies per aconseguir edificis sismorresistents.*





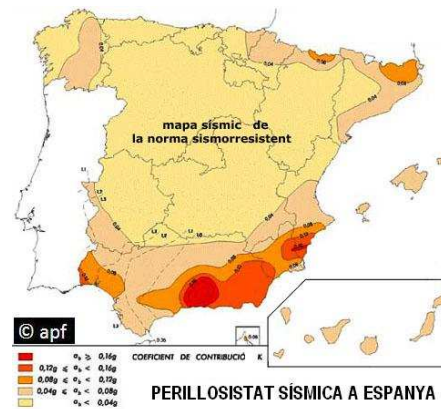


## Preveure i prevenir els terratrèmols

---

**Preveure el sisme**

**Ordenar el territori**



**Aplicar normes antisísmiques**

**Educar**

<http://www.youtube.com/watch?v=FLHd45CYYj8&feature=fvwr>





Risc	Modificar-ne l'eventualitat	Reduir-ne la vulnerabilitat
allaus	desencadenament artificial (explosions)	barreres i túnels
avingudes	laminació aigües amunt (embassaments)	construccions antiavingudes
erosió costanera	regeneració de platges	esculleres i espigons
erupció volcànica		regulació de l'ús del territori
esllavissaments	drenatge de l'àrea d'alimentació (afavorir la circulació de l'aigua)	regulació de l'ús del territori
huracans	sembrat de núvols*	regulació de l'ús del territori
sequeres	sembrat de núvols*	variació del ritme de collites
terratrèmols	regulació de la pressió intersticial (lubrificar amb aigua)	construccions antisísmiques
tornados	sembrat de núvols*	xarxa d'alerta
tsunamis		xarxa d'alerta

\* Afavorir, amb nuclis de condensació (sembrat), la formació de núvols que descarreguin el vapor d'aigua.

## Document

### El risc i les companyies d'assegurances

La prima que ens cobren per assegurar un vehicle, una casa o, fins i tot, la nostra vida està sempre determinada pel risc assumit per la companyia d'assegurances. Per determinar-lo disposen d'uns estudis propis relacionats amb la probabilitat en què es produeixen uns determinats accidents en relació amb diverses variables, i lògicament amb el valor dels béns assegurats (una persona, un vehicle, una casa...). Així, quan volem assegurar un vehicle, els paràmetres que incideixen en el càlcul del que haurém de pagar per la pòlissa inclouen les característiques del conductor i les del vehicle.

1. Omple la taula adjunta amb variables que poden incidir en la prima que haurém de pagar a una companyia per assegurar un vehicle. Indica amb quin dels paràmetres de l'equació dels risc estan relacionades, i en quin sentit i per què.

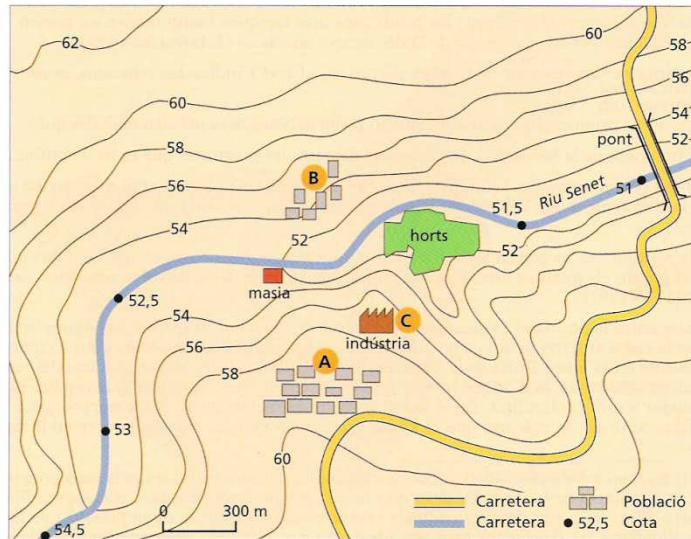
Variable	Paràmetre	Sentit	Causa
edat del conductor	perillositat	menys edat, més prima	La temeritat en la conducció sol ser més gran en els joves.
la grandària del vehicle	danys	més passatgers, més prima	Com més passatgers, més diners haurà de pagar la companyia en cas d'accident.
tipus d'ús del vehicle			

2. Com haurien d'afectar la prima les actuacions següents?:
  - Fer obligatòria la instal·lació d'*airbag* per a tots els passatgers.
  - Millorar el paviment i fer revolts més oberts a les carreteres més importants.
  - Construir més autopistes.
  - Obligar els constructors de vehicles a limitar la velocitat màxima a 120 km/h.
  - Obligar els motoristes a portar casc amb *airbag*.
  - Augmentar les cobertures de la pòlissa de l'assegurança per accidents de trànsit.



### BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

- Indica les diferències que hi ha entre perillositat, vulnerabilitat i risc. Posa exemples que facilitin la comprensió de les diferències.
- Un important aiguat a la capçalera del riu Senet va provocar l'arrossegament de gran quantitat de sòl i d'arbres cremats per un incendi succeït l'estiu anterior. Els arbres arrossegats van obstruir els forats del pont, i l'aigua, que normalment circula a 51 m d'alçada en aquell punt, va passar per sobre del pont i va travessar la carretera comarcal. Això va originar una crescuda del riu que va inundar gran part de la vall. Al peu de la masia, el nivell de l'aigua va créixer 2 m i a 600 m riu amunt va pujar 1 m. En la cota 53 només va créixer 0,5 m.



- a) A partir de la situació dels elements dibuixats al mapa, ordena a la taula els diferents emplaçaments (poblacions A i B, masia, indústria C i horts) segons la perillositat de quedar inundats per eventuais crescudes del riu (4 màxima i 0 mínima). Ordena també els elements dibuixats en relació amb els danys que podrien produir-se en cas d'una inundació total de la zona dibuixada (5 màxima i 0 mínima).

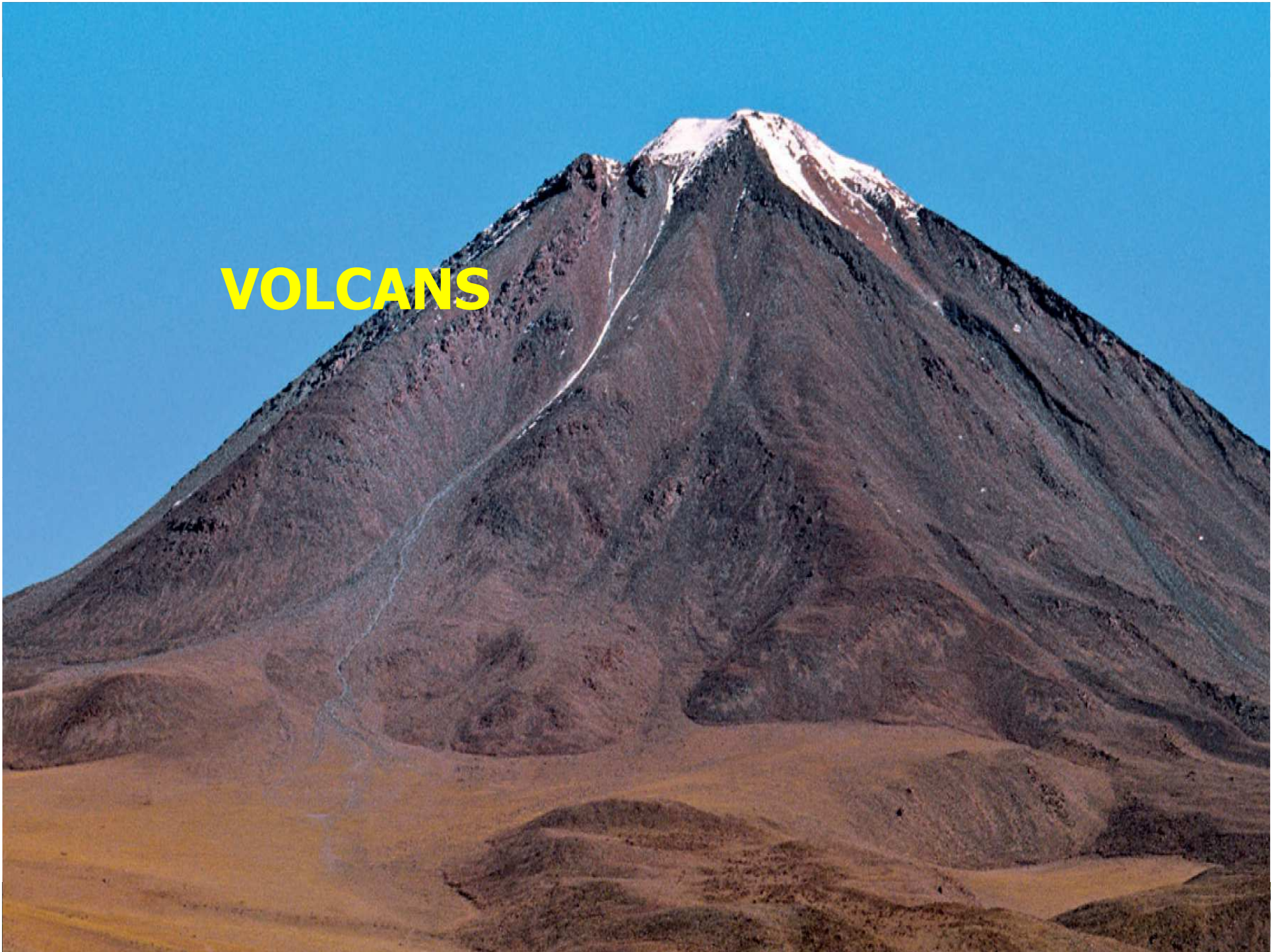
Element	Perillositat	Vulnerabilitat
	(0 mínima - 4 màxima)	(0 mínima - 5 màxima)
Població A		
Població B		
Masia		
Horts		
Indústria C		

- b) Dibuixa sobre el mapa la zona que va quedar inundada com a conseqüència del represament produït al pont. Quants metres va créixer el nivell del riu al pont?





