

Unitat 2: Riscos geològics interns

Geologia i ciències ambientals II

Índex

1. Geodinàmica interna.
2. Les plaques tectòniques.
3. Volcans
4. Terratrèmols
5. Tsunamis
6. Roques i minerals
7. Riscos derivats del vulcanisme
8. Riscos derivats dels sismes
9. Riscos derivats dels tsunamis
10. Vigilància i predicció
11. Gestió del risc
12. Sismogrames

1. Geodinàmica interna

La Terra és **dinàmica** → Les coses canvien.

- Fenòmens externs: Observables, constants i ràpids. *Ex: Moviment dels núvols*
- Fenòmens interns: Molt lents, no perceptibles a escala humana. *Ex. Formació de les muntanyes.*
 - **Excepció:** Volcans, terratrèmols i tsunamis → Esdeveniments sobtats i curts.

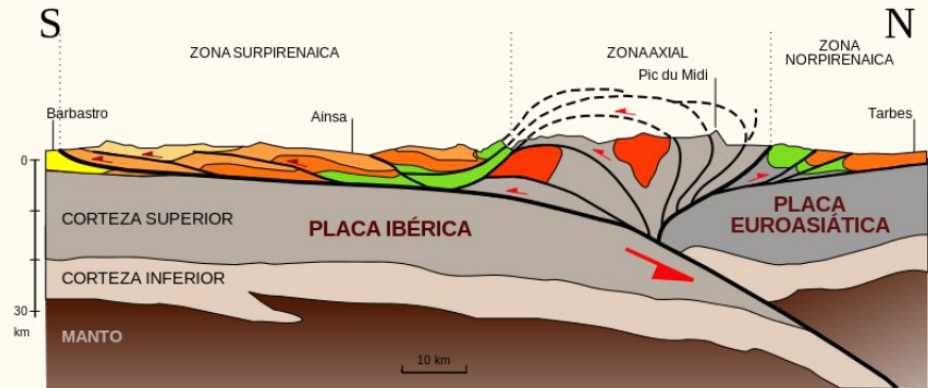
Les poblacions es situen en zones on acostuma a ser més probable que hi hagi riscos ambientals → Són les terres fèrtils i amb més biodiversitat.

Riscos a Catalunya

Vulcanisme: Zona de la Garrotxa.

Sismicitat: Pirineus → Contacte de la placa euroasiàtica amb la subplaca ibèrica.

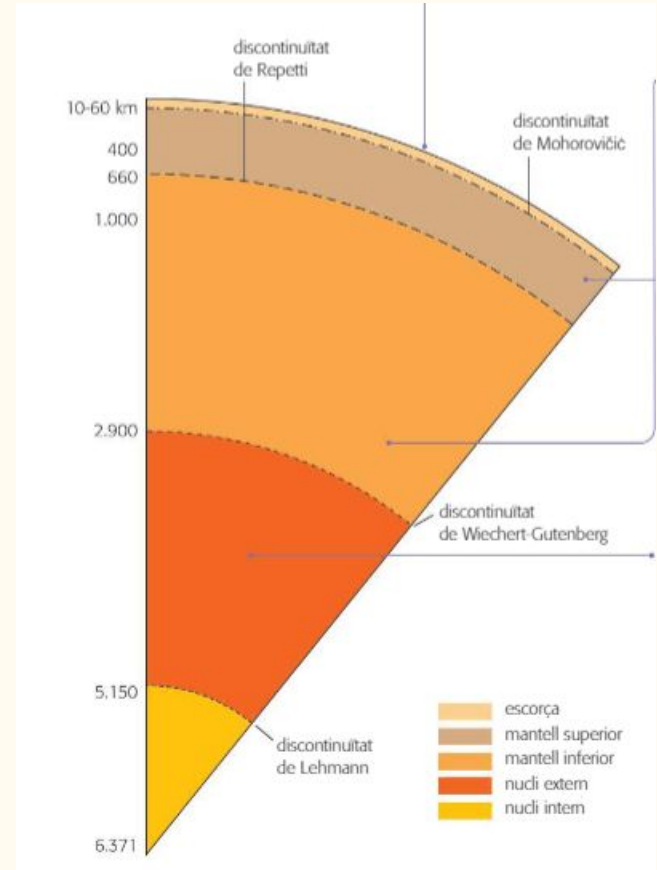
Tsunamis: Només es poden produir per esclavissades submarines o erupcions freatomagmàtiques → Poca magnitud.



La Terra per dins

Segons les propietats químiques de la Terra tenim:

- Escorça
- Mantell
- Nucli



La Terra per dins - L'escorça

Capa més superficial de la Terra amb un gruix mitjà de 35km, encara que als oceans és més prima (10km) i a les serralades més gruixuda (60km).

2 tipus d'escorces:

- **Escorça continental:** Forma els continents. La podem dividir en:
 - Capa sedimentària: Diferents tipus de roques sedimentàries i metamòrfiques.
 - Capa granítica: Roques de composició granítica.
- **Escorça oceànica:** Forma el fons dels oceans. Formada per basalt.

La Terra per dins - Mantell

82% del volum de la Terra, amb temperatures que oscilen entre els 500 i 3000°C. 2 subcapes:

- **Mantell superior:** Desde la discontinuïtat de Mohorovicic fins a 660km de profunditat a la discontinuïtat de Repetti. Ric en ferro i magnesi.
- **Mantell inferior:** Des dels 660km fins als 2900km de profunditat. També roques riques en ferro i magnesi.

La Terra per dins - Nucli

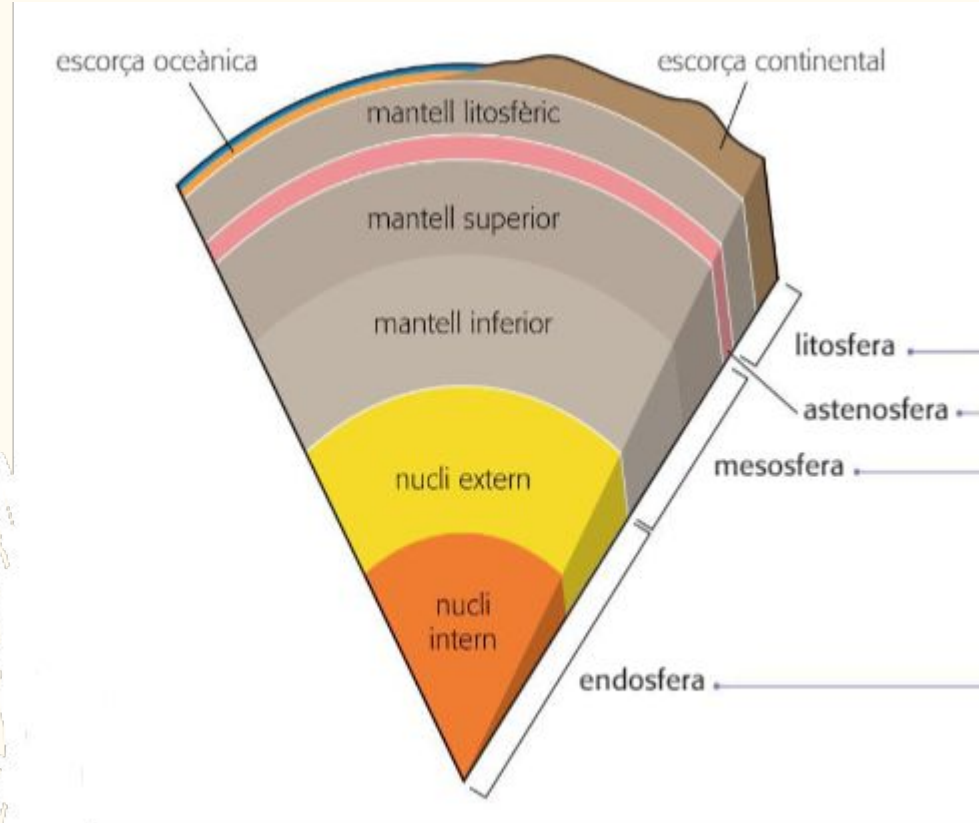
Capa és interna del planeta. També té dues subcapes:

- **Nucli extern:** 2900 a 5150km. Es comporta com un fluid. Format principalment per ferro i níquel amb temperatures de fins a 4000°C. Genera el camp magnètic terrestre.
- **Nucli intern:** Capa sòlida que va fins al centre de la Terra. Comença a la discontinuïtat de Lehmann. Composició similar a la del nucli però amb temperatures de fins a 6000°C i es comporta com un sòlid.

La Terra per dins

Segons les propietats físiques de la Terra tenim:

- Litosfera.
- Astenosfera.
- Mesosfera.
- Endosfera.



La Terra per dins - Propietats físiques

Litosfera: Capa més superficial i rígida. Inclou l'escorça i part del mantell superior.

Aquesta capa es troba fragmentada en trossos els quals són les plaques tectòniques.

Astenosfera: Mantell superior fins a 400km de profunditat. Roques parcialment foses i es comporten de manera més fluida. Això permet els moviments de les plaques tectòniques.

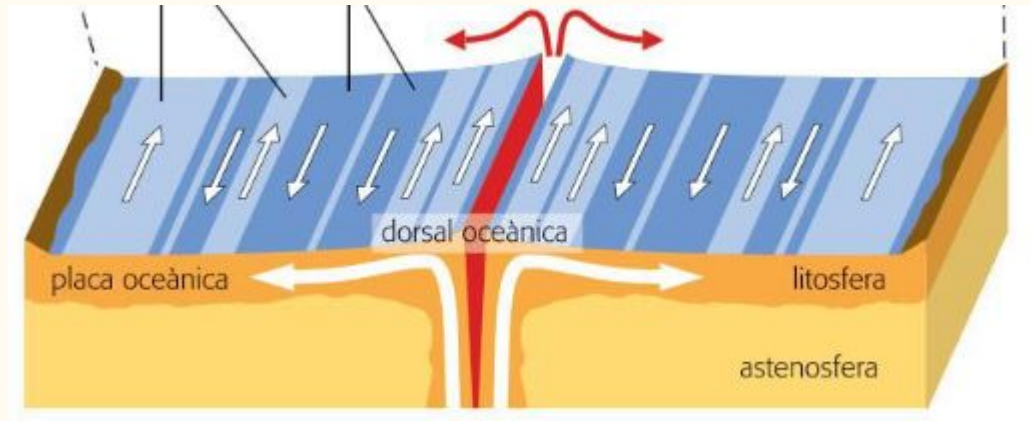
Mesosfera: Part del mantell superior i tot l'inferior. Comportament rígid.

Endosfera: Correspon al nucli.