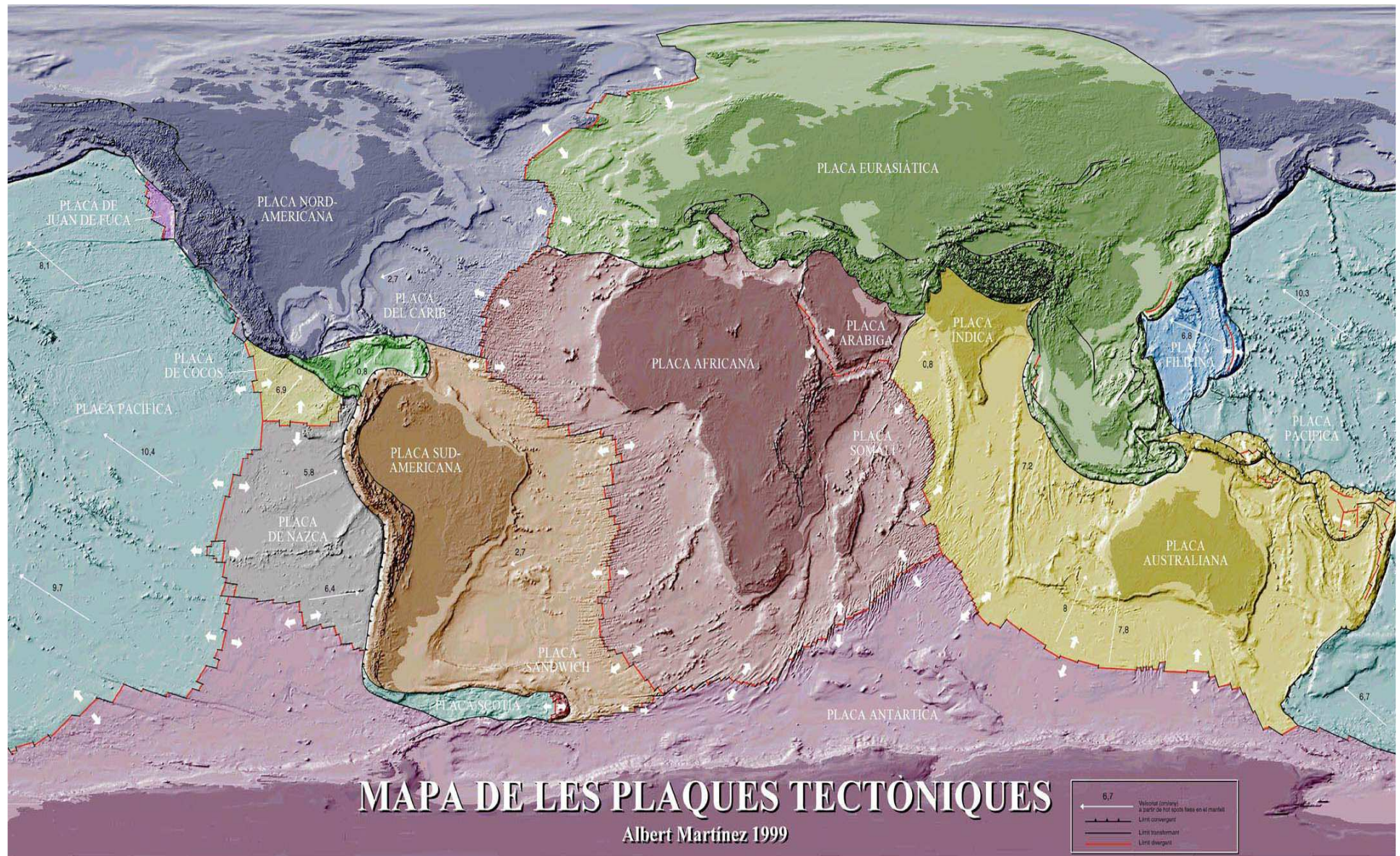
**VOLCANS**















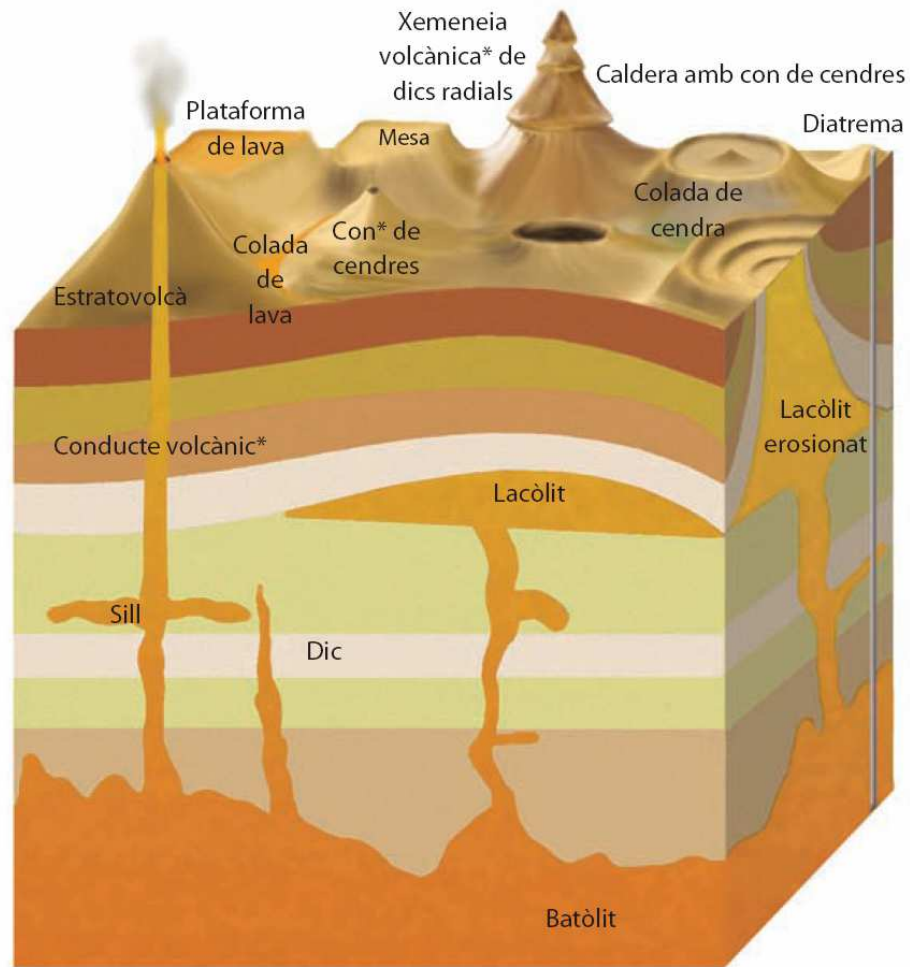
## Distribució global dels volcans actius



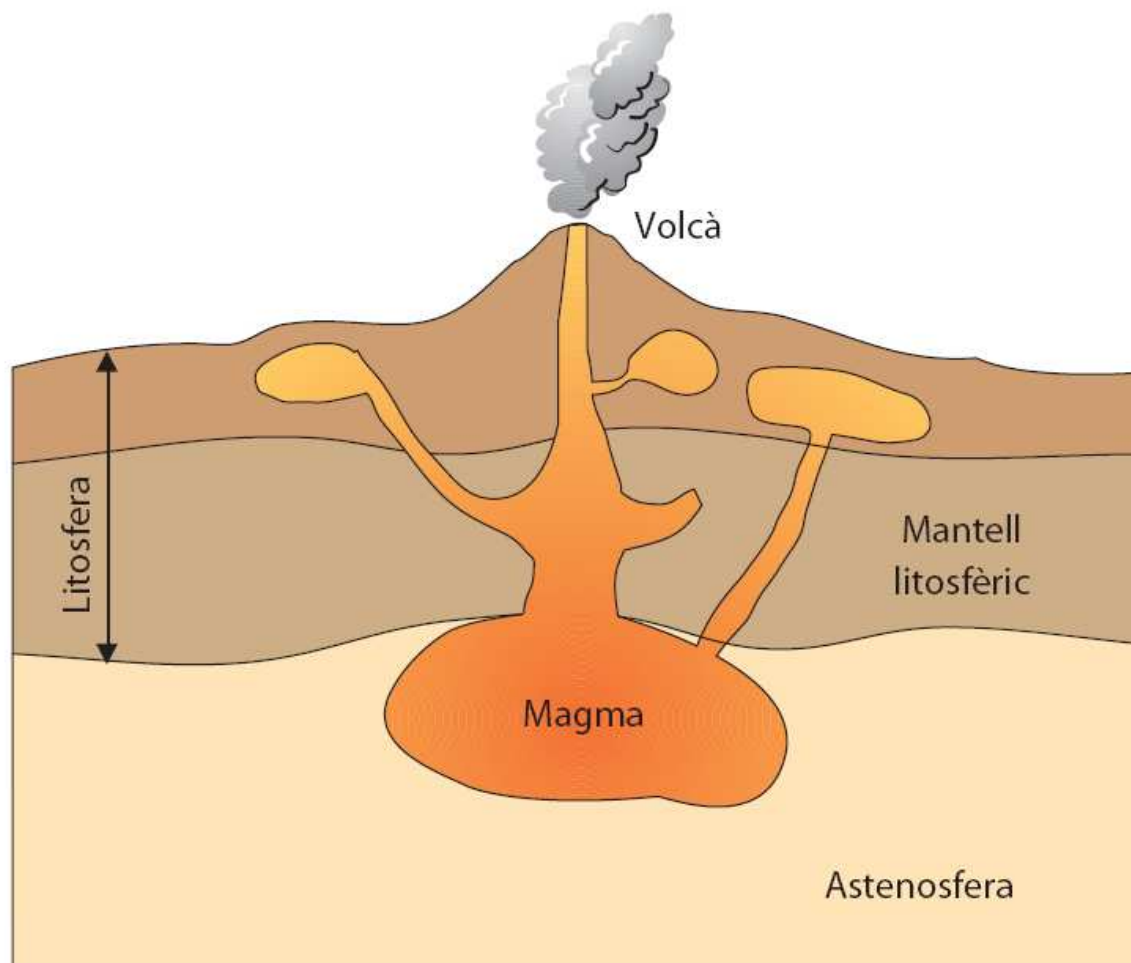




## L'emplaçament de les roques ígnies



# 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>



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

## VOLCANES Y VULCANISMOS

## INTRODUCCIÓN

## VISCOSIDAD

PRODUCTOS DEL  
VULCANISMOACTIVIDAD  
VOLCÁNICAESTRUCTURAS  
VOLCÁNICASOTRAS  
CARACTERÍSTICASVOLCANES  
PELIGROSOS**Resumen**

La viscosidad del magma depende de: 1) la cantidad de  $\text{SiO}_2$ , 2) la temperatura y 3) el contenido en gases. Los magmas con mucho  $\text{SiO}_2$  son generalmente muy viscosos. Las altas temperaturas y un alto contenido en gases reducen la viscosidad.

Las rocas volcánicas, las rocas vítreas, las rocas de ceniza y las bombas volcánicas son algunos de los productos de las erupciones volcánicas.

En la Tierra, la mayor parte de la actividad volcánica tiene lugar en los límites entre las placas litosféricas, en particular entre las placas divergentes, o entre las placas convergentes. Sin embargo, pueden localizarse puntos calientes en zonas alejadas de los bordes entre placas.

Los volcanes centrales expulsan la lava por la apertura central. Hay tres tipos de volcanes centrales: volcanes estratificados, volcanes escudo y volcanes con cono de ceniza.

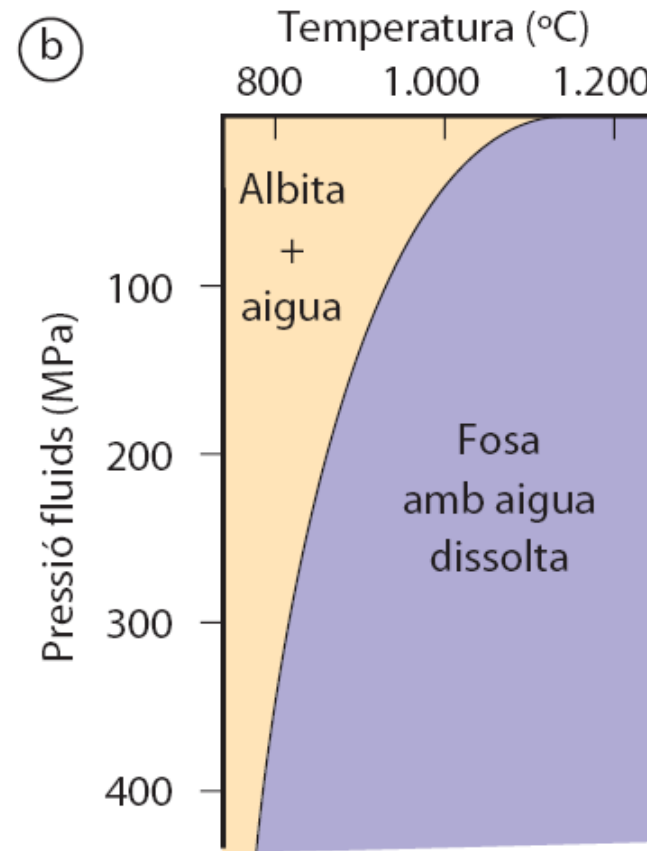
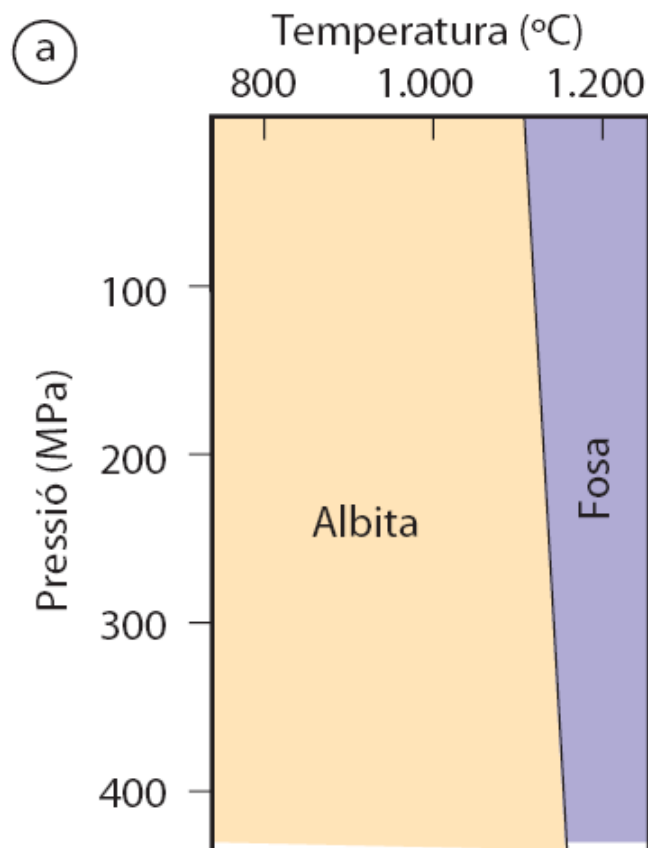
En algunas ocasiones la lava puede fluir a través de fisuras en la superficie terrestre de varias decenas de kilómetros de longitud.

Las escenas más dramáticas tienen lugar durante la erupción de volcanes estratificados como el Mt. St. Helens en 1980. Sin embargo, la lluvia de cenizas, los flujos de lava, los materiales piroclásticos y los lahars también pueden ser muy destructivos.





## Pressió i punt de fusió

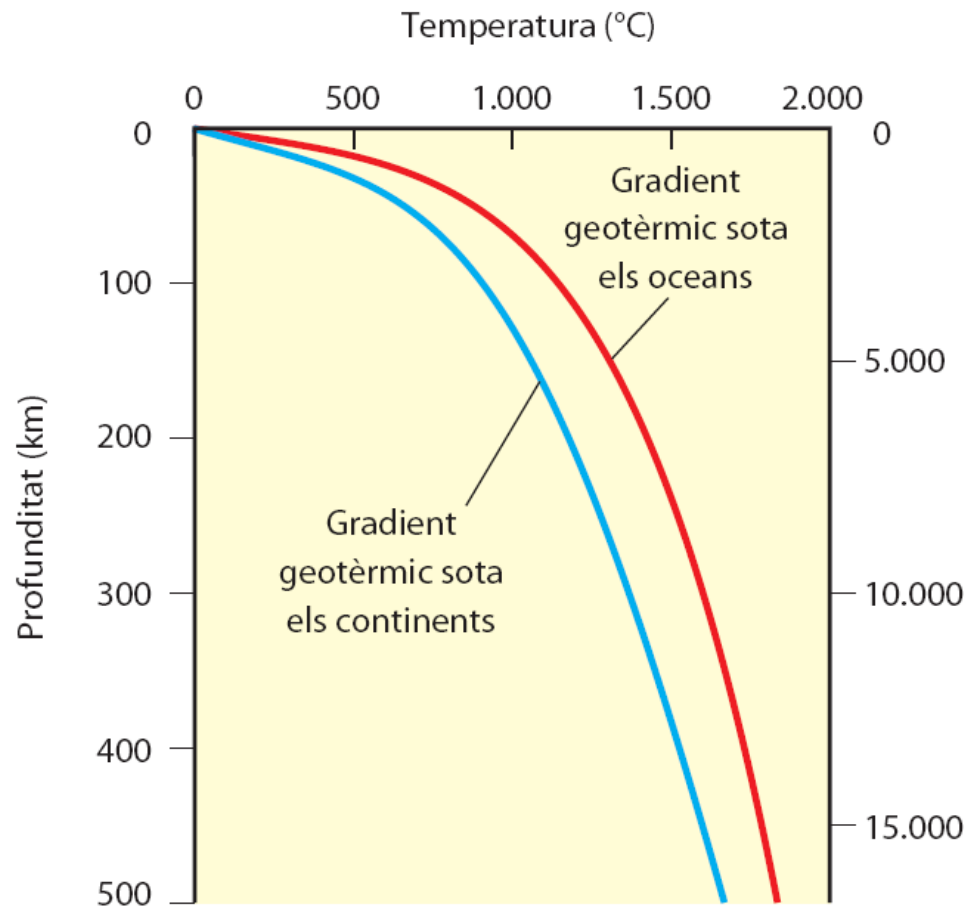


Influència de la pressió en el punt de fusió de l'albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ):  
a) En condicions anhidres (sense aigua). b) En presència d'aigua. Si comparem totes dues figures, hi observem com un augment del contingut d'aigua disminueix el punt de fusió de l'albita.