Teoria de la tectònica de plaques

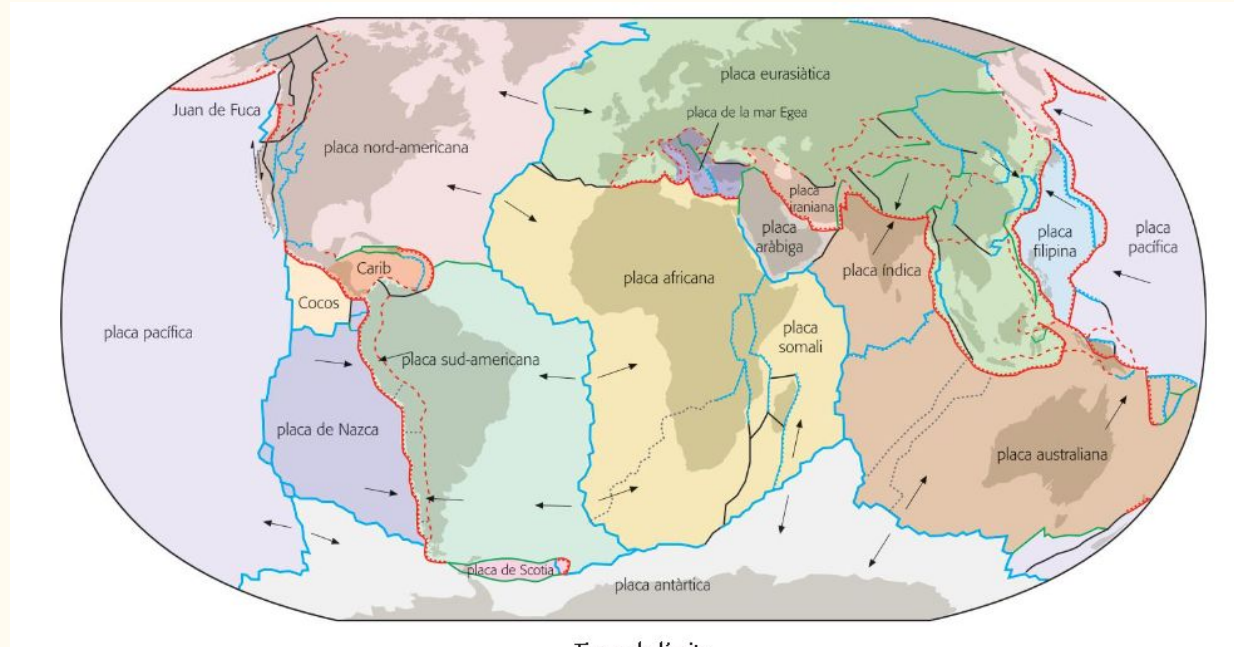
Explica els canvis que es produeixen a la superfície terrestre.

Indica que es mouen grans blocs de la **litosfera** i aquests causen la separació dels continents i de l'obertura i expansió dels oceans. Aquests blocs es coneixen com a **plaques tectòniques**. Les plaques tectòniques es mouen per l'**astenosfera**.



Teoria de la tectònica de plaques

En els límits de les plaques tectòniques es localitza gran part de l'activitat geològica del planeta.



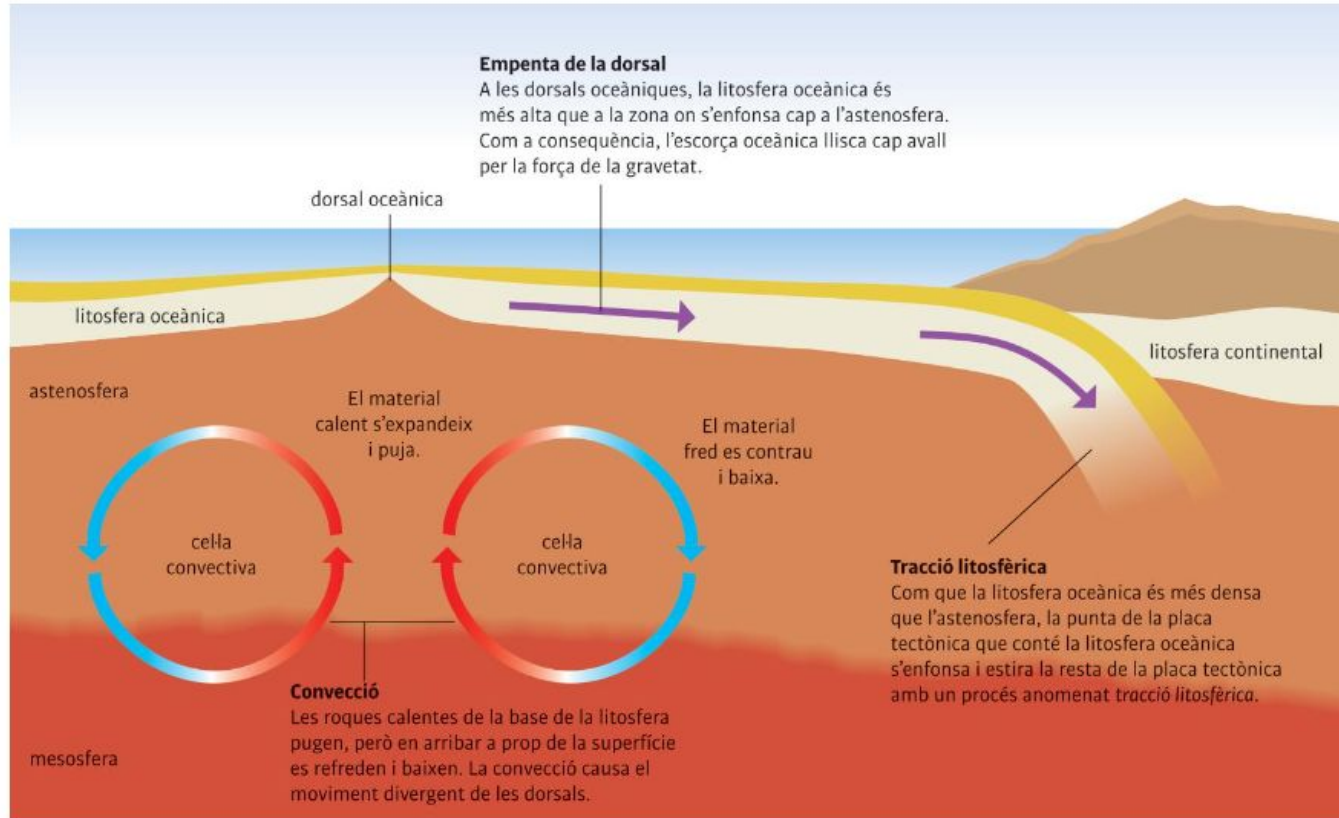
Tipus de límits

Geodinàmica interna

Els fenòmens derivats de la geodinàmica interna ens mostren que el seu interior no és una roca immòbil.

La Terra s'ha anat refredant de l'interior a l'exterior, fent que al mantell es generin les **cel·les convectives** → El material més calent ascendeix degut a disminució de la densitat i el més fred baixa. Això provoca el moviment de les plaques tectòniques.

Geodinàmica interna



Repàs: Interacció de les plaques tectòniques

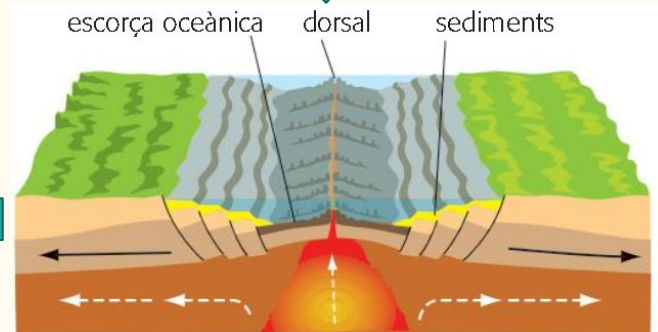
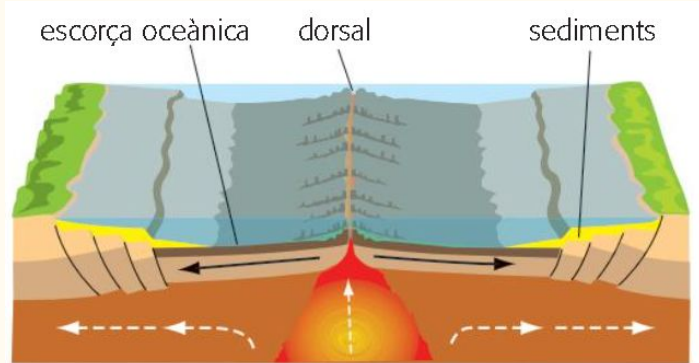
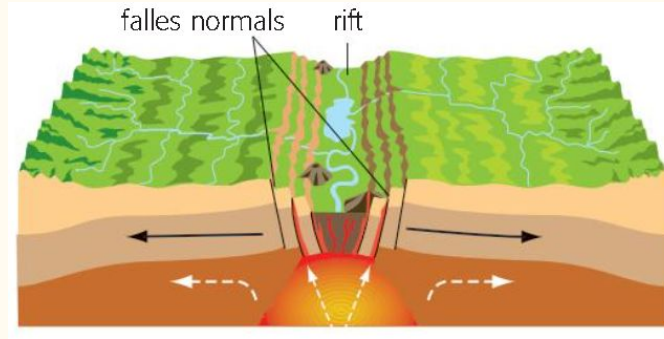
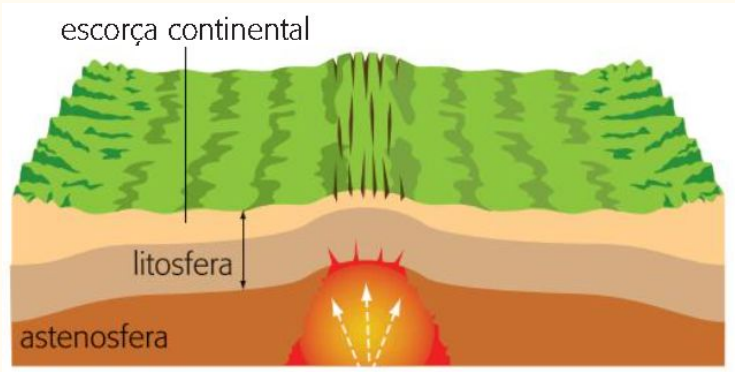
Marges constructius o divergents: Separació de plaques degut a corrents de convecció ascendents i divergents. Hi ha l'ascensió d'una columna calenta a una placa continental → abombament → fractura de l'escorça.

Els corrents divergents arrosseguen l'escorça que es trenca i forma una fossa o rift → falles.

La presència de volcans pot produir la generació d'escorça oceànica.

Si es continua avançant es forma un oceà.