## Gradient geotèrmic de la litosfera i continental



1° C cada 33 m

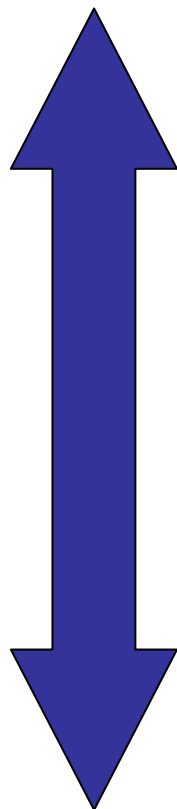
Gradient geotèrmic de la litosfera (vermell) i continental (blau).

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>.

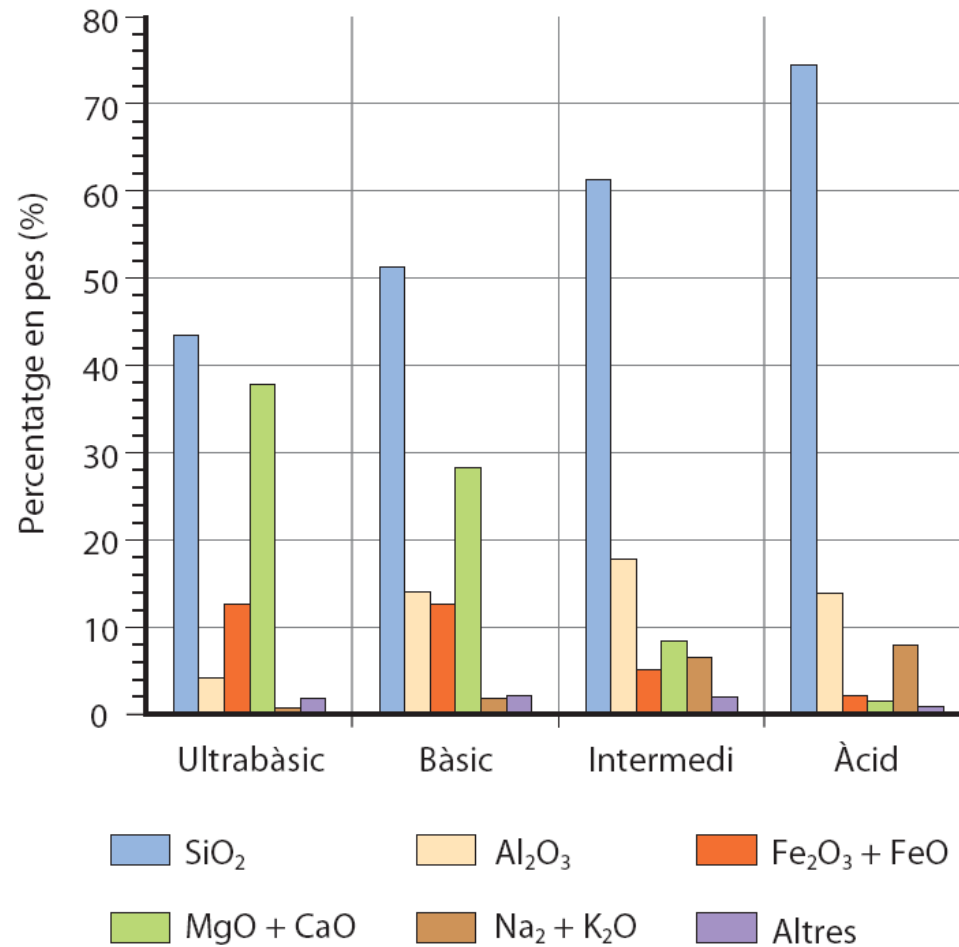
### Magma ultrabàsic

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



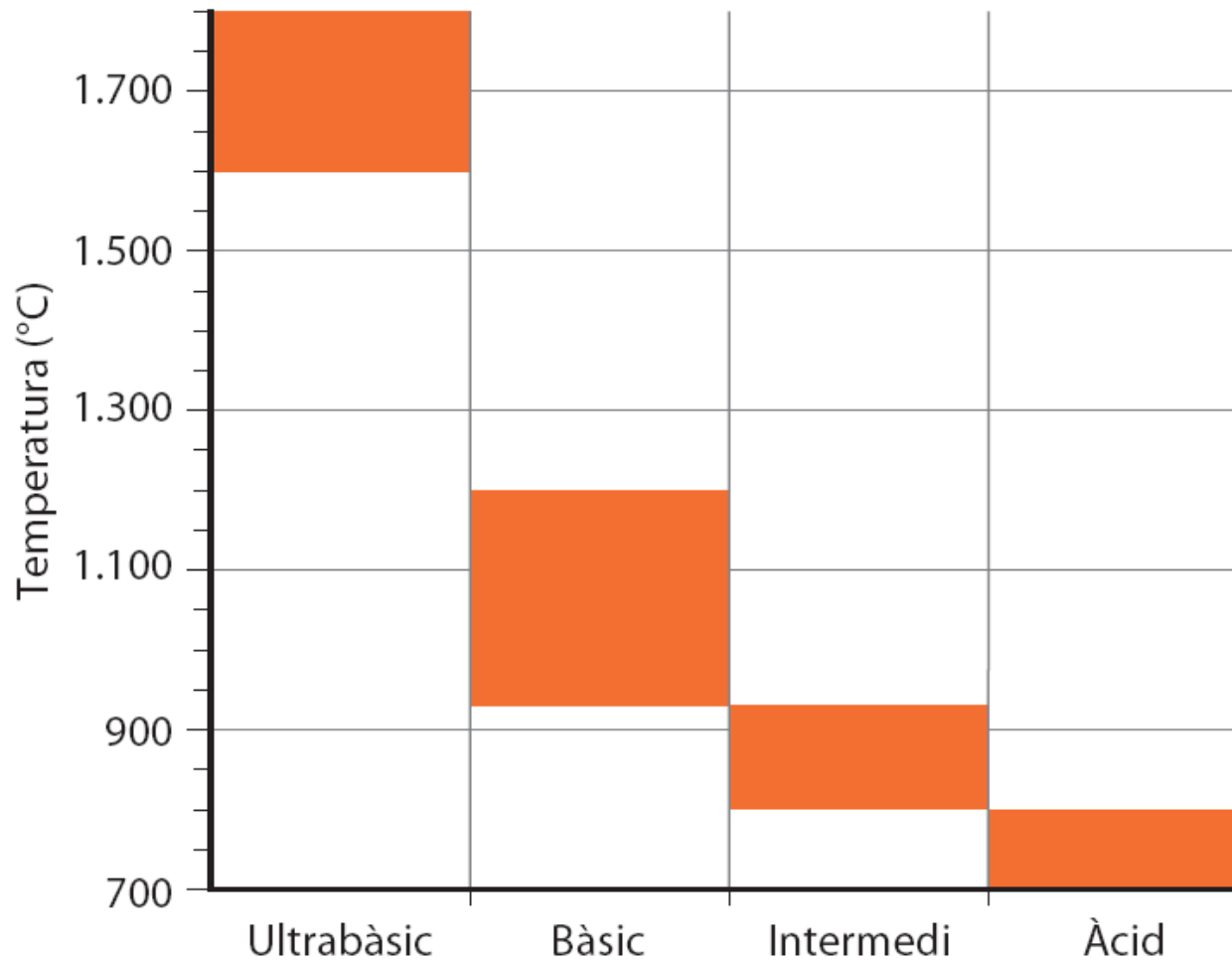


## Composició mitjana dels tipus de magmes principals



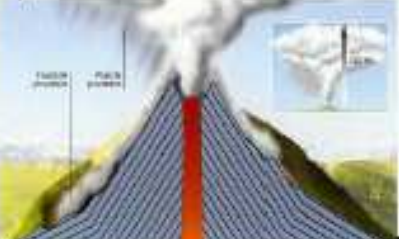




## Temperatures de formació dels diferents tipus de magma





ACTIVITATS EFUSIVES	ACTIVITATS EXPLOSIVES		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Emissió colades de lava. Lava molt fluida.</li> <li>•Magma bàsic o ultrabàsic (pobre en sílice). Temperatura de 1200°C</li> <li>•Color de les roques fosc</li> <li>•Molt baix contingut en gasos.</li> <li>•Eruptcions poc explosives.</li> <li>•Les colades es superposen i construeixen els cons volcànics en forma d'<b>escut</b></li> </ul> <p>Ex: Activitat Hawaiana                      Volcà Kilauea (Illes Hawaii)</p>	<p><b>Activitat Estromboliana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Projecció de fragments de magma que solidifiquen a l'aire (piroclastos).</li> <li>•Magma bàsic. Temperatura entre 900 i 1200°C</li> <li>•Color de les roques fosc</li> <li>•Baix contingut amb gasos</li> <li>•Eruptcions poc explosives. Són les de menor intensitat.</li> <li>•Formen <b>cons d'escòries</b></li> <li>•Columnes eruptives de &lt; 10Km</li> </ul> <p>Ex: Volcà Teneguia (Illes Canàries)</p>	<p><b>Activitat Vulcaniana =Peleà</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Projecció de piroclastos de mida petita, a partir de lava viscosa que solidifica prop del cràter formant un tap.</li> <li>•Magma intermedi (bàsic-àcid) i viscos. Ric en sílice. Temperatura entre 700 i 800°C.</li> <li>•Color de les roques clar</li> <li>•Contingut elevat de gasos.</li> <li>•Eruptcions explosives</li> <li>•Formen cons volcànics de grans dimensions <b>estratovolcans</b></li> <li>•Les columnes eruptives poden arribar a &lt; 20Km</li> </ul> <p>Ex: Volcà Montserrat (Illa de Montserrat-Carib)</p>	<p><b>Activitat Pliniana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Emissió de gasos i grans quantitats de piroclastos mida cendres.</li> <li>•Magma molt àcid (molt ric en sílice). Temperatura entre 700 i 800°C.</li> <li>•Color de les roques clar</li> <li>•Contingut molt elevat de gasos.</li> <li>•Eruptcions més explosives</li> <li>•Formació <b>d'estratovolcans</b></li> <li>•Les columnes eruptives tenen formes de bolet. Poden arribar a alçades de més de 30 Km</li> </ul> <p>Ex: Pinatubo (Filipines)</p>
			



## Volcans

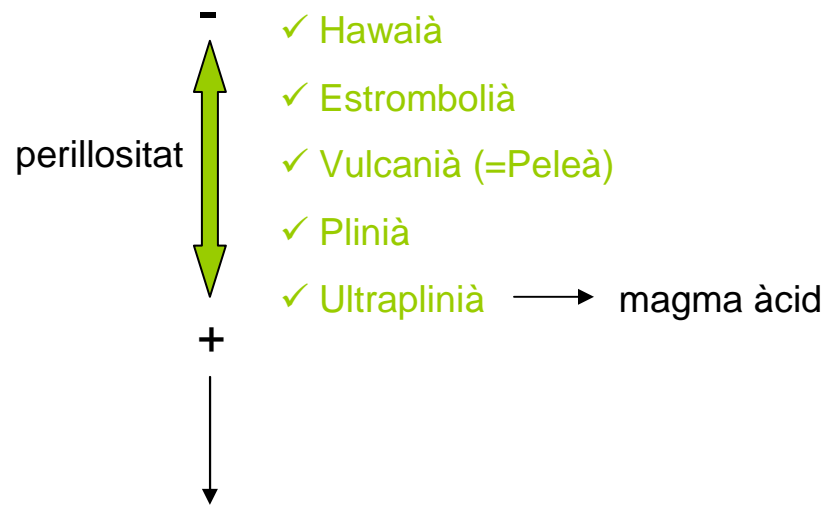
Un volcà es considera actiu si la seva última erupció fou abans de 10.000 anys (holocè).

RISC = perillositat x danys (= vulnerabilitat i exposició)

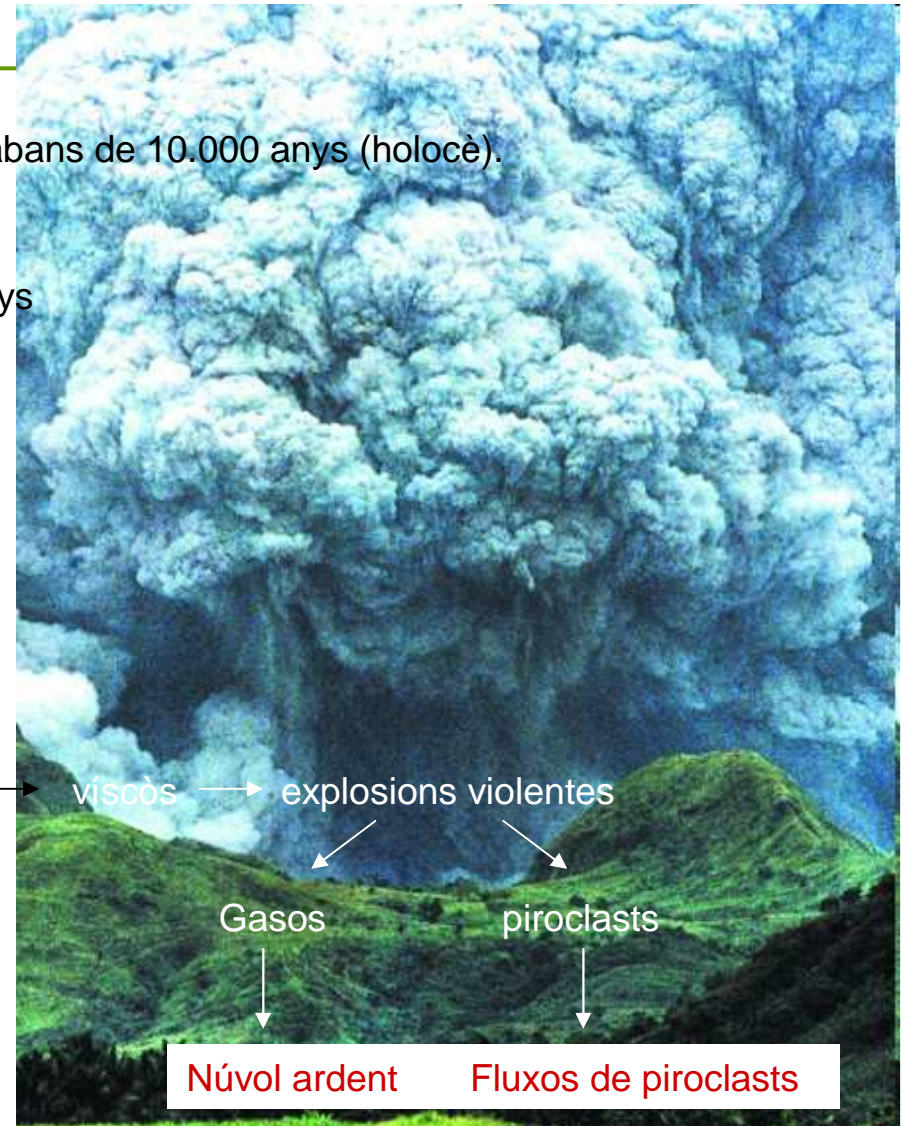
No es pot reduir la perillositat dels volcans però si els danys