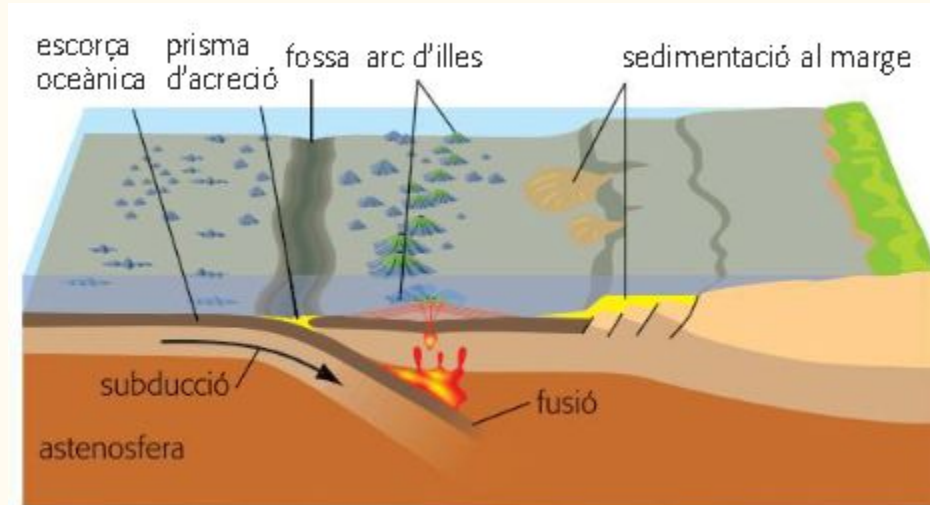
Marges constructius o divergents



Repàs: Interacció de les plaques tectòniques

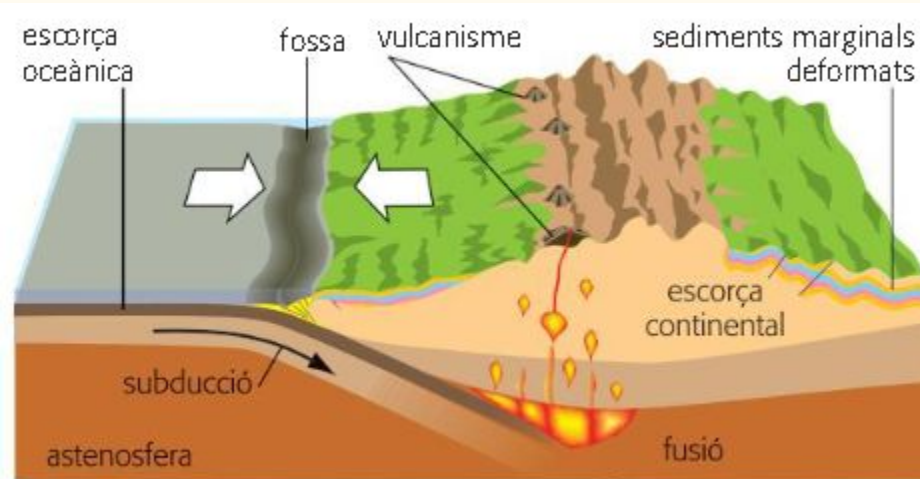
Marges destructius o convergents: Hi ha una col·lisió entre plaques.

- **Xoc entre placa oceànica i oceànica:** Fosses oceàniques. Una placa s'enfonsa sota de l'altra → **subducció**. Destrucció d'escorça oceànica. Sismes i volcans.



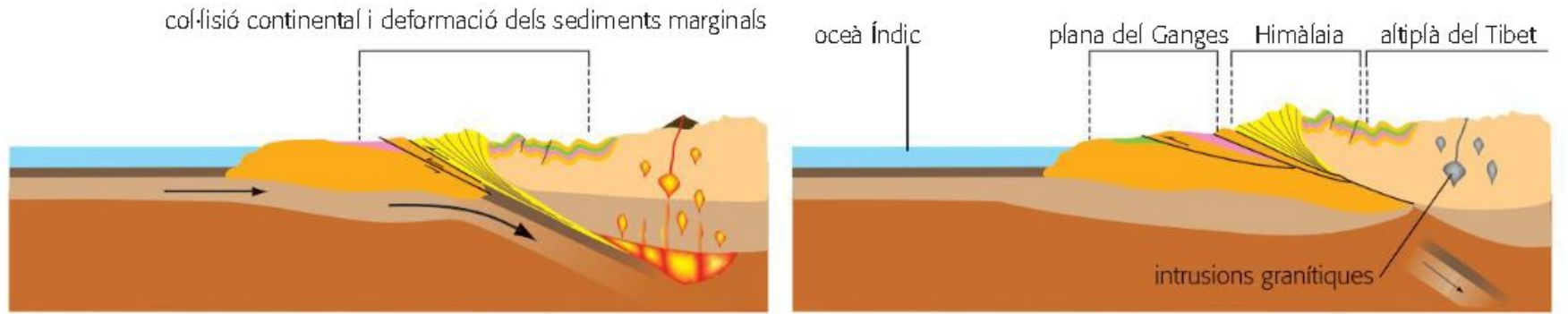
Marges destructius o convergents

- **Xoc entre oceànica i continental:** Escorça oceànica és més densa → s'enfonsa sota la continental → subducció. Es generen serralades. Sismes i volcans.



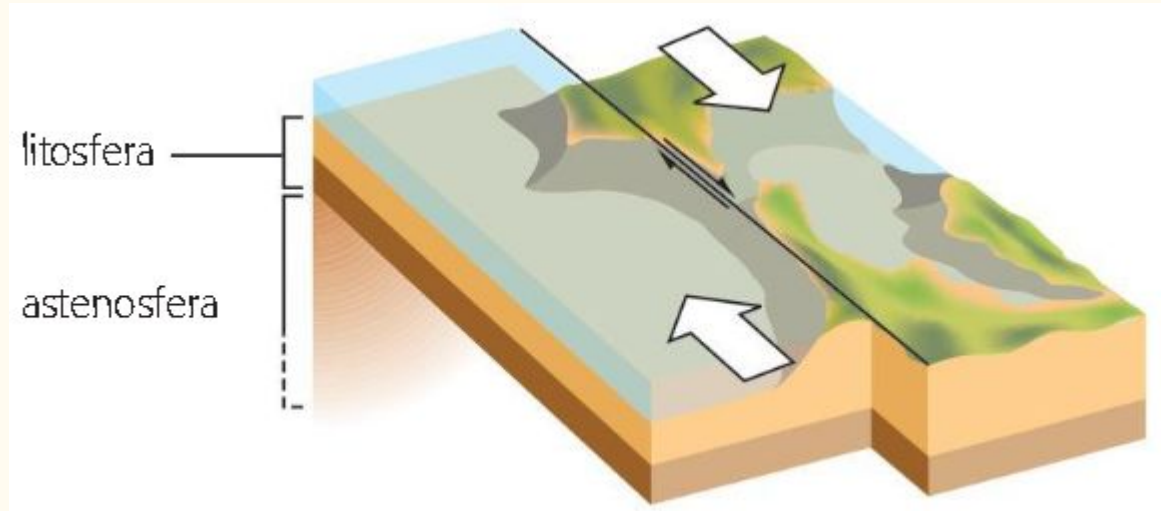
Marges destructius o convergents

- **Xoc entre continental i continental:** Són massa gruixudes i no es produeix subducció. S'elimina l'oceà intermig i es formen serralades. No hi ha vulcanisme però sí sismes.



Repàs: Interacció de les plaques tectòniques

Marges conservadors o transformants: Lliscament lateral entre plaques al llarg d'una falla transformant. Intensa activitat sísmica.



Geodinàmica interna

Les plaques tectòniques o litosfèriques es mouen a una velocitat independentment de la seva mida → depèn del percentatge de placa continental i oceànica i del tipus de límit que hi ha entre plaques.

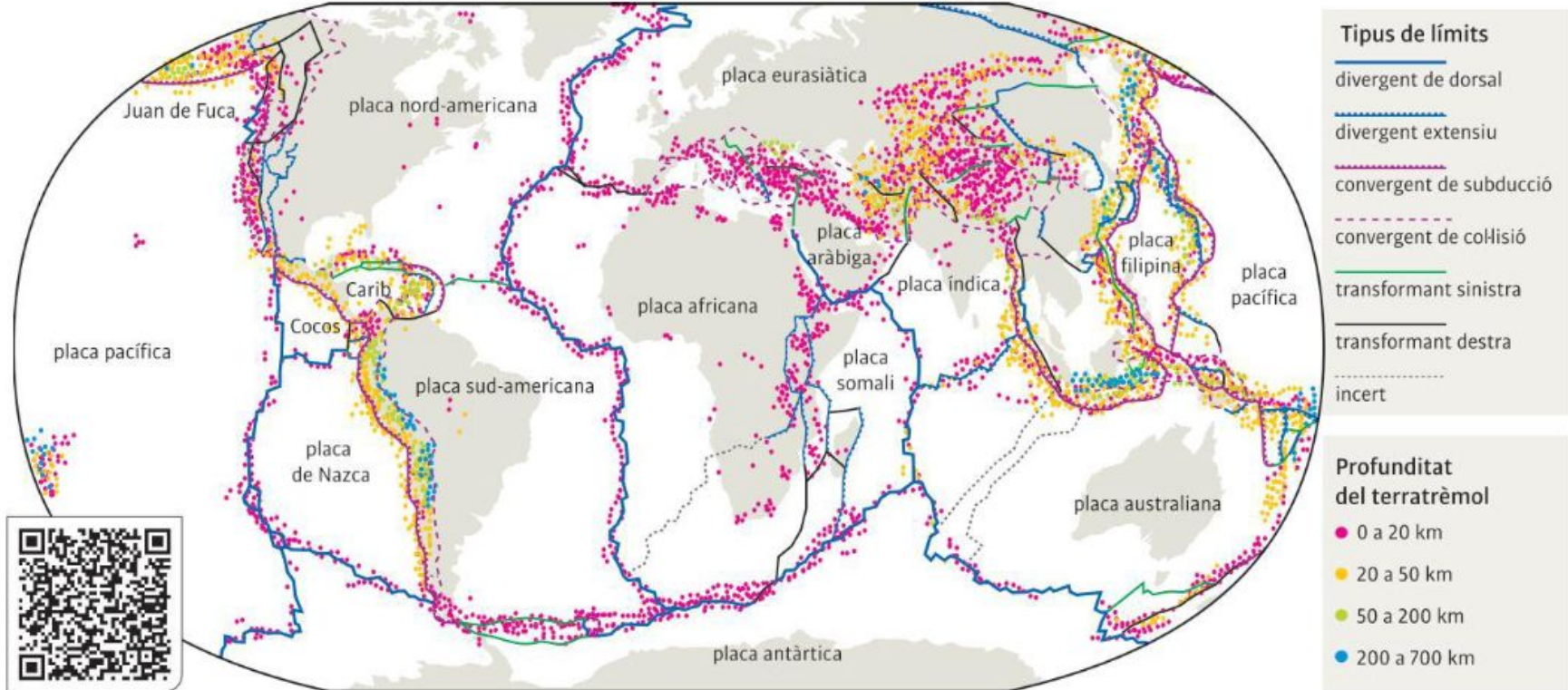
2. Les plaques tectòniques

La litosfera està dividida en 8 plaques tectòniques, a més d'altres plaques menors i microplaques que encaixen totes perfectament.