### La perillositat depèn:

- Del tipus d'erupció volcànica:



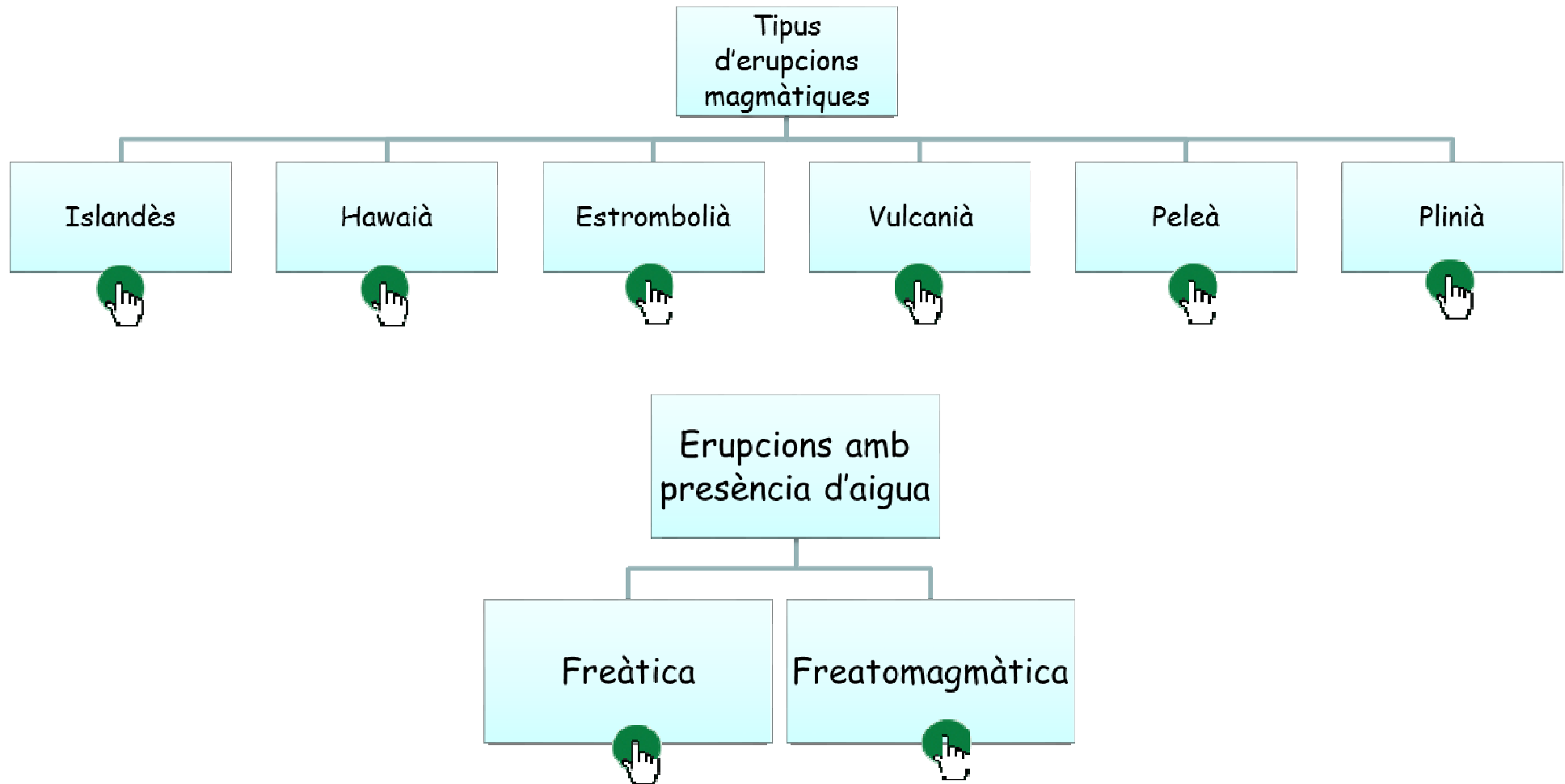
- Contacte amb aigua. Activitat hidromagnàmica







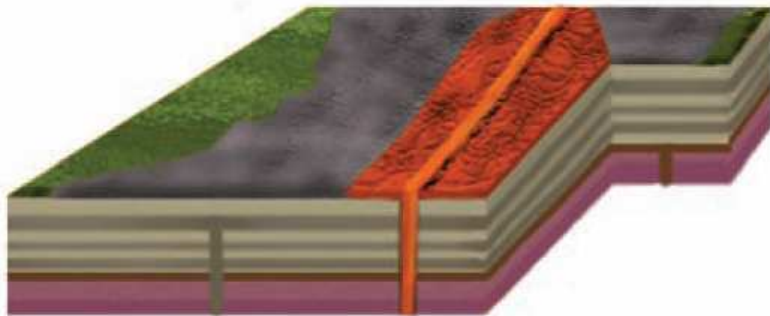
## Les erupcions volcàniques





## Volcà tipus islandès (=fisural)

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

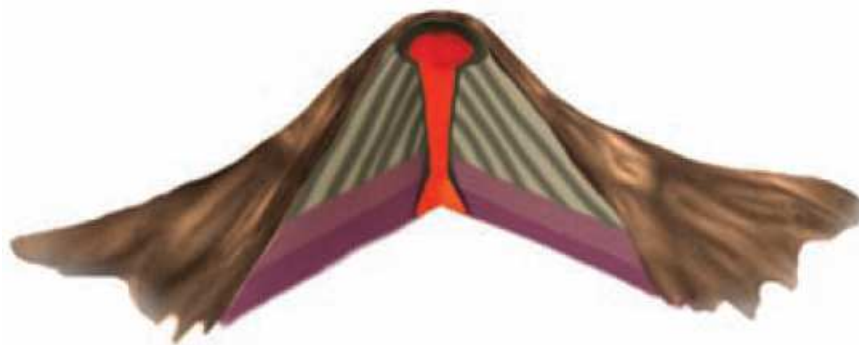






## Volcà tipus hawaià

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

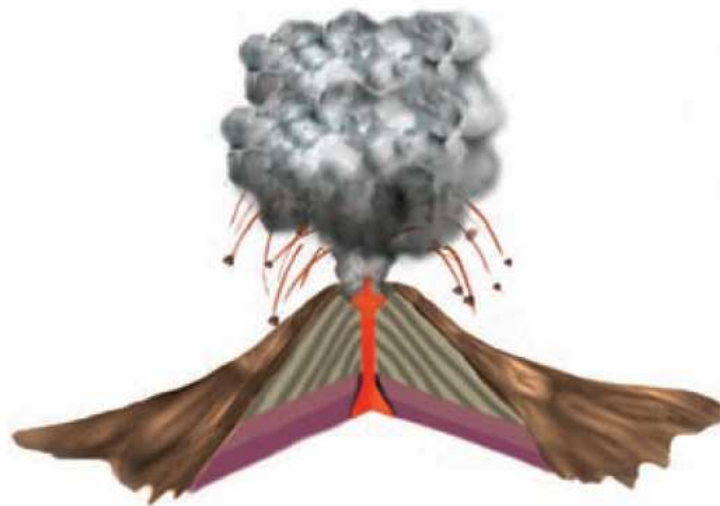


Volcà en escut





## Volcà tipus estrombolià



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

Con escories



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

 [ANTERIOR](#)

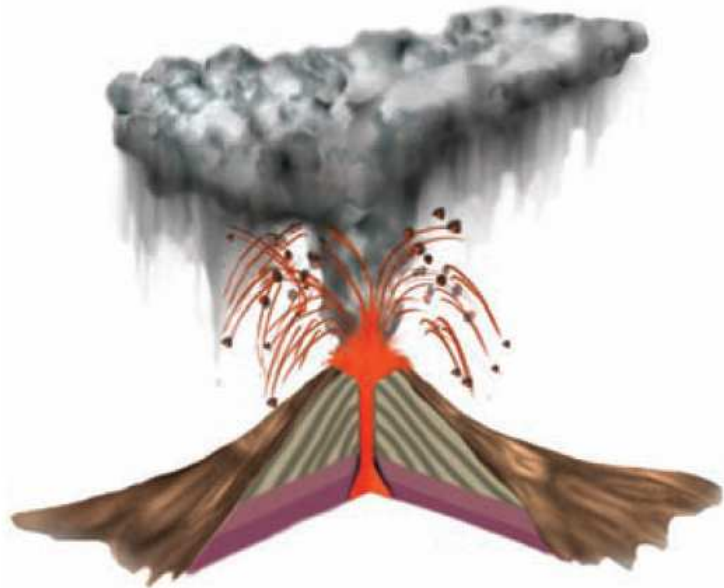
 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)





## Volcà tipus vulcanià (≈peleà)



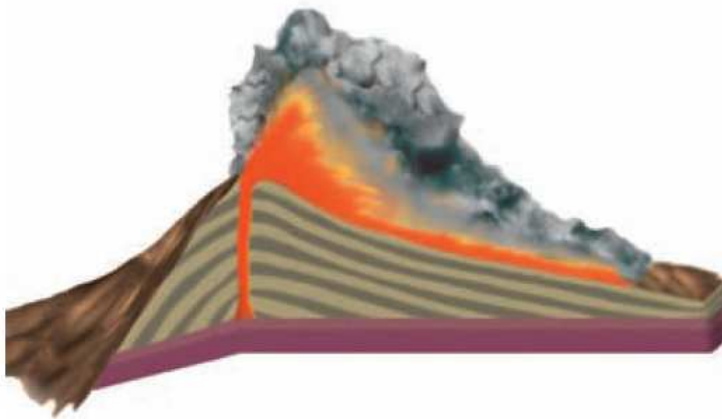
Esquema d'un volcà del tipus vulcanià, com l'Etna.





## Volcà tipus peleà (≈vulcanià)

Estratovolcà



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



[TORNA](#)

SURT

ANTERIOR

INICI

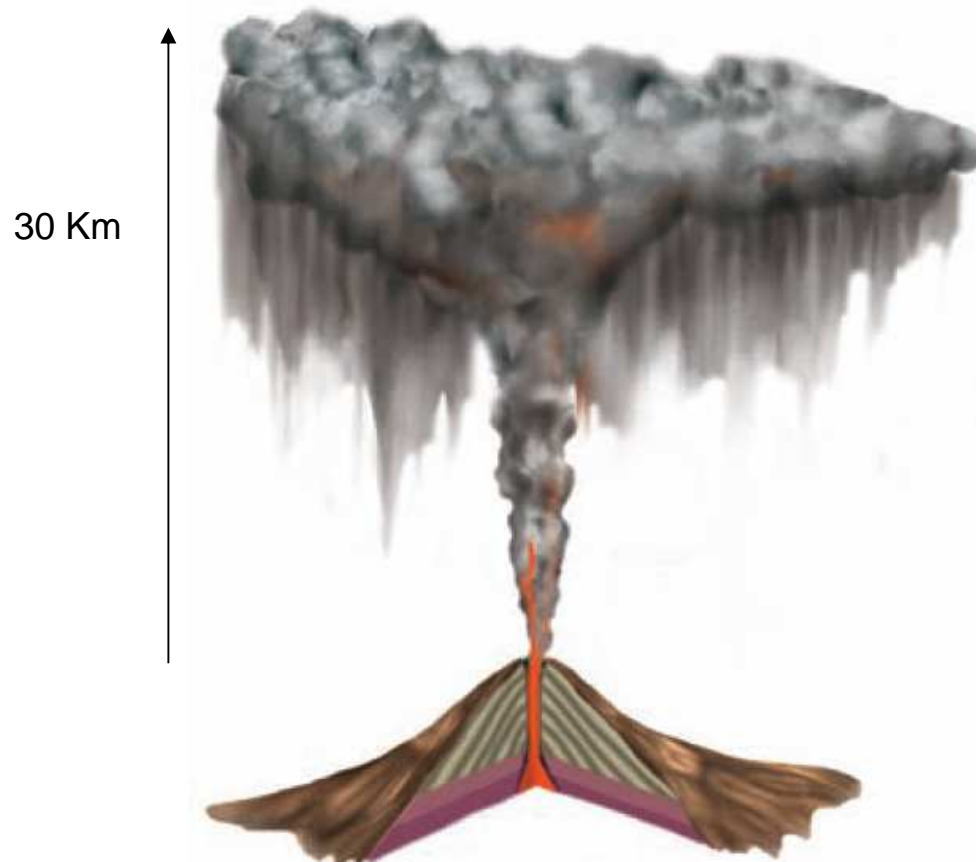
RECURSOS





## Volcà tipus plinià

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

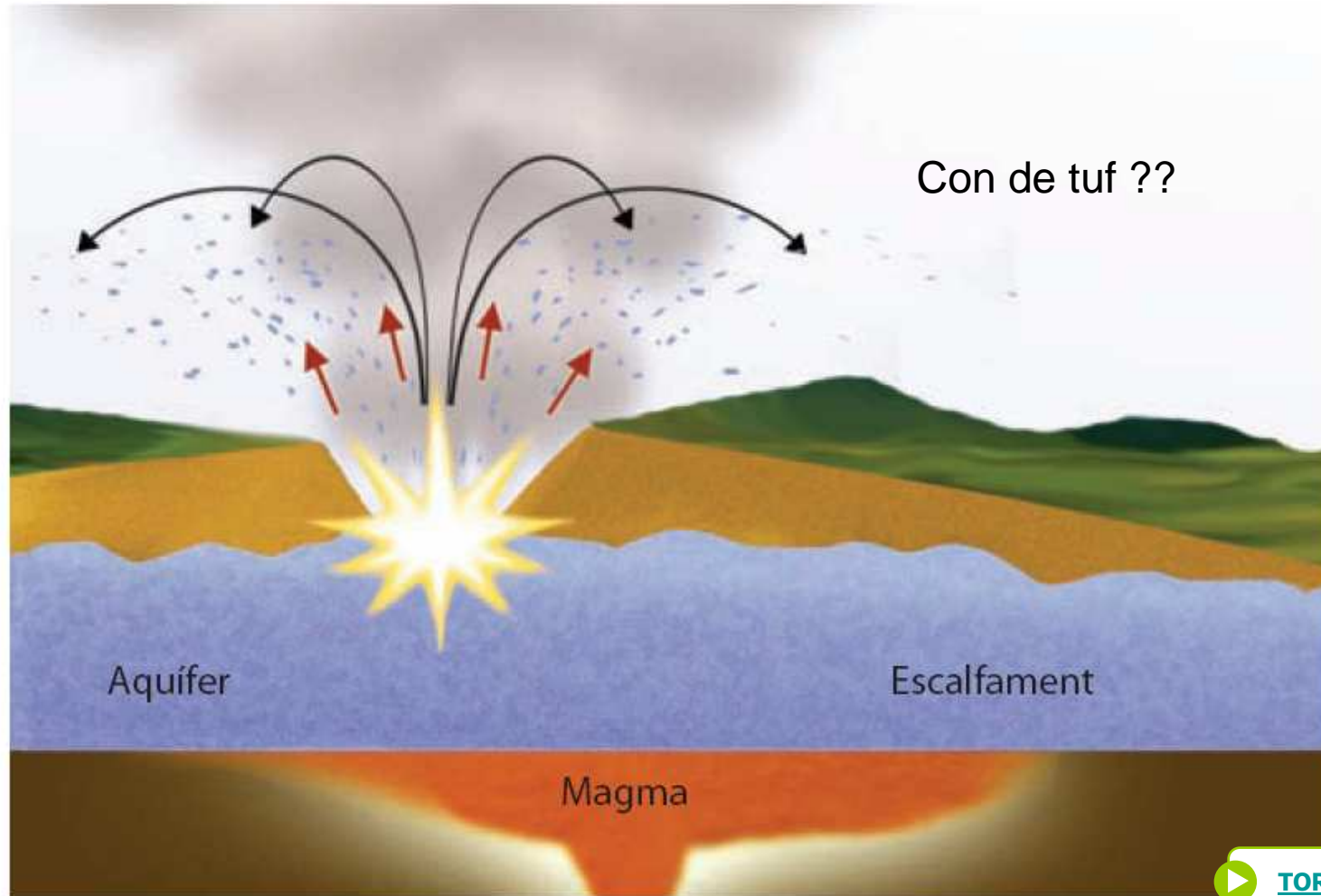


Estratovolcà





## Activitat eruptiva freàtica



 [TORNA](#)

 [SURT](#)

 [ANTERIOR](#)

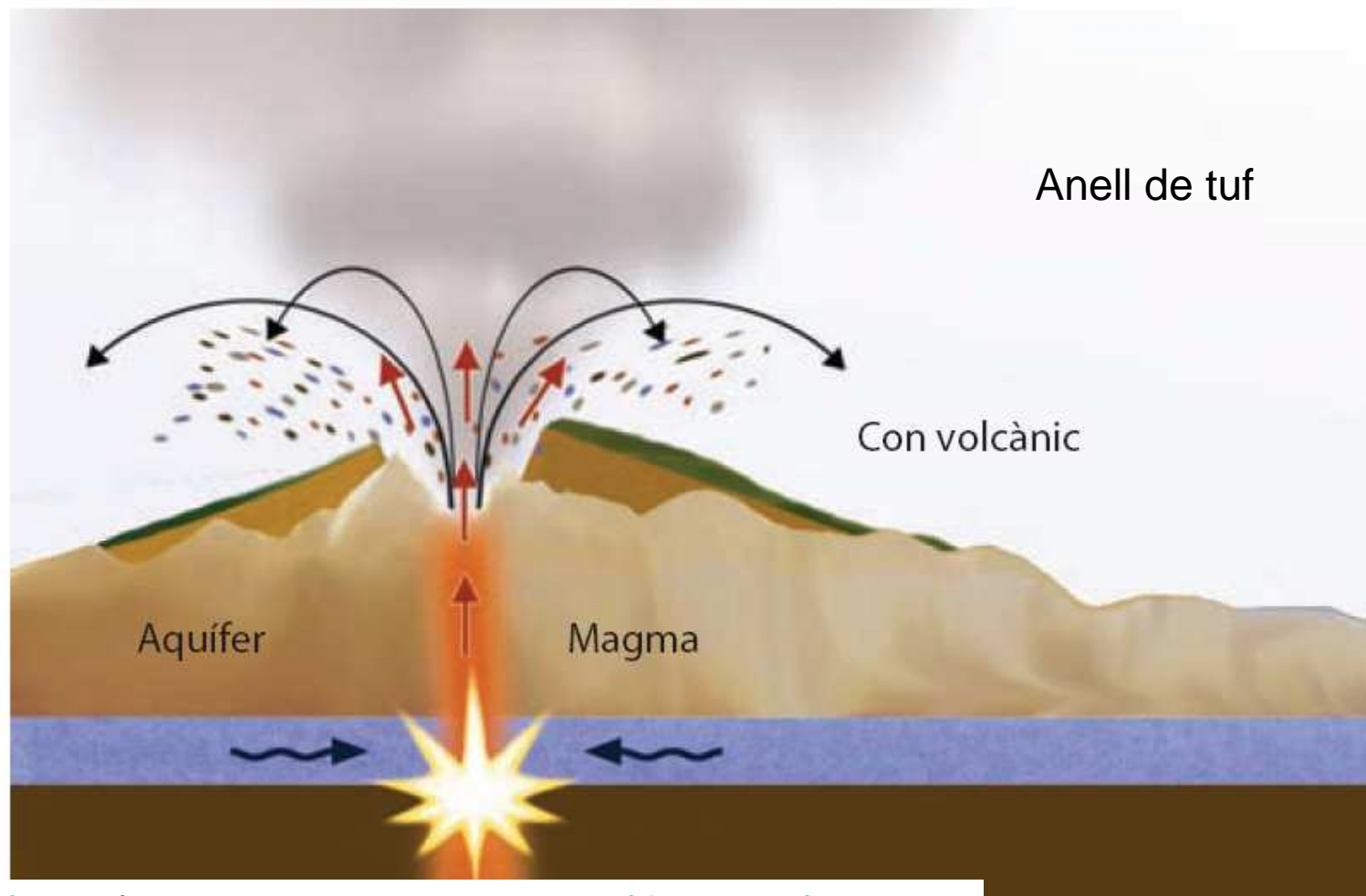
 [INICI](#)

 [RECURSOS](#)





## Activitat eruptiva freatomagnàmica



Un **maar** és un [cràter](#) volcànic ample i baix causat per una [erupció freatomagnàmica](#) o una explosió vulcànica causat per aigua subterrània en contacte amb [lava](#) calenta o [magma](#). El maar típicament s'omple d'aigua per formar un llac de cràter de poca fondària.

▶ [TORNA](#)

◀ [SURT](#)

◀ [ANTERIOR](#)

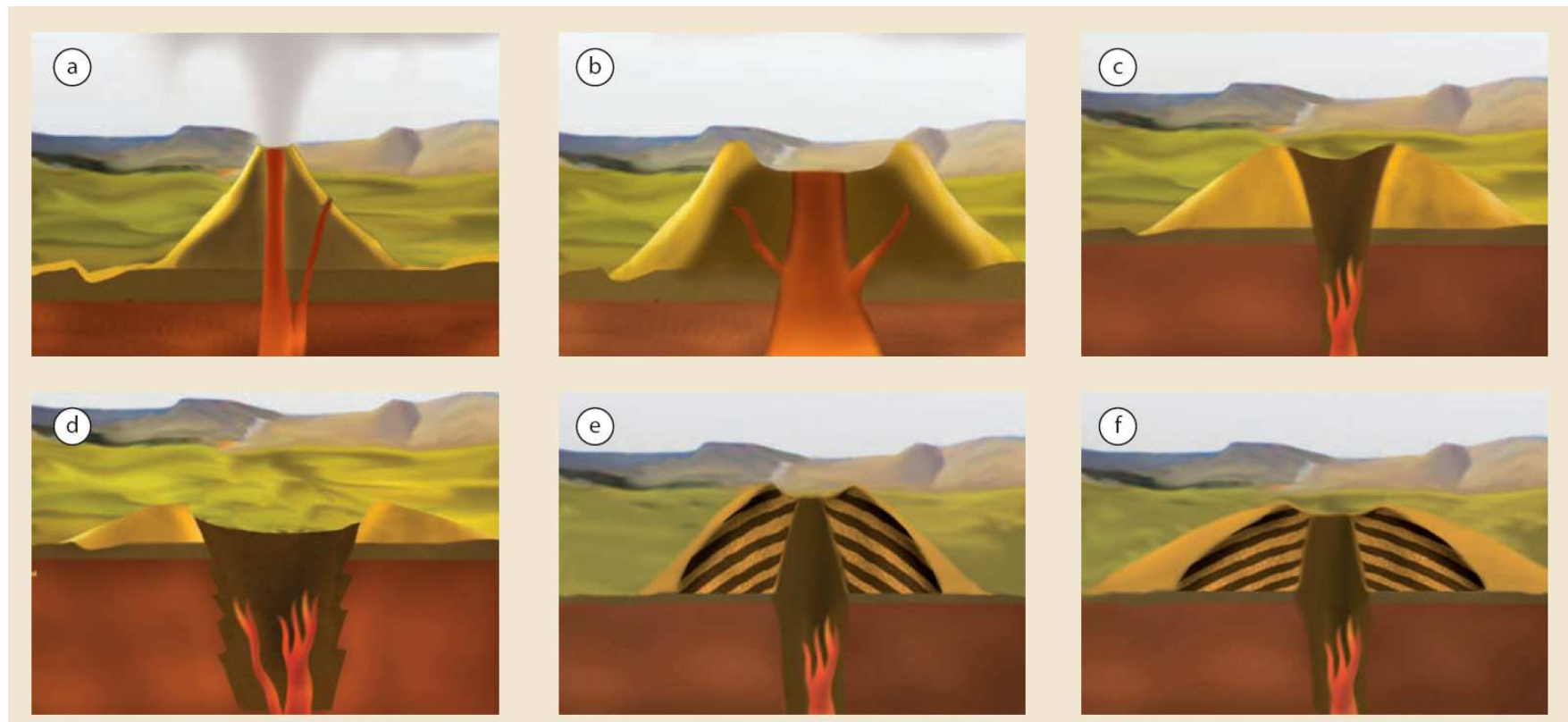
▶ [INICI](#)

▶ [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.







## Colades de laves



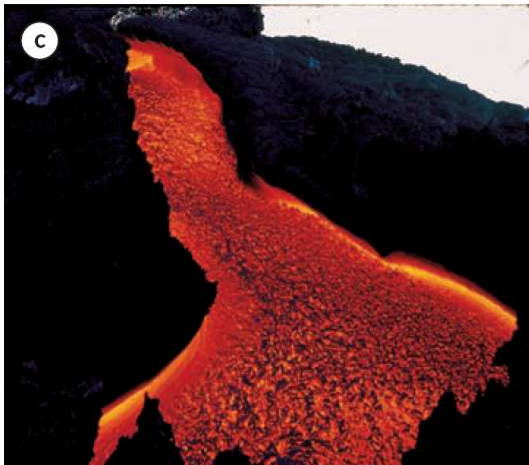
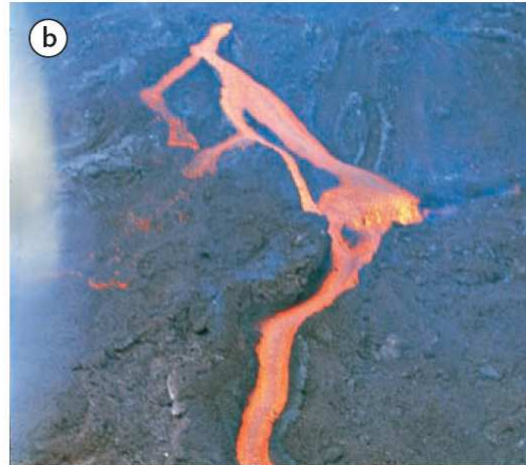
Lava cordada. S'observa la troca de cordills que es forma en refredar-se lentament; el centre encara es manté fos.



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.

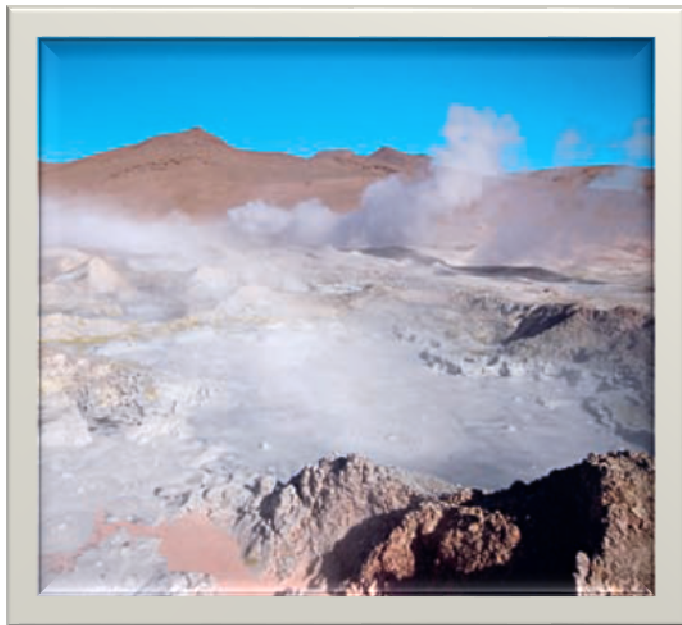
c) Colada que avança a una velocitat de 25 a 50 km/h al llarg de 4 o 5 km.

d) Lava calenta arribant al mar.