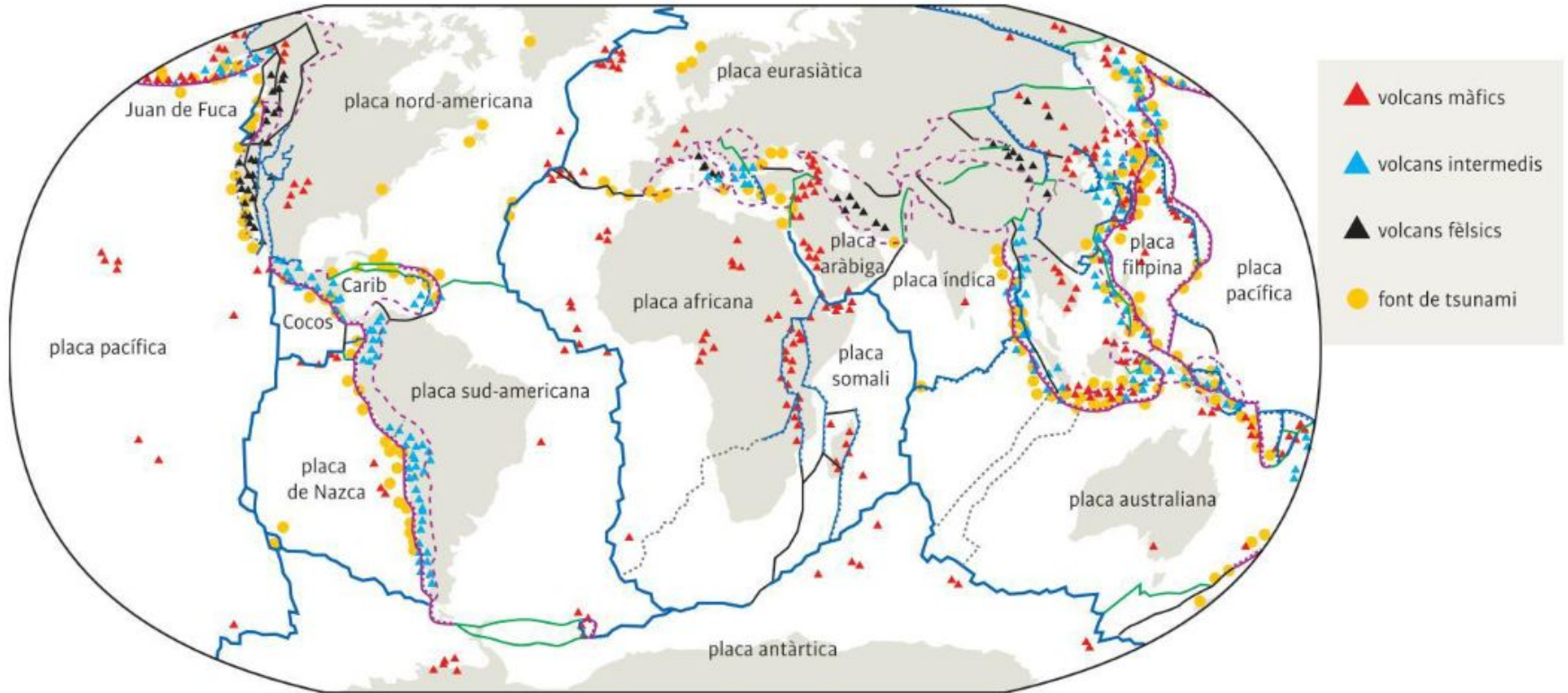
El moviment continu de les plaques produeix xocs, friccions o distanciaments → volcans, terratrèmols i tsunamis. En els límits de les plaques és on més es concentren aquests fenòmens.

Depenent del marge (convergent, transformant o divergent), la tipologia de sismes i volcans serà diferent.

Mapa dels sismes



Maps dels volcans



Les plaques tectòniques

Les plaques tectòniques es modifiquen al llarg del temps: Es redueixen, s'amplien o es trenquen. Això provoca una modificació en les zones on es donen els diferents riscos.



3. Els volcans

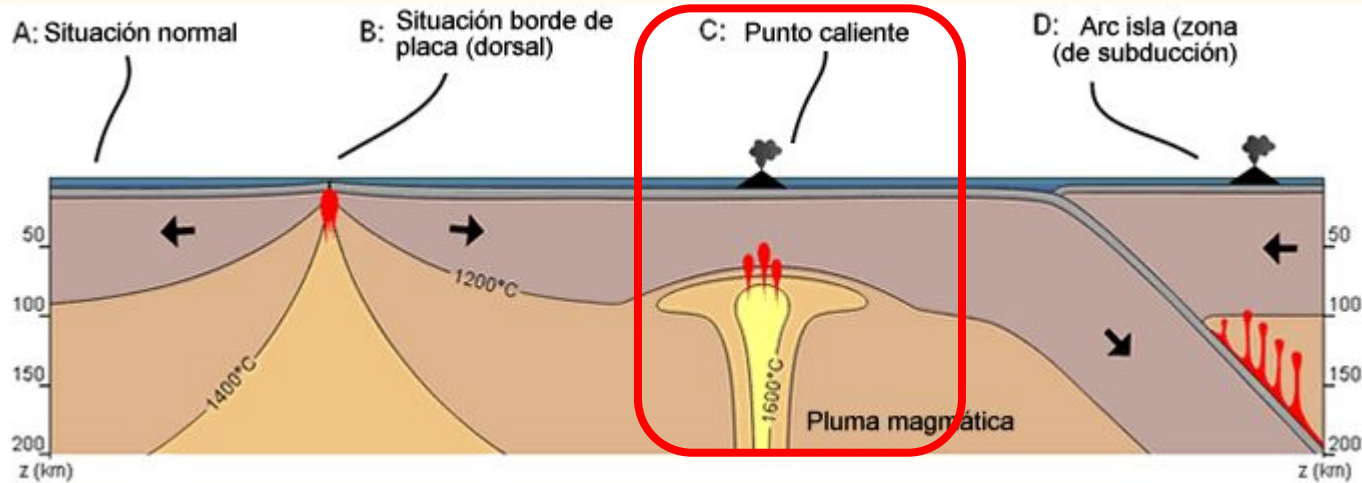
- **Volcà actiu:** Emet lava, gasos o hi ha activitat sísmica.
- **Volcà apagat o dorment:** Inactiu des de fa temps però encara pot entrar en erupció.
- **Volcà extingit:** Ja no pot produir mai més una erupció.

Una zona volcànica es considera activa si ha tingut alguna erupció durant els últims 12.000 anys.



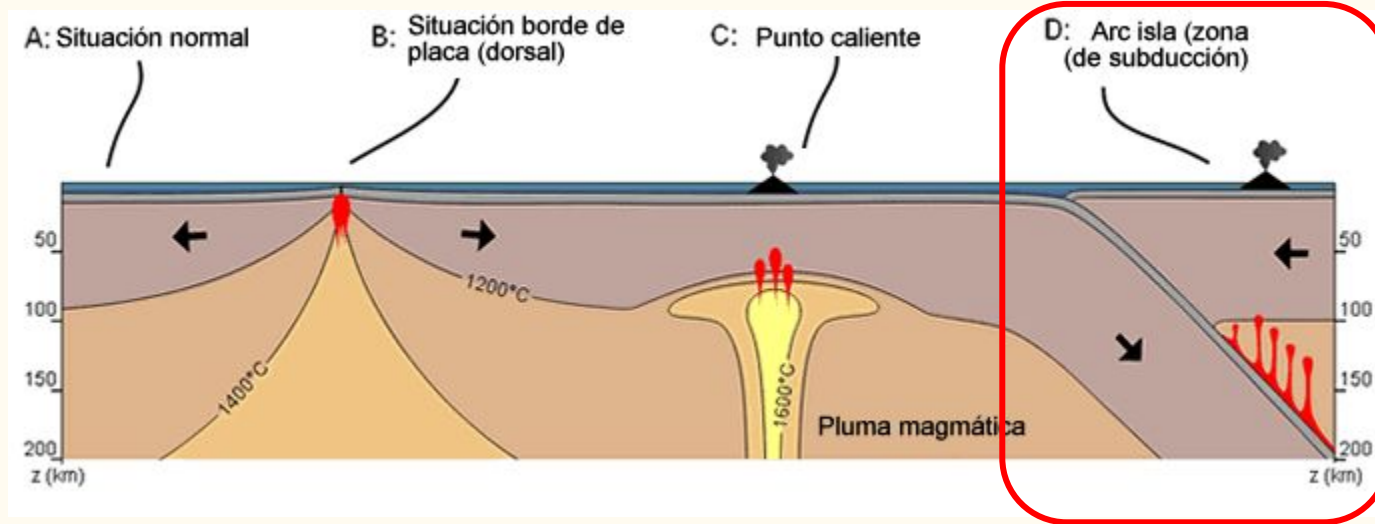
Vulcanisme segons el context tectònic

- Material calent del mantell va pujant i es desfà degut a la descompressió, provocant que continuï pujant. Produeix un *hot spot*.