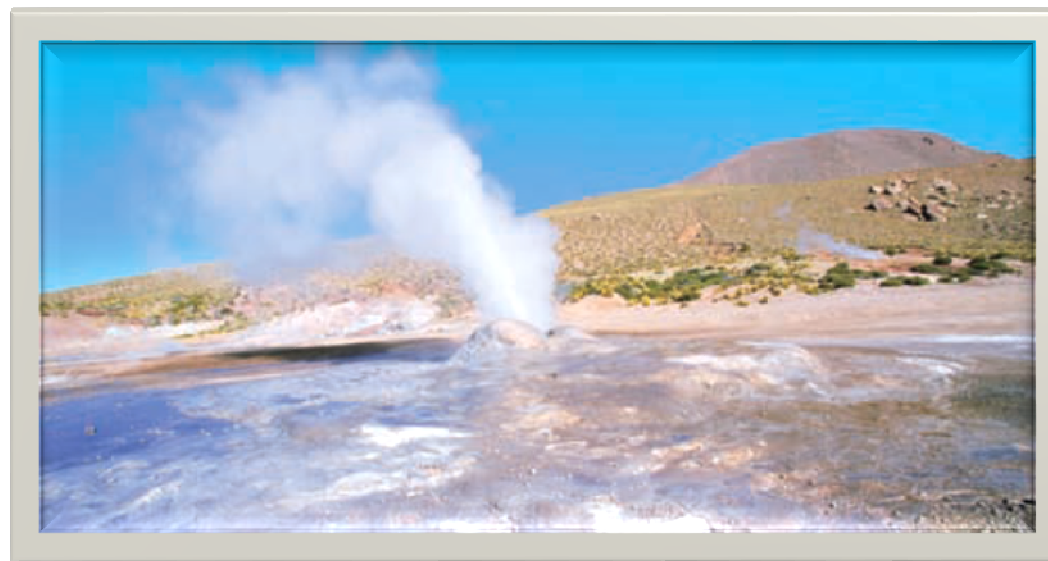




## Manifestacions volcàniques pòstumes



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

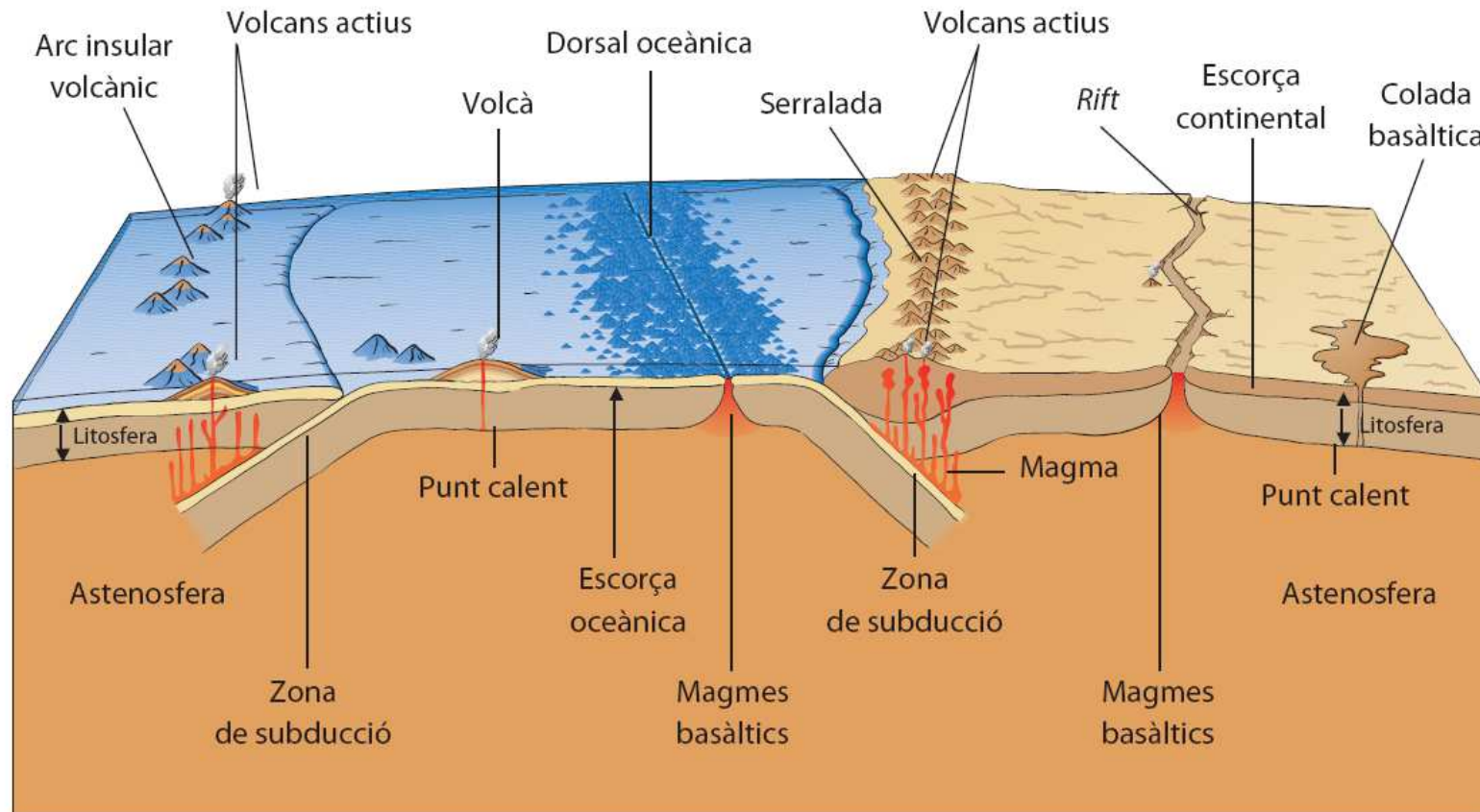


Els guèisers del Tatio, Xile.

<https://www.youtube.com/watch?v=hV7wLgS2Mzl>



## Origen dels magmes segons la dinàmica de plaques





## Risc volcànic

---

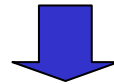
**Risc** probabilitat que les conseqüències socio-econòmiques derivades d'un procés natural determinat, en una zona i un període de temps concrets, superin un cert límit considerat de normalitat.



$$\text{Risc} = \text{perillositat} \times \text{danys}$$

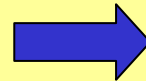
- S'entén per **perillositat** la probabilitat d'ocurrència d'un cert fenomen en un període de temps determinat →

**Període de retorn**

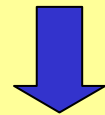


Temps que ha de transcorre perquè es torni a produir un determinat fenomen amb un nivell potencialment catastròfic

- El terme **Danys** inclou

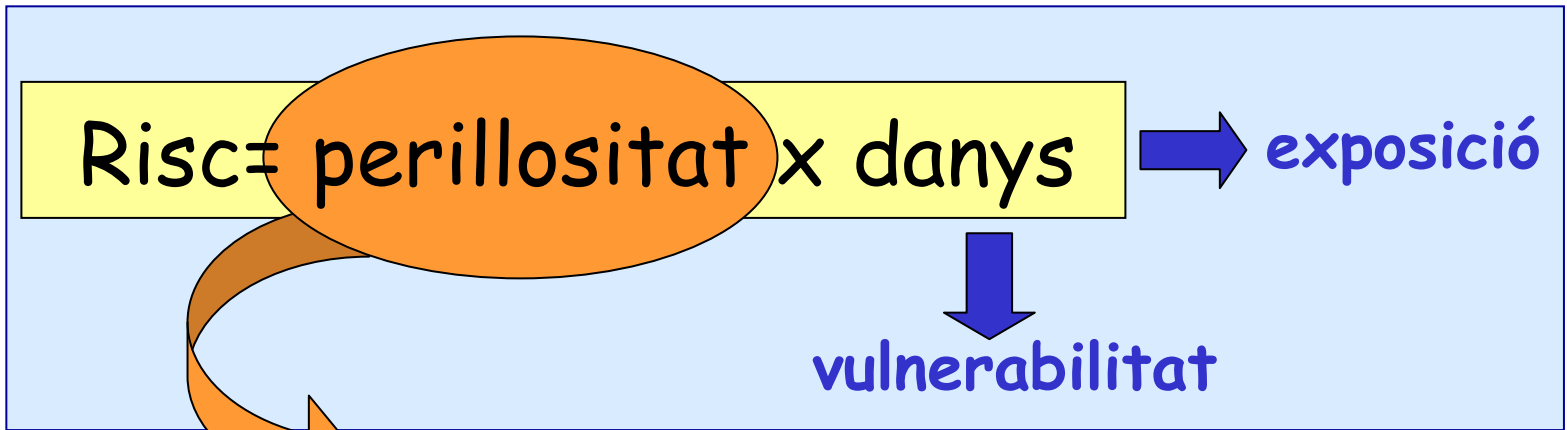


La **exposició** representa l'expectativa de pèrdues de vida humanes o danys econòmics, ecològics, ambientals, etc... com a conseqüència d'un fenomen natural. **víctimes i bens potencials** →



La **vulnerabilitat** proporció de persones i béns afectats respecte del total exposat.





Exemple: volcà

Període de retorn

Risc = perillositat x danys

→ exposició

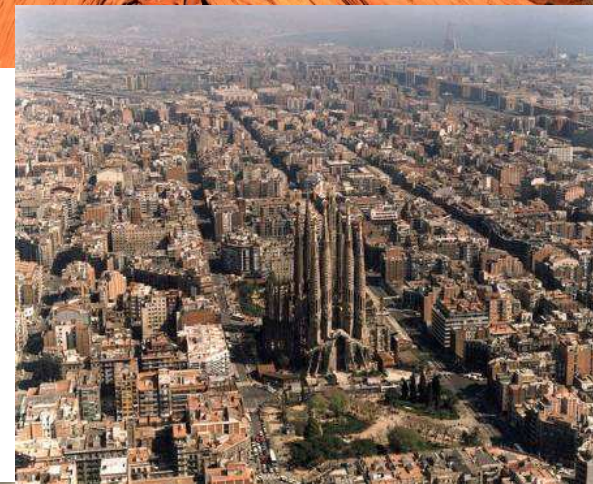
↓  
vulnerabilitat



desert



ciutat





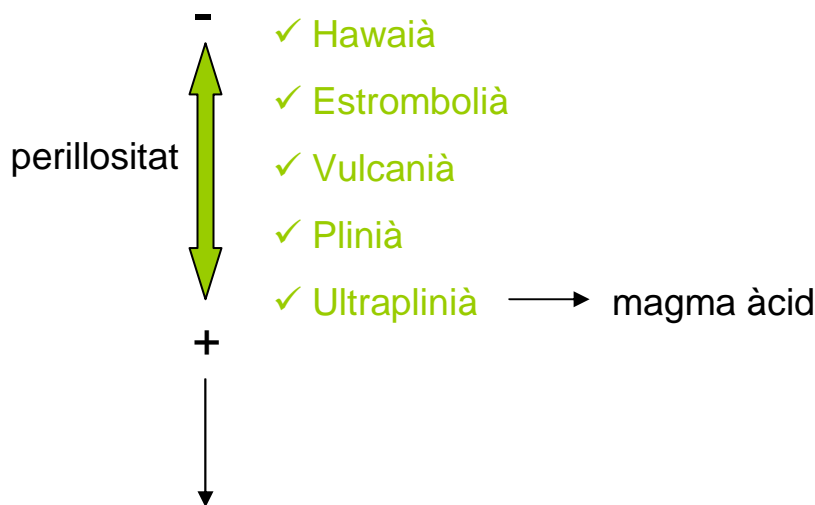
**Risc = perillositat x danys**

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

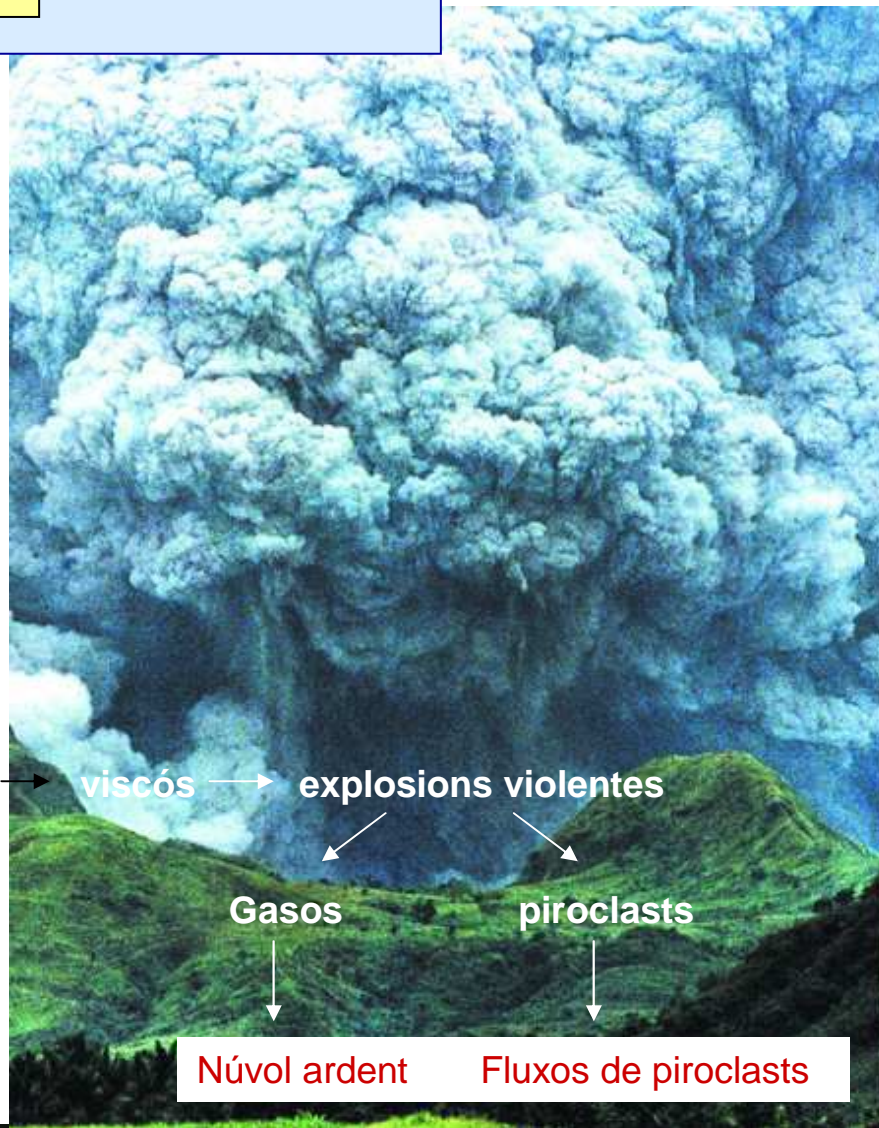
No es pot reduir la perillositat dels volcans però si els danys