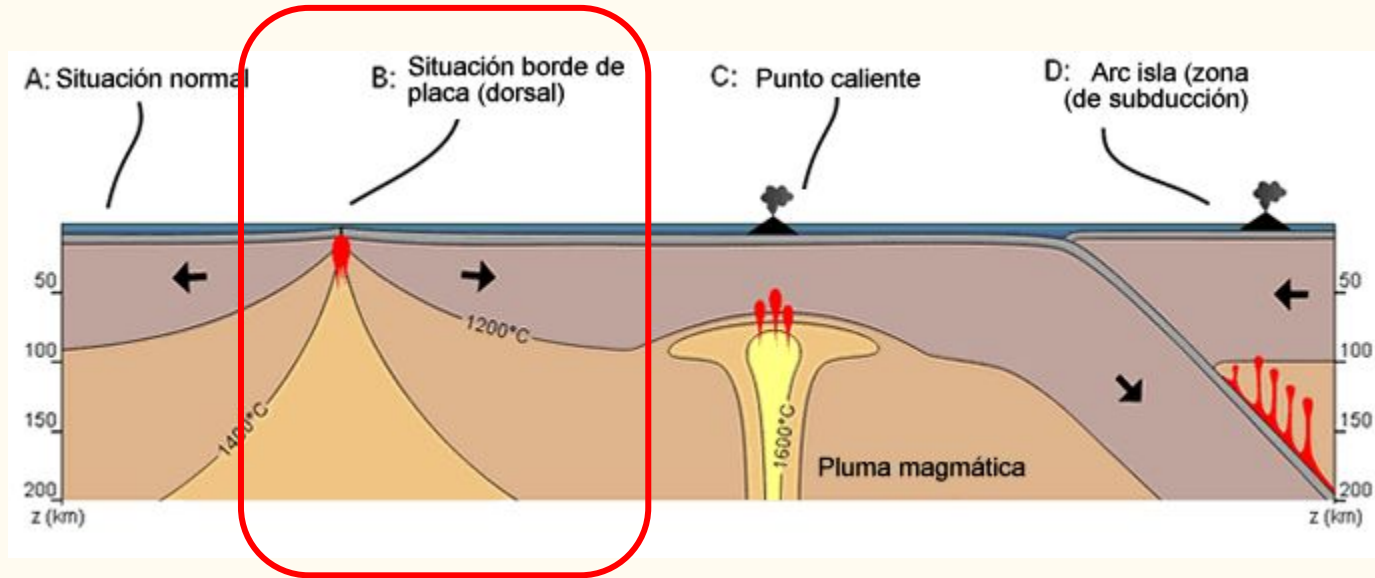
Vulcanisme segons el context tectònic

- Mantell sobre una zona de subducció és hidratada → provoca una baixada de pressió.



Vulcanisme segons el context tectònic

- Quan una zona de *rift* (zona de fractures) descomprimeix material calent de sota la litosfera.



Vulcanisme

La dinàmica d'una explosió depèn de la **viscositat** del magma, percentatge de gasos dissolts i si durant l'ascens topa amb un reservori d'aigua.

- **Si el magma és viscós:** Hi ha molts gasos al magma, i al anar ascendint cada vegada ocupen més volum i deixen d'estar dissolts → Formen moltes bombolles que s'expandeixen → Explosions fortes amb expulsió de materials sòlids a molts quilòmetres.



Vulcanisme

- **Si el magma no és viscós:** Contingut d'òxid de silici és baix i en conseqüència, els gasos s'escapen de forma més tranquil·la.



Vulcanisme

- **Erupcions freatomagnàtiques:** Es produeixen quan el magma es troba un aqüífer al ascendir. Això provoca també erupcions molt violentes.



Productes volcànics

Quan el magma arriba a la superfície emet:

- **Gasos:** Vapor d'aigua (80%) + diòxid de carboni + òxid de sofre + sulfur d'hidrogen.
- **Lava:** Roques de composició homogènia en estat líquid.
- **Productes sòlids de mides diferents:** Expulsats dibuixant un tir parabòlic o un gran núvol piroclàstic.
 - **Cendra:**
 - **Lapil·li:**
 - **Bombes i blocs:**

Productes volcànics - Productes sòlids

Cendra volcànica: Composició de partícules de roca i mineral molt fines ejectades pel vent. Són partícules de les roques i magma que surten del volcà.



Productes volcànics - Productes sòlids

Lapil·li: Petits fragments sòlids de lava expulsada amb violència en conseqüència d'erupcions violentes. Medeix entre 2 a 64 mm.



Productes volcànics - Productes sòlids

Bombes i blocs: Els blocs són piroclasts de mida superior a 64 mm mentre que les bombes són blocs que al estar calents, al sortir disparats, han anat donant voltes el que els hi ha donat una forma arrodonida.



Classificació de l'activitat volcànica

Índex d'explossivitat volcànica (IEV): Mesura de perillositat potencial d'una erupció. Té en compte:

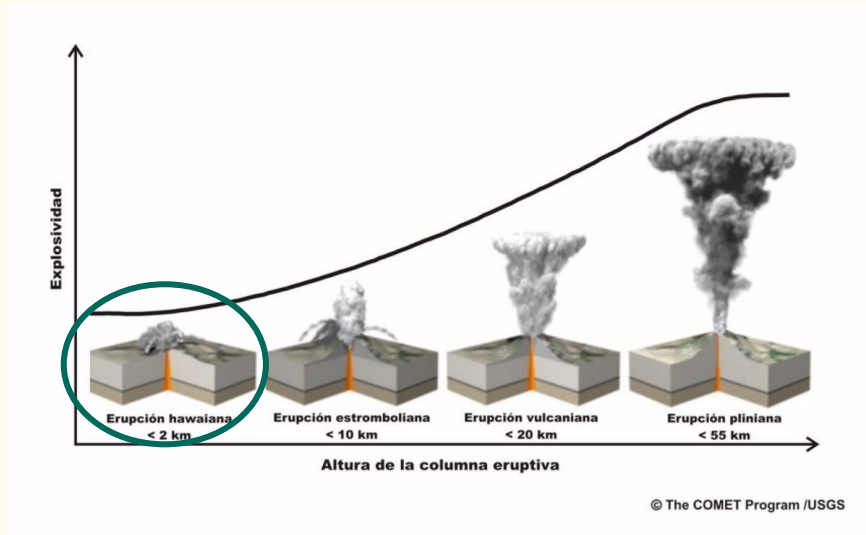
- Volum total de material emès.
- Volum de piroclasts expulsats a l'atmosfera.
- Alçària de la columna eruptiva.
- Durada de l'erupció.

A partir d'aquests paràmetres s'assigna un nombre d'entre 0 i 8 a l'activitat d'un volcà durant la seva erupció.

Classificació de l'activitat volcànica

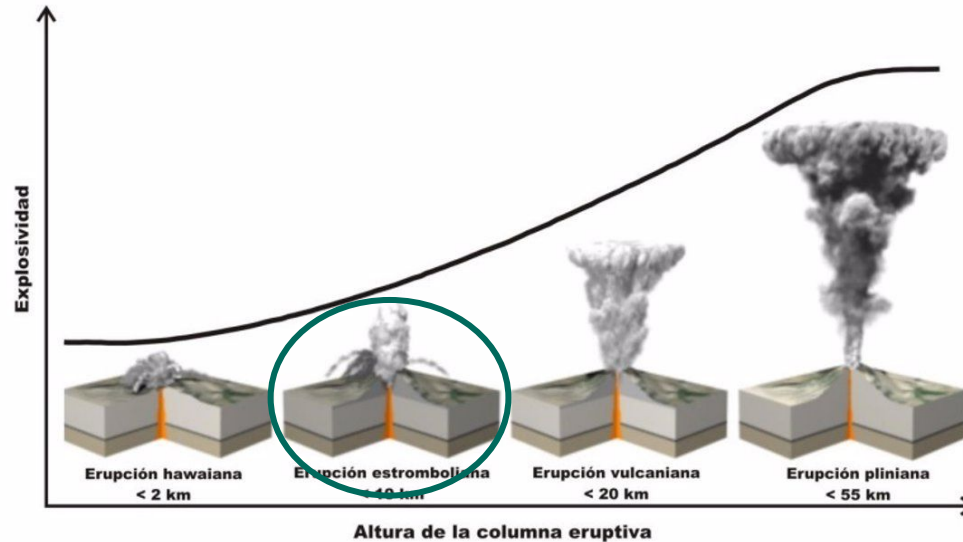
Segons les característiques eruptives podem classificar:

- **Hawaiana:** Lava molt fluida que produeix colades extenses i cons amples i baixos. L'expulsió dels gasos, si n'hi ha, és molt tranquil·la.



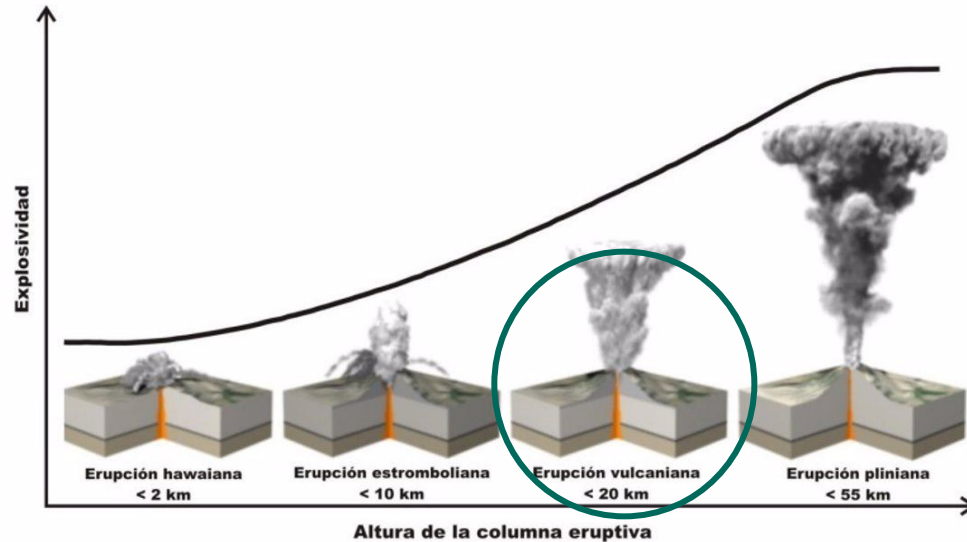
Classificació de l'activitat volcànica

Erupció estromboliana: Lava menys fluida. Els gasos es desprenen en erupcions moderades que poden ser rítmiques i continuades.



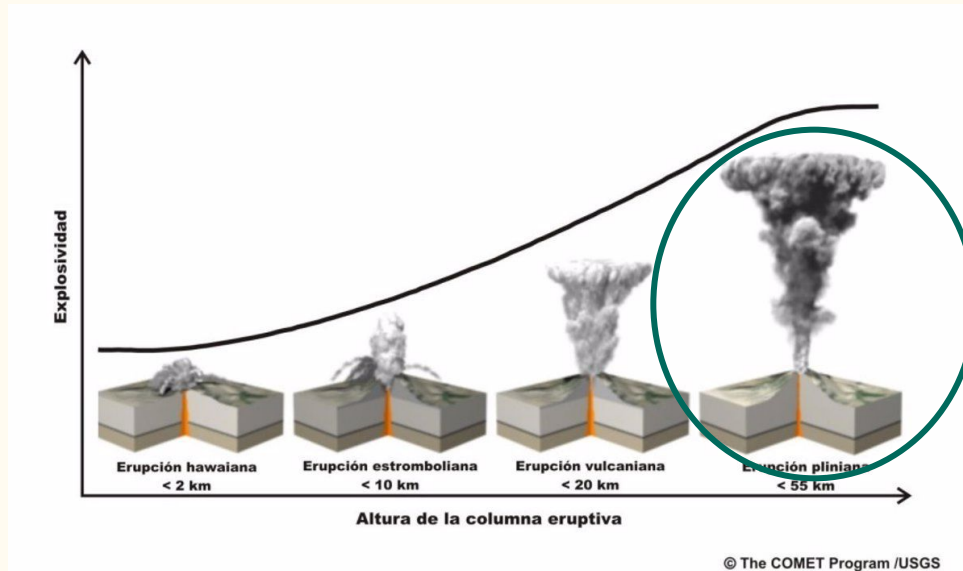
Classificació de l'activitat volcànica

Erupció vulcaniana: Colades de lava espesses i lentes que s'endureixen al cràter, acumulant gasos que exploten amb més violència i intervals més llargs.

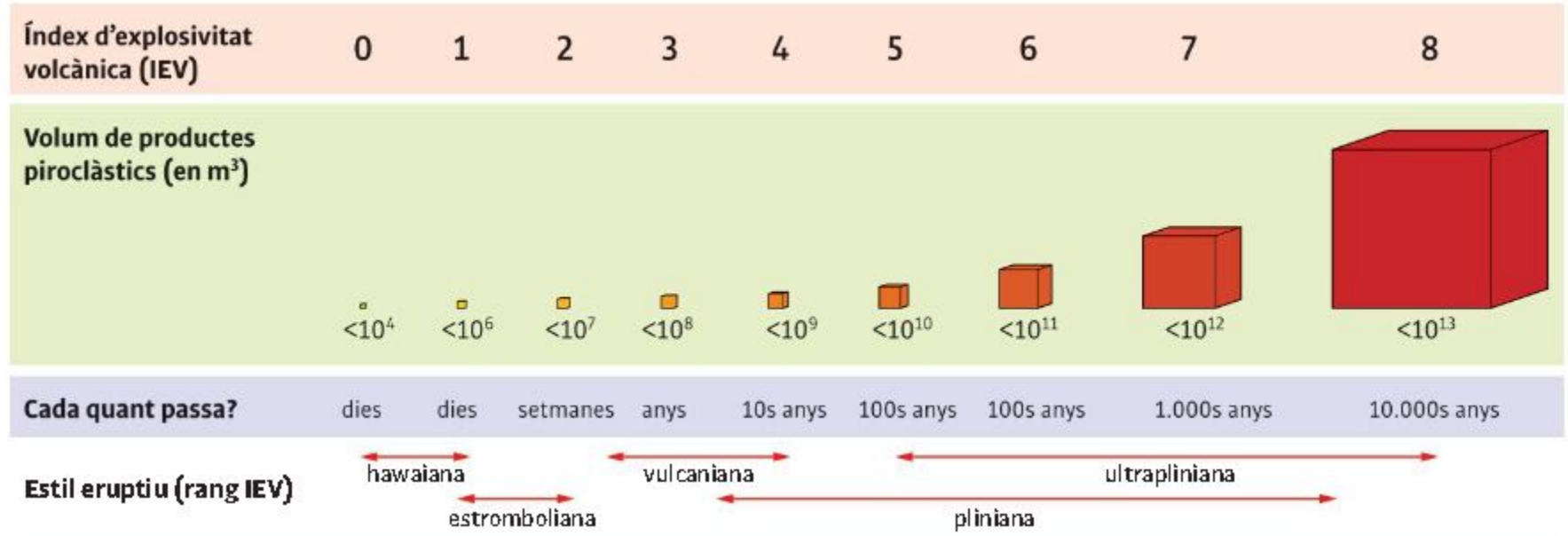


Classificació de l'activitat volcànica

Pliniana i ultrapliniana: No es formen colades de lava sinó piroclasts, núvols ardents carregats de gasos i cendra que baixen pels vessants del con a velocitats que poden arribar a superar els 100km/h.



Classificació de l'activitat volcànica





Elaborado: Escalera.G

TIPOS DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS



Pliniano

Los gases volátiles se amontonan en el magma y se acumulan cada vez mientras que el magma sube por el conducto. Todo el contenido sale formando una columna.



Hawaiano

Es una erupción poco violenta con expulsión de abundante lava muy fluida o líquida.



Estromboliana.

Esta erupción provoca violentas explosiones de gases, lo que forma nubes de humo muy densas y una lluvia de piroclastos (materiales sólidos).



Vulcaniana

La lava se solidifica y tapa la chimenea del volcán, por lo que la presión de los gases aumenta en el interior y posteriormente los materiales son expulsados de manera muy violenta



Islandicos

Son los únicos volcanes originados por erupciones fisurales y se caracterizan por su relieve plano, resultado del depósito de lavas muy fluidas en capas horizontales sucesivas. La mayoría se encuentra en Islandia.

Peleano.

La viscosidad de la lava obstruye la chimenea del volcán, formándose así cúpulas.



Fases d'un episodi eruptiu

De forma general, podem distingir tres fases en un episodi eruptiu però, cal tenir en compte, que això no sempre es compleix, en alguns casos es poden donar les tres mentre que en altres es pot donar només una o alguna de forma parcial.

Les fases que es poden donar són:

- **Fase preliminar.**
- **Fase eruptiva.**
- **Fase terminal.**

Fases d'un episodi eruptiu

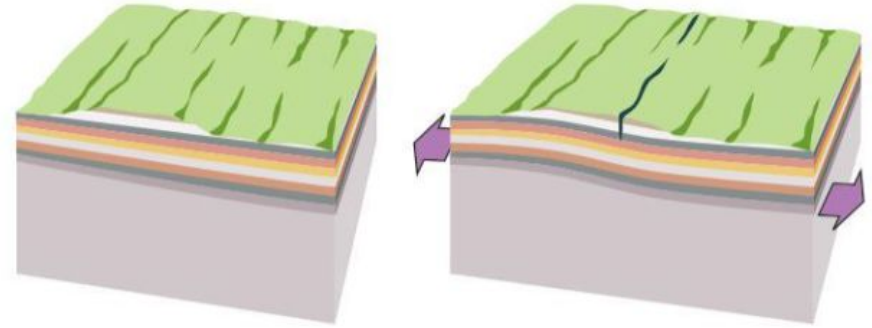
Fase preliminar: Registre de senyals anòmals a la zona volcànica abans d'una erupció → **fenòmens precursors**. L'ascens magmàtic pot provocar l'emissió de gasos que alteren la composició de les fumaroles o els aquífers, eixams sísmics, deformació de la superfície i canvis gravimètrics.

Fase eruptiva: El sòl s'esquerda i surten els productes volcànics. Aquesta es pot iniciar a un nivell IEV determinar i després evolucionar a un altre nivell, ja pot ser inferior o superior.

Fase terminal: Emissions i eixams sísmics són cada vegada menors, hi ha una deformació de la superfície i finalment el volcà entra en repòs, tot i que no vol dir que s'hagi arribat al final de tots els riscos associats a l'erupció.

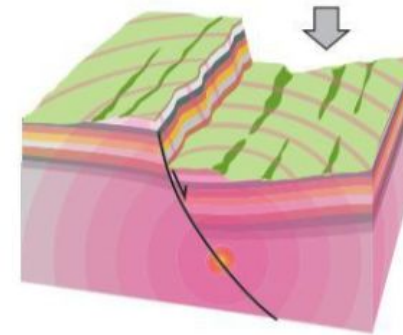
4. Els terratrèmols

Són el resultat del comportament elàstic de les roques. Aquests són originats per esforços que s'acumulen durant molt de temps a les falles → Quan són prou alts per vèncer el fregament entre plaques, la falla es reactiva i produeix un alliberament sobtat d'energia. Aquesta vibració provoca un terratrèmol:

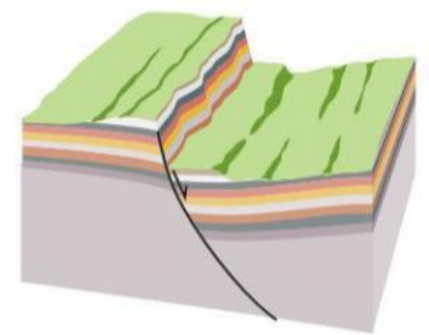


1. Bloc de l'escorça en repòs.

2. Deformació durant l'acumulació d'esforços.



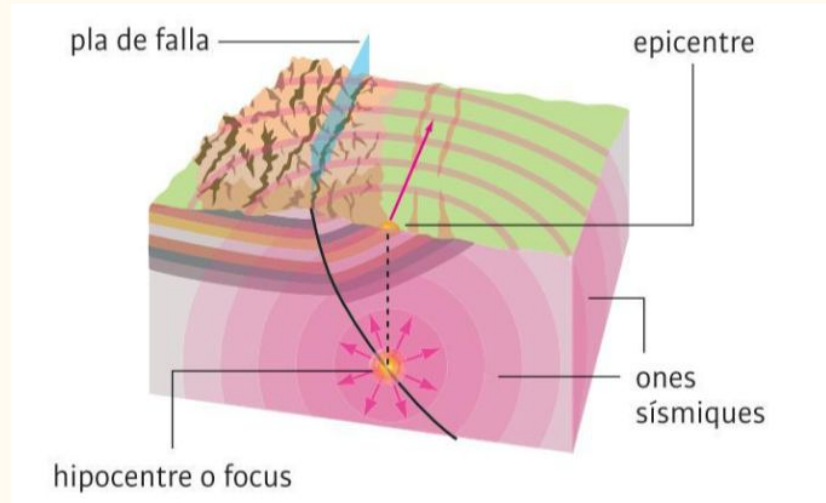
3. Instant de la ruptura.



4. Posició d'equilibri final.

4. Els terratrèmols

- El punt on es produeix un sisme es troba en el pla d'una falla i és l'**hipocentre**.
- El punt de la superfície on arriben primer les ones sísmiques s'anomena **epicentre** i es troba sobre la vertical de l'hipocentre. A l'epicentre és on la intensitat del sisme és màxima, perquè és el punt més proper al focus d'un terratrèmol.



Tipus d'ones sísmiques

En el focus sísmic s'originen:

- **Ones P o primàries:** Ones longitudinals que provoquen compressions i dilatacions successives de les partícules i les fan desplaçar endavant i endarrere en la direcció de la propagació. Són les més ràpides. Es poden transmetre a través de sòlids, líquids i gasos.
- **Ones S o secundàries:** Són ones transversals o de cisalla, que mouen les partícules com fa una corda quan la sacsegem. Són més lentes i no es poden transmetre a través de líquids.