**La perillositat depèn:**

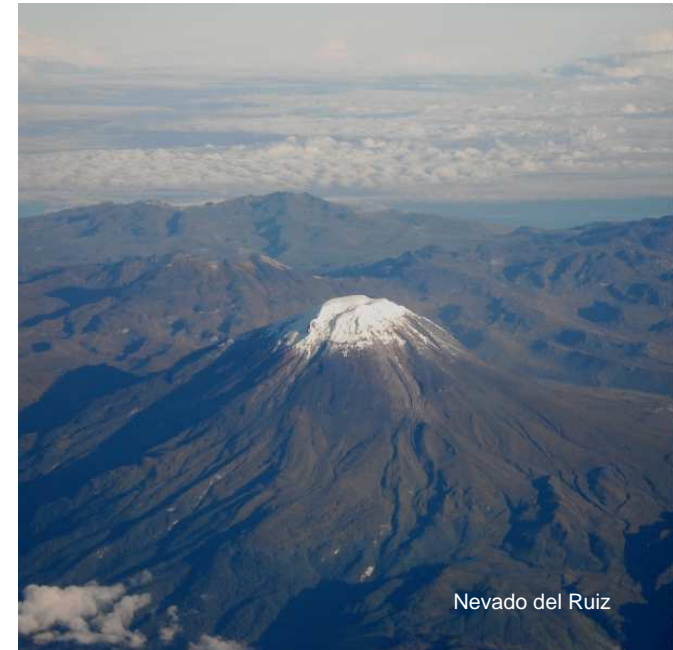
- Del tipus d'erupció volcànica:



- Contacte amb aigua. Activitat hidromagmàtica



- 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** ➡ Poden provocar obturació de valls fluvials
  - **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



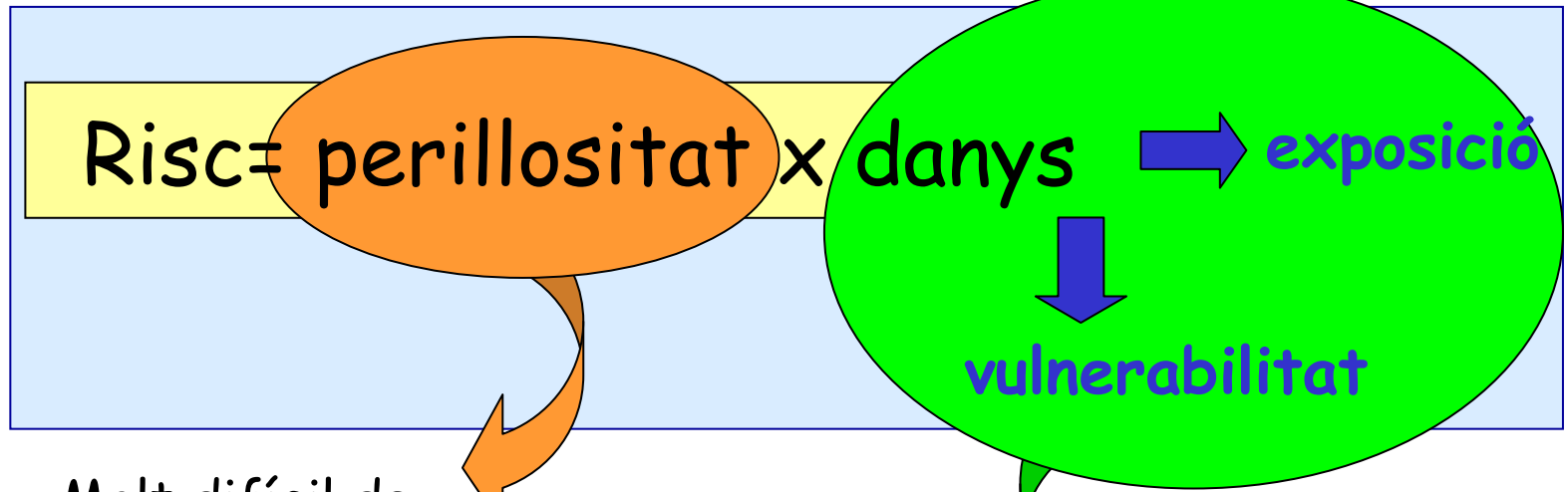


**Índex d'explosivitat volcànica (IEV) 0 → 8**

Percentatge de l'erupció que correspon a una activitat explosiva.

Valora: Volum de material emés, alçada de la columna eruptiva, durada, material piroclàstic.

Índex d'explosivitat volcànica (IEV) en relació amb els tipus d'activitat volcànica				
IEV	% de piroclasts o colades piroclàstiques	Denominació	Materials emesos	Tipus d'edifici volcànic
0-1	0-3	hawaiana	colades	fissura o escut
1-2	40	estromboliana	piroclasts i colades	con d'escòries
2-4	60	vulcaniana	colades i piroclasts	volcà compost
4-8	99	pliniana	fluxos piroclàstics	dom
5-8	99	ultrapliniana	fluxos piroclàstics	caldera



Molt difícil de disminuir

És l'únic sobre el que es pot actuar

Predicció del risc

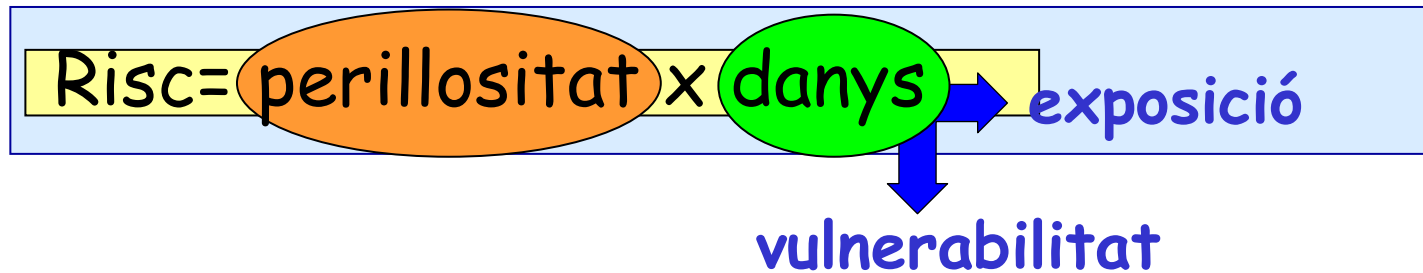
Previsió del risc (mapes de perillositat i vulnerabilitat)

Prevenció del risc

Ordenació del territori

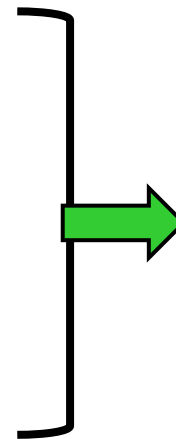




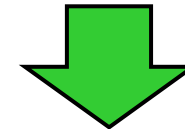


### Predicció l'erupció

- Moviments sísmics
- Augment de la temperatura de les roques
- Increment de l'activitat de fumaroles
- Emissions de cendres
- Canvis en la composició dels gasos
- Història eruptiva: tipus d'erupcions, cicle d'erupcions.



Poden passar de dies fins a anys



Difícil adoptar mesures

**Ordenar el territori**

**Aplicar normes**

**Educar**



## La zona volcànica de la Garrotxa



Vista aèria del volcà del Croscat.

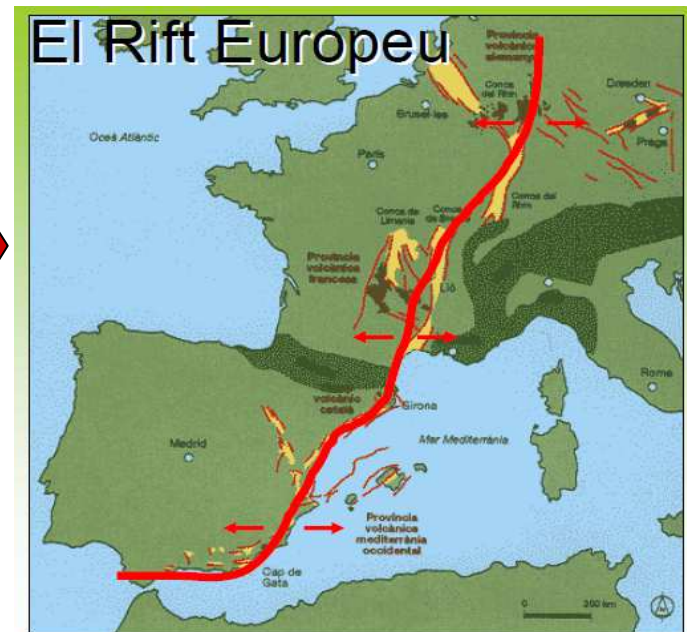


Vista aèria del volcà de Santa Margarida.



Dipòsit piroclàstic amb lapil·lis i bombes.

➔  
Causa ➔

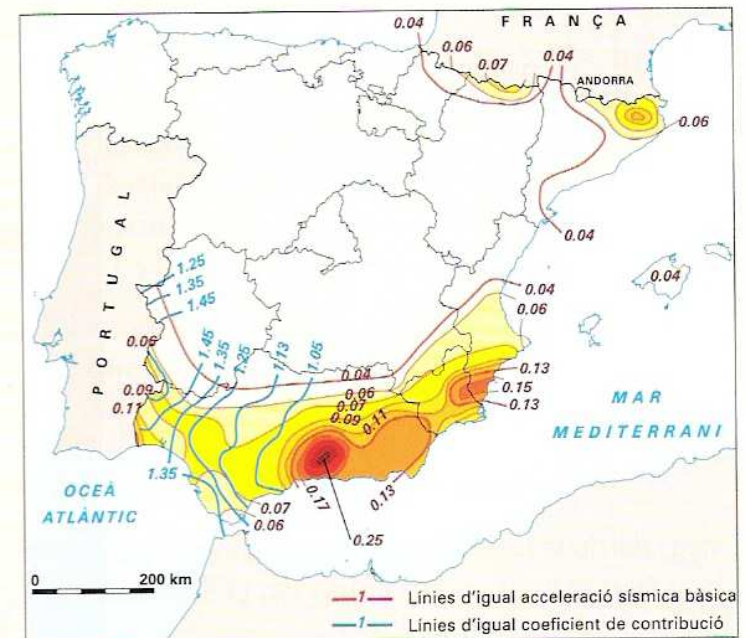




**Interpretació**

**La perillositat sísmica**

1. Identifica les tres zones de perillositat sísmica del mapa.
2. Quina consideres que és la causa de la distribució de l'activitat sísmica que es produeix en els diferents indrets?
3. Hi ha algun tipus de relació entre les zones marcades i la distribució de les plaques tectòniques?
4. A efectes de moviments sísmics, justifica en quines zones de la geografia espanyola consideres que no es pot admetre la construcció de grans embassaments ni la instal·lació de centrals nuclears.
5. Quina és la zona de Catalunya que té més perillositat sísmica? Quina acceleració sísmica té? Quina intensitat màxima li correspondria?

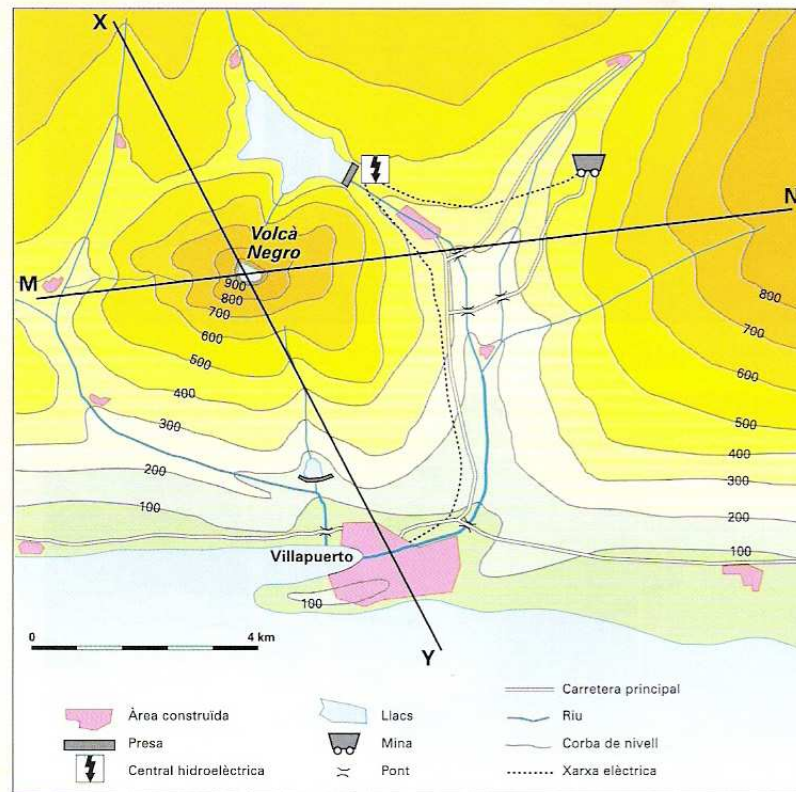


Interpretació

El volcà Negro

Suposa que una empresa d'estudis ambientals t'ha proposat estudiar una zona amb un possible risc volcànic.