<https://youtu.be/GPZLS8qXpE?si=nFqpCILMf4vhVuqv>

Tipus d'ones sísmiques

Quan la vibració arriba a la superfície terrestre, la reflexió de les ones origina un altre tipus de vibracions conegudes com a **ones L o superficials**. Hi ha dos tipus:

- **Ones Rayleigh:** Provoquen moviments de trajectoria el·líptica en el pla de propagació.
- **Ones Love:** Produeixen un desplaçament horitzontal i perpendicular a la direcció de propagació (moviments semblants a una serp).

<https://youtu.be/v3cpX1OoULA?si=99N4lX-lypawydSg>

Tipus d'ones sísmiques

La velocitat de desplaçament de les ones sísmiques depèn de les característiques de les roques que travessen → Rigidesa, densitat i tipus de superfície.

Les ones sísmiques superficials són les responsables de la majoria de destrosses → dispersen lentament l'energia → Si dispersen lentament l'energia, però l'energia no varia, les ones es tornen més àmplies, fent que el moviment sigui més agressiu.

Registre i mesura dels terratrèmols

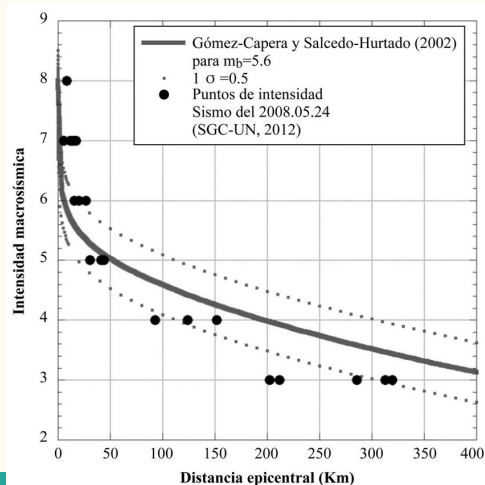
Sismògrafs: Aparells que s'utilitzen per a registrar terratrèmols. Hi ha per tot el planeta (xarxa internacional de sismògrafs normalitzats connectats) que permet determinar la situació de l'epicentre, magnitud i profunditat del focus de qualsevol terratrèmol.

Per a mesurar la força d'un sisme s'utilitzen:

- **Intensitat.**
- **Magnitud.**

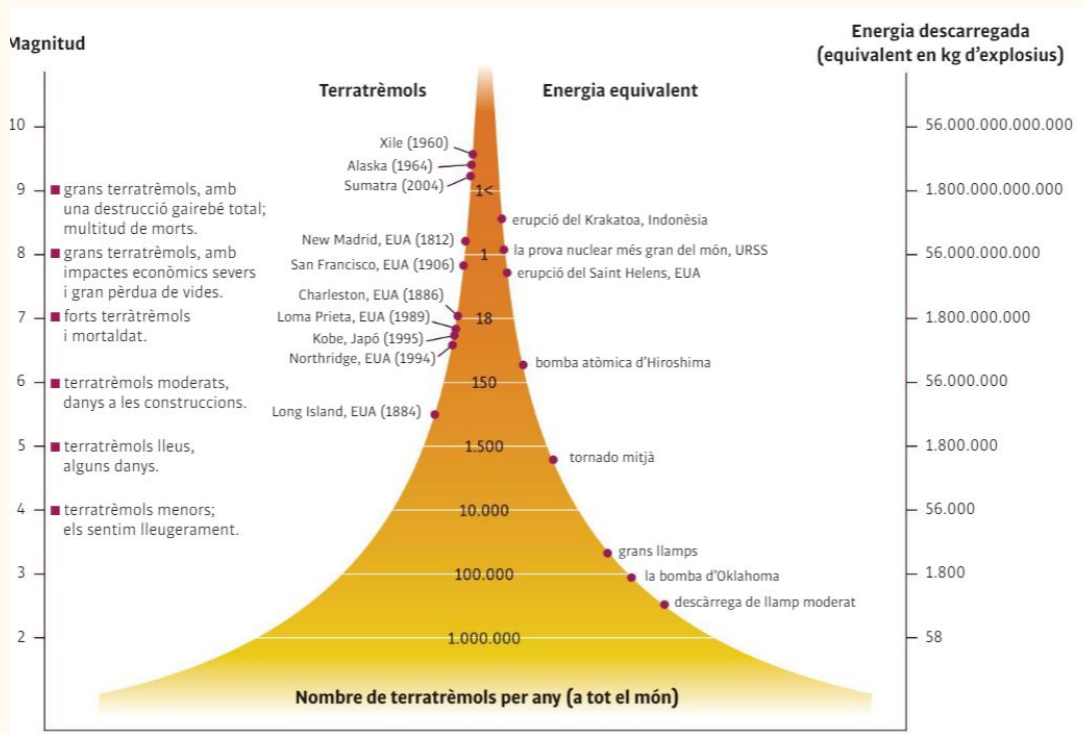
Registre i mesura de terratrèmols

Intensitat: Mesura subjectiva basada en l'observació dels efectes del terratrèmol o la percepció de la població en un punt determinat. Hi ha diferents escales. *Exemple: A Europa s'utilitza la EMS-98.* Són revisions i actualitzacions de l'escala de Mercalli (dotze graus). Representades en un mapa, es poden dibuixar unes línies → **isosísmiques o isosistes** → Uneixen punts amb el mateix valor.



Registre i mesura de terratrèmols

Magnitud: Es fa servir l'escala sismològica de magnitud de moment (M_w), successora de l'escala de Richter (la qual és utilitzada encara a la sele). Valor adimensional i s'obté d'una funció logarítmica → cada grau té 10 vegades més energia que l'anterior. Segons els registres, l'escala va de 0 a 10.



Amplificació o atenuació de les ones

La intensitat de la zona afectada situada a un radi d'entre 20 i 50 km de l'epicentre és molt similar a la de l'epicentre. A partir d'aquests punts, es debilita molt ràpidament en allunyar-se.

Tot i així, els efectes destructius poden ser molt diferents en funció del tipus de substrat:

- Substrats tous: **Amplificació sísmica.**
- Substrats rígids: **Atenuació sísmica.**

5. Tsunamis

Sèrie d'onades de gran potència amb una longitud molt llarga. El temps entre cresta i cresta pot oscil·lar entre alguns minuts i una hora.

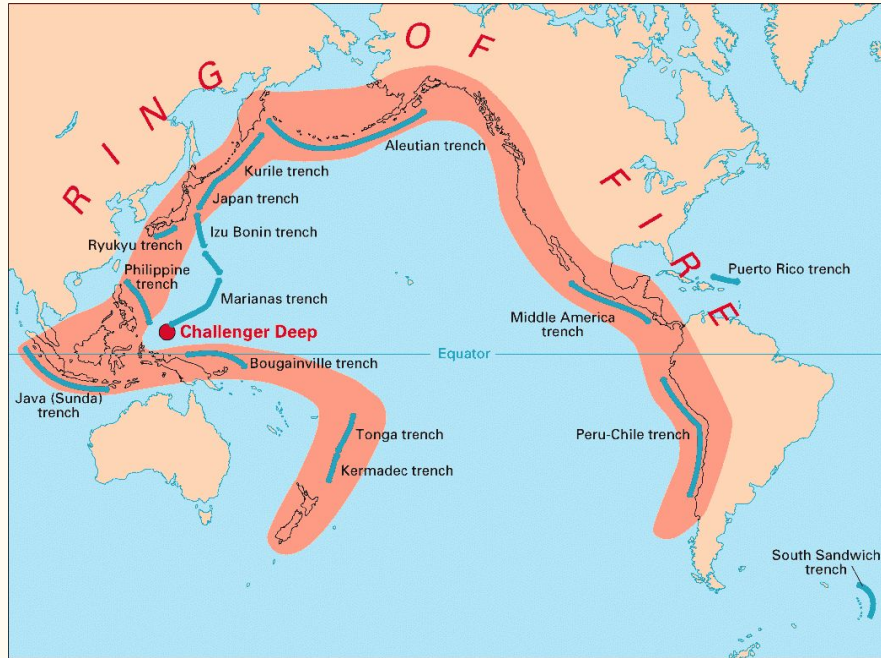
Origen: Pertorbació violenta i sobtada del mar.

Causes:

- Terratrèmols.
- Desplaçaments o caigudes de material al mar.
- Caigudes de meteorits.
- Explosions volcàniques.
- Alteracions generades per l'ésser humà (proves nuclears o càrregues explosives)
→ Risc induït

5. Tsunamis

Els sismes són la principal causa dels tsunamis, tenint la majoria com a origen el **cinturó del foc del Pacífic**.

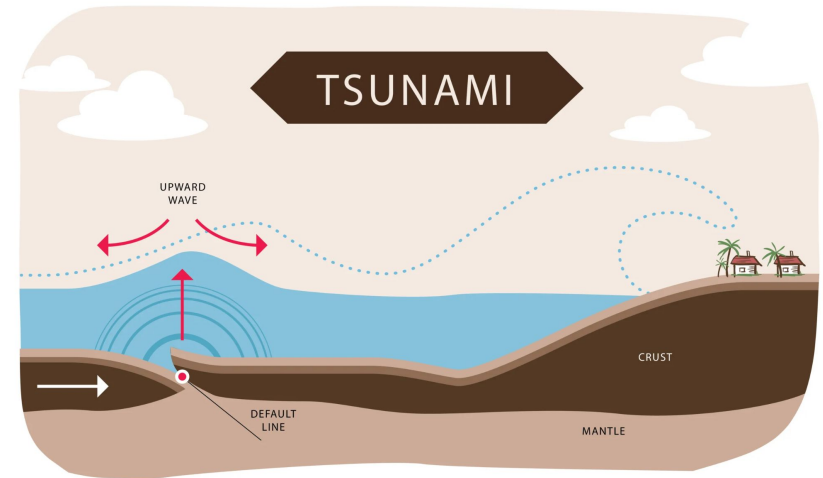
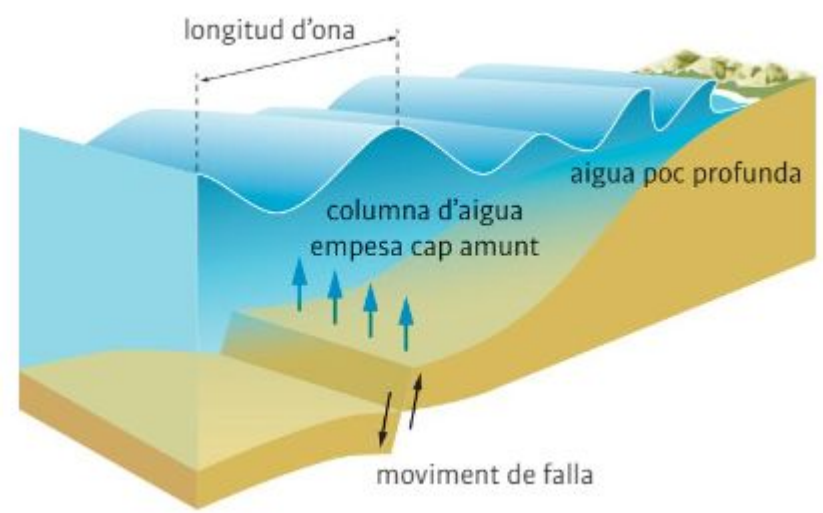


5. Tsunamis

No tots els terratrèmols desencadenen un tsunami cal que tinguin les següents característiques:

- Epicentre marí superficial.
- Ha de tenir prou magnitud (6,5) per a que l'energia transmesa formi onades.
- El terratrèmol ha de tenir un fort component vertical.