El clima de la regió és tropical, caracteritzat per una alta pluviositat i temperatures elevades. El vent bufa del nord des d'octubre fins a març i del sud-oest durant els mesos restants. La ciutat més important de la zona és Villapuerto, amb 25.000 habitants, situada al peu del volcà Negro, del qual se sap que va fer l'última erupció al segle XVIII. La tradició oral parla d'una explosió molt violenta. Des de llavors hi ha hagut emissions de vapors d'aigua i sofre i ha aparegut al cràter un petit con d'andesita. Recentment, hi ha hagut tremolors de terra i moltes emissions gasoses. A la ciutat els edificis són majoritàriament de formigó, amb teulades planes i inclinades. Una bona part de la població de la regió viu en petits pobles, sobretot en cases de fusta amb teulades de palla.



1. En paper mil·limetrat, fes el perfil topogràfic MN (fes que 0,5 cm de paper corresponguin a 200 m).
2. Fes el perfil topogràfic XY (augmenta, igual que abans, l'escala vertical).
3. Indica al mapa les zones de màxima perillositat i analitza els riscos derivats de l'activitat volcànica. Hi ha risc de possibles inundacions en cas d'erupció?  
  
Assenyala també les zones més exposades a inundacions en cas d'erupció.
4. Justifica en quin període de l'any serà més perillosa l'erupció.
5. Explica quins efectes, derivats de l'activitat volcànica, podrien produir-se en l'economia i la vida dels habitants de la ciutat i els petits pobles de la zona.
6. Enuncia mesures preventives del risc volcànic en aquest cas, així com del risc d'inundacions causades per una possible erupció del volcà.



## Interpretació

### L'erupció del Krakatoa

El text següent és un resum sobre l'erupció del Krakatoa el 1883, extret de *La inestable Tierra*, de B. Booth i F. Fitch:

20 de maig. El volcà Rakata (a l'illa de Krakatoa) va entrar bruscament en activitat amb explosions molt virulentes.

21 de maig. Es va formar una gran columna de vapor, de més de 10 km d'alçada.

22 de maig. Del cràter sortien grans quantitat de fragments de pumita. La columna de vapor continuava ascendint. Aquesta activitat no va parar en els tres mesos següents.

26 d'agost. Hi va haver un seguit d'explosions ensordidores i se sentia crepitjar l'aire, probablement per les bombes volcàniques carregades de gasos que esclavaven. Van caure grans fragments de pumita a més de 10 milles de distància de la costa.

27 d'agost. A les 5.30 hores de la matinada, hi va haver una gran explosió, probablement provocada per l'entrada de quantitats creixents d'aigua marina cap a l'interior del cràter. A les 6.44 hores hi va haver una altra explosió i a les 10.02 hores, una altra, la més gran de totes. La columna de cendres arribava a 80 km d'alçada i les cendres queien fins a una àrea de 700.000 km<sup>2</sup>. Després d'unes quantes explosions més, l'illa havia desaparegut.

Sortosament, l'illa estava deshabitada, i per tant aquesta erupció va causar molt poques víctimes directes i danys materials limitats. En canvi, els tsunamis originats per les explosions i l'enfonsament mateix de l'illa van fer 36417 víctimes a les costes de Java i Sumatra. Les cendres resultants de l'erupció van enfosquir la llum del Sol en molts indrets del planeta.

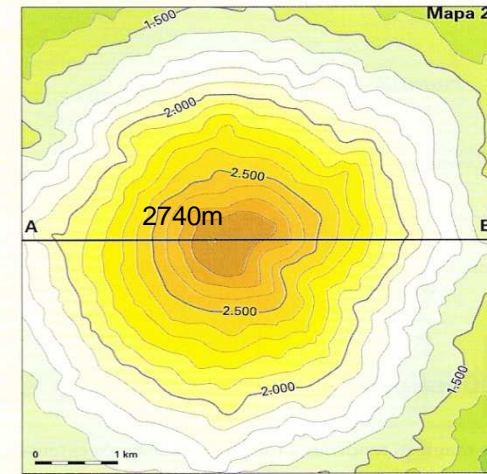
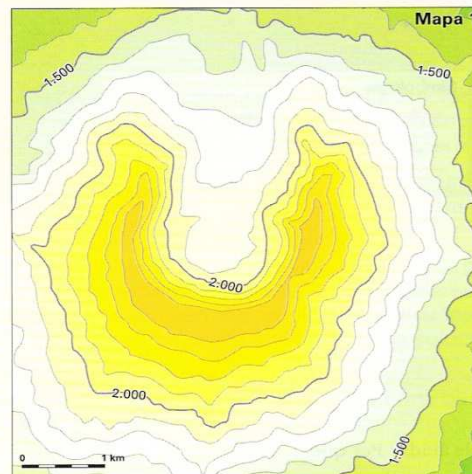
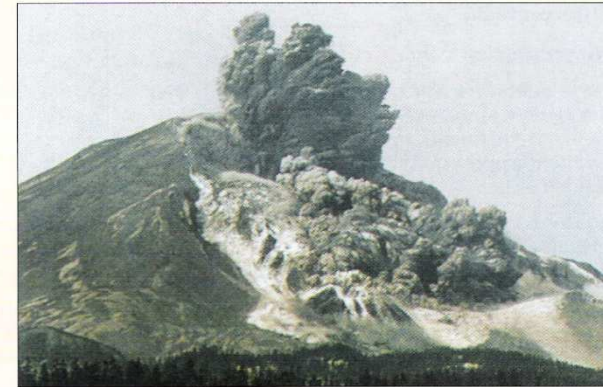
1. a) A partir de la classificació dels tipus d'erupcions principals (hawaiana, estromboliana, vulcaniana i pliniana), identifiqueu quina correspon a l'erupció del Krakatoa.  
b) Expliqueu tres característiques que surtin al text en què us heu basat per poder identificar el tipus d'erupció.
2. a) Comenteu, en el cas de l'erupció del Krakatoa, els factors que poden intensificar el risc pel que fa a l'exposició i la perillositat.  
b) Expliqueu dos riscos derivats del vulcanisme que es van produir en aquesta erupció.

## Interpretació

### L'erupció del Saint Helens

El Saint Helens és un volcà actiu situat a la costa nord-oest dels Estats Units: està constituït per una sèrie de nivells o capes de **piroclasts** que s'intercalen amb **colades de lava**. Al cap de 123 anys sense activitat, el volcà va fer unes petites erupcions durant les quals va emetre cendres i es va començar a excavar un cràter nou. Es van succeir diversos moviments sísmics i va començar a créixer una protuberància al vessant nord del volcà. Finalment, el matí del 18 de maig de 1980, un terratrèmol de magnitud considerable va provocar un sobtat lliscament en massa de bona part del vessant nord del volcà que va esfondrar el con volcànic. Al cap de pocs segons, hi va haver una explosió enorme que va durar alguns minuts. Es va generar una colada piroclàstica a uns 800 °C que circulava a 200 m/s i que va afectar una extensió d'uns 500 km<sup>2</sup>. Simultàniament es van generar diversos **lahars** en fondre's el glaç de la muntanya.

Les fotografies mostren els primers moments de l'explosió. Els mapes topogràfics il·lustren la morfologia del Saint Helens abans de l'erupció i després.



1. Explica el significat dels termes expressats en negreta al text.
2. Quin mapa representa l'edifici volcànic abans de l'erupció? I després? Dibuixa un perfil topogràfic A-B (mapa 2) tot indicant la xemeneia del volcà, les colades de lava i els piroclasts.
3. Explica, a partir de la informació del Saint Helens, el grau de perillositat-risc potencial que representa que es formin fluxos o colades piroclàstiques.



# LA VEU DEL MATÍ

## Cataclisme sense més conseqüències

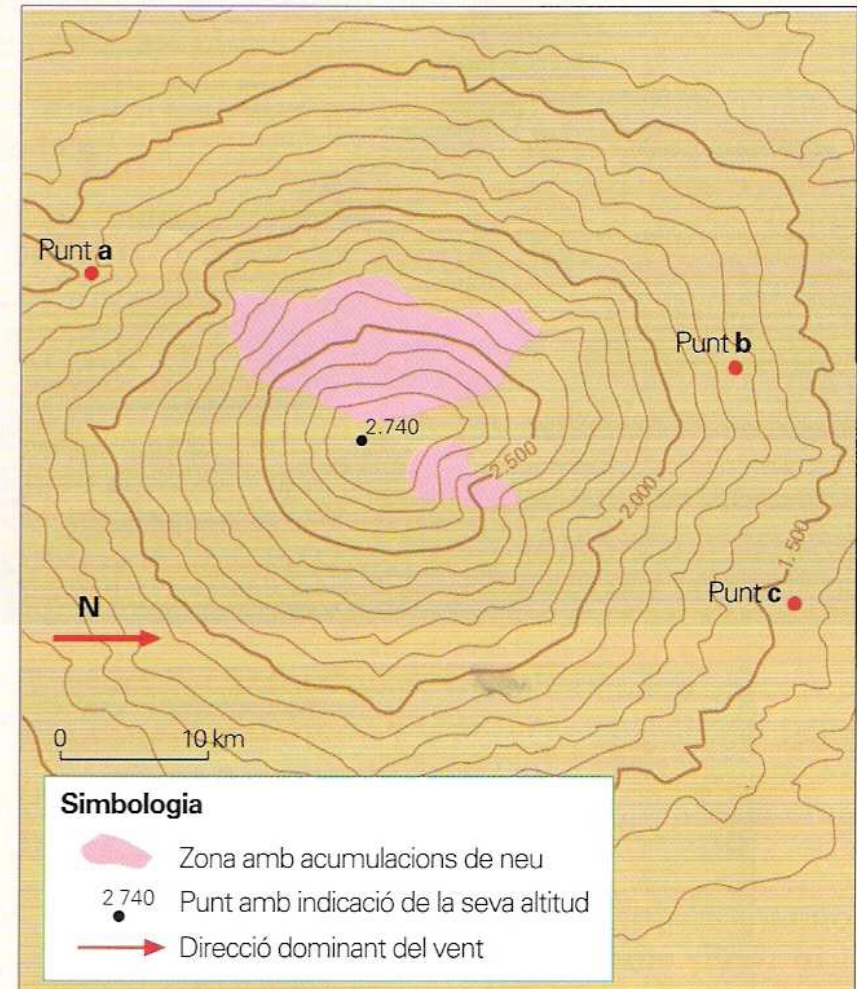
«Una curiosa manifestació geològica ha tingut lloc al poble de Tamarindo. Uns terratrèmols de petita intensitat, grau VI en l'escala de Richter, molt freqüents a la serralada andina, amb l'epicentre localitzat a uns 4,5 km de profunditat, han provocat una fissura que ha originat una erupció volcànica que ha format un con volcànic. El fet ha tingut lloc de matinada i no ha fet víctimes, ni destrosses de consideració. Aquesta erupció és, segons els científics, de tipus vulcanià (explosiva). El registre en els gravímetres fa témer la possibilitat i el risc, en les pròximes hores, d'una altra erupció volcànica amb emissió de laves a més de 3.000 °C.

L'actual poble de Tamarindo va ser construït recentment, ja que l'any 1879 una colada granítica va destruir pràcticament l'antic poble.»

**Interpretació****Mapa de risc volcànic**

De la interacció dels processos associats a la geodinàmica interna del planeta amb agents associats a la dinàmica externa (l'aigua i el vent, principalment) sovint es deriven situacions de risc volcànic. L'edifici eruptiu que teniu representat a la figura adjunta n'és un exemple.

1. En cas que la neu acumulada en aquest volcà es fongués ràpidament, podrien els punts assenyalats al mapa (*a*, *b* i *c*) resultar afectats per colades de fang o lahars?
2. Dibuixeu a sobre del mapa la zona que, en cas d'una erupció provinent del focus emissor existent, seria la més afectada per una pluja de cendra. Raoneu el grau de perillositat que representa que es formin pluges de cendra.







## Enllaços d'interès

### Exploring the environment: volcanoes

Volcanic Eruption Animations

Photo: NGDC/NOAA Photo: NGDC/NOAA

There are many different types of volcanic eruptions. Different types of eruptions tend to form different types of volcanoes. Most volcanic eruptions are "builders," adding thin layers of lava or ash to the sides of a volcano, slowly building the easily recognized cone-shaped volcanoes seen around the world. Some eruptions, however, are "destructors" knocking off pieces of a volcano's summit or even destroying the entire mountain. Generally, small-to-medium eruptions build volcanoes, and large explosive eruptions tend to destroy them. Let's look at simple animations of some of the different types of eruptions.

The first animation (in QuickTime™ or MPEG format) shows a "building" or constructive eruption of a typical Fujiyama. The volcano itself consists of a pile of successive layers of ash (light brown) and lava (dark brown) surface eruption, a new mass of lava has surged into the established vent system deep under the mountain (too negligible because the amount of fresh lava is small). The eruption begins with the invasion of the fresh lava at the summit vent. (Successive eruptions do not always occur at the old summit. Often, the lava works its way through bursts out on the side of the mountain as a "flank eruption"). In this case, the first stage of the eruption begins with fragmented liquid rock. The hot particles blast out of the vent, but since the gas content is low, the particles almost immediately begin to fall back under the influence of gravity. The particles coat the sides of the cone and build up a new layer of ash. In this case, the layer is thick enough to flow slightly after landing, engulfing some of the neighboring vegetation. Next, there is a short break in activity, during which the ash layer cools.

**PASSA AL WEB**

### Volcano World

**Volcano World**

4-Kid / Interview / Legend / Park / YU Team

Current Activity / Find Volcanoes / For Educators / Volcanology / Questions?

**HOT NEWS!!**

**Krakatau turns 150!**

One hundred and twenty-five years ago, the biggest bang the inhabited world has ever known occurred. Indonesia's Krakatau volcano erupted. It did so with the force of 13,000 Hiroshima atom bombs, propelled a million cubic feet of rock, pumice and ash into the air, and made a noise loud enough to be heard 1,930 miles away in Perth. The explosions, fallout and resulting tidal wave (130 feet high in places) killed 36,417 people in Java and Sumatra, destroyed 165 villages and towns, and two-thirds of the island. Wind streams blew the fine ash as far away as New York; sea levels were raised in the English Channel, and over the following year, global temperatures were reduced by 1.2C.

**WHAT'S NEW**

**Volcano World 3.0!**

Welcome to Volcano World v.3.0! Our new design is a combination of two sites. The first is an updated hand driven site with lessons, pictures, games, and information. The second is a database driven blog site that allows site visitors to discuss, report, and...

**PASSA AL WEB**

**VOLCANO OF THE MONTH**

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)