La majoria de tsunamis es formen en zones de **subducció** amb falles inverses.



5. Tsunamis

La velocitat de propagació del conjunt d'onades és d'uns 700 km/h al focus. Com més a prop de la costa, més lenta és la propagació d'aquestes onades fent que aquestes vagin augmentant d'altura.

Aquestes onades, un cop arriben a la costa, poden arribar a ser de desenes de metres i penetren a una gran distància dins de la terra ferma. En canvi, a la zona del focus, són de pocs centímetres degut a l'alta velocitat a la que van.

La primera onada no té perquè ser la més alta.

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

5.1. Registre i mesura dels tsunamis

Mareògrafs: Aparell utilitzat per a mesurar la magnitud dels tsunamis → Se situen als ports i enregistren l'altura de les onades que arriben a la costa.

Boies tsunami: Mesuren a alta mar variacions mil·limètriques. La boia té col·locat un sensor de pressió enganxat al fons marí i calcula les diferències del mar.

<https://www.youtube.com/watch?v=6zte54AA55A>



Registre i mesura de tsunamis

Escala de Wiegel: Combina l'alçària de les ones i la profunditat en què penetra l'aigua terra endins per a indicar el grau dels tsunamis.

Grau del tsunami	Altura (m) de l'ona (entre cresta i vall)	Cota màxima (m) de les inundacions
0	1-2	1-1,5
1	2-5	2-3
2	5-10	4-6
3	10-20	8-12
4	>30	16-24

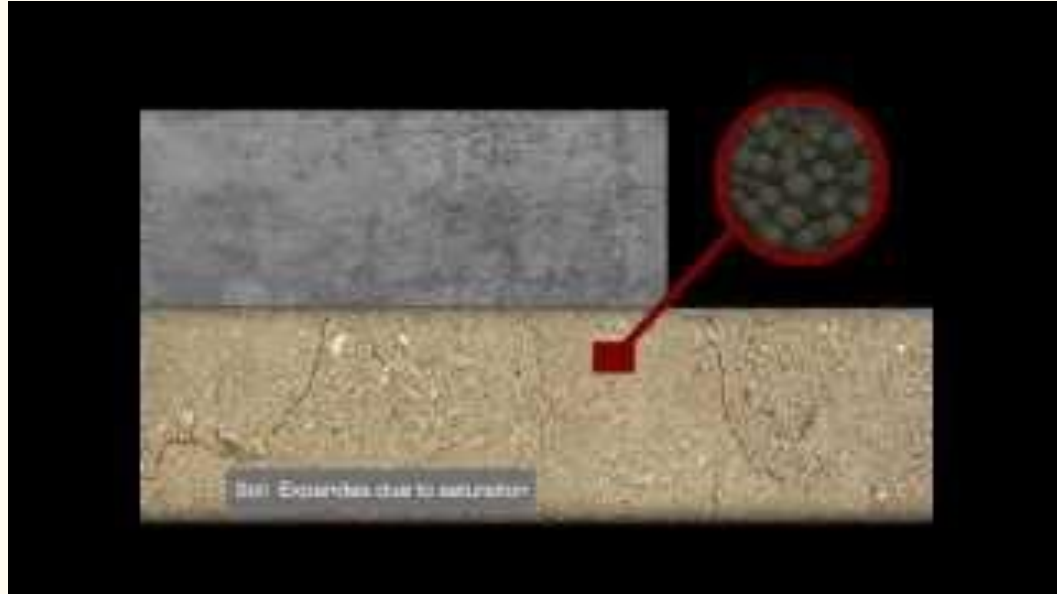
6. Aflorament de roques i els minerals

L'aflorament a la superfície de determinats materials geològics suposa un perill per als éssers humans. Aquests materials són:

- Sòls expansius
- Materials radioactius
- Minerals cancerígens

Els sòls expansius

Sòls que augmenten de volum amb presència d'aigua → Pressions diferencials fortes per aixecar paviments i edificis baixos.



Minerals que poden originar els sòls expansius

- **Argiles expansives:** Els minerals es disposen en làmines entre les quals es poden quedar les molècules d'aigua.
- **Guixos i anhidrites:** L'anhidrita (sulfat de calci) es pot convertir en guix (sulfat de calci hidratat) per contacte amb l'aigua.



Argiles expansives



Anhidrita



Guix

Els sòls expansius

Per a determinar si un sòl és expansiu: Assajos d'argiles i càlculs del pes que pot suportar per no provocar problemes.

Localitzats principalment en depressions i en conques cenozoiques.

Les condicions climàtiques mediterrànies afavoreixen la seva expansió → Important l'elaboració de **mapes de risc**.

Els sòls expansius

El risc el podem mitigar de manera agressiva o paulatina:

- Excavar tota la zona i substituir-la per una litologia més estable.
- Estabilitzar la zona amb un tractament químic per a augmentar la resistència.
- Instal·lar un sistema de drenatge per a que no hi hagi fluctuacions hídriques.
- Aplicar tècniques espacials de construcció → Fonaments sota la capa del sòl.



Materials radioactius: El radó

El radó és la principal font de risc de radioactivitat → Més del 30% de la dosi que rep la població. Aquest es troba en estat gasós i és produït en un dels passos intermedis en la transformació de l'urani a plom.

Al ser un gas → inhala fàcilment → dins dels éssers vius es desintegra en poloni → s'instal·la als pulmons → Llarga exposició → Càncer de pulmó.

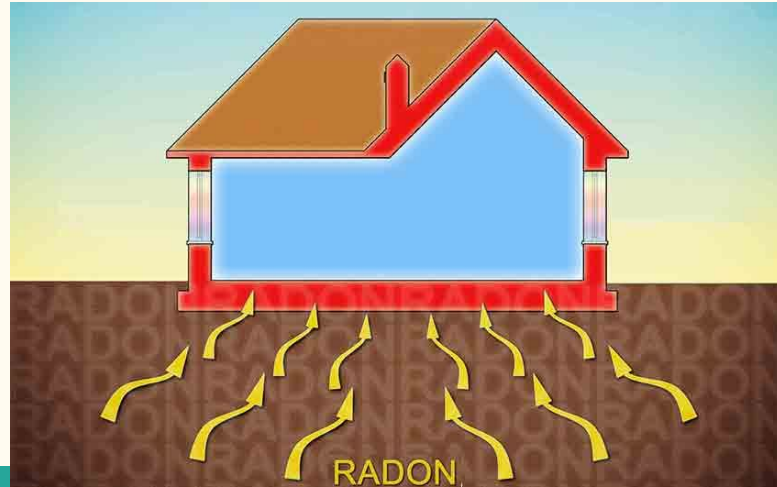
Focus més important: Semidesintegració de l'urani i tori de les roques del subsòl → Especialment de les ígnies.

Materials radioactius: El radó

Concentracions mesurades en picocuries per litre d'aire o becquerels per metre cúbic.

- Exteriors: 0,2 pCi/L
- Interiors ben ventilats: 1,5 pCi/L

El radó esdevé un gas perillós quan s'acumua en concentracions elevades en llocs tancats i mal ventilats.



Minerals cancerígens

Concentrats en el grup dels asbestos (= amiant) → 6 minerals → Actinolita, crisotil, amfibolita, crocidolita, grunerita i tremolita.

Alguns s'havien utilitzat antigament per a la construcció → Al trencar-se, generen fibres minúscules que són inhalades i poden provocar afeccions greus als pulmons.

Des del 2002 (Catalunya) no es pot utilitzar per a la construcció o fabricació de productes però són presents en moltes construccions → Cal que sigui extret per a professionals acreditats.



Crisolito
(Amianto Blanco)



Amosita
(Amianto Marrón)



Crocidolita
(Amianto Azul)



Tremolita



Actinolita



Antofilita

Riscos

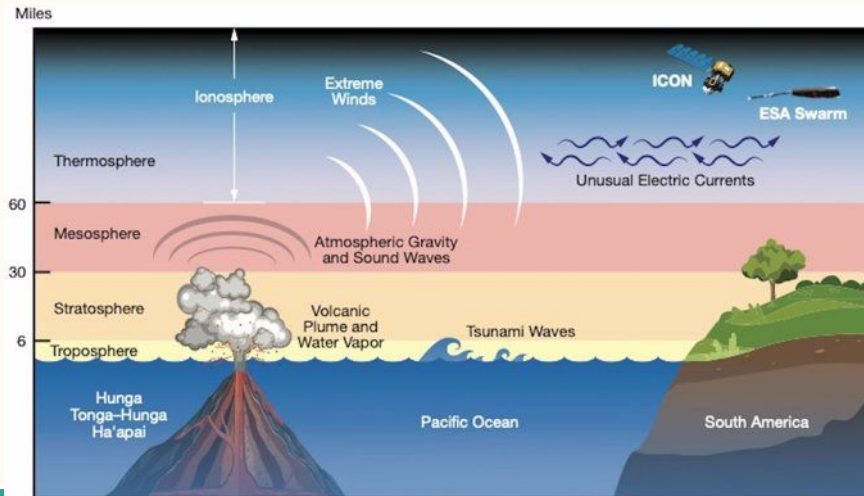
Tots els perills tenen:

- **Risc primari:** El mateix fenomen produeix una sèrie de conseqüències que afecten a l'ésser humà.
- **Riscos secundaris:** L'activitat desencadena alguns efectes que també poden ser peril·losos.

7. Riscos derivats del vulcanisme

Cal tenir en compte que els riscos del vulcanisme no només deriven de la fase eruptiva, sinó que durant la fase preliminar (fenòmens precursors) ja hi ha riscos a tenir en compte.

En finalitzar l'erupció, també hi ha riscos derivats latents que cal tenir en compte.



Riscos primaris derivats del vulcanisme

Colades de lava: Flueixen pels vessants degut a la gravetat. El camí depèn de la velocitat i el relleu. Són molt perilloses les que tenen baixa concentració d'òxid de silici (composició màfica) → Són més fluides → Més ràpides.

Les colades poden destruir construccions i generar riscos secundaris com la destrucció de valls o ports.



Riscos primaris derivats del vulcanisme

Caiguda de piroclasts: Generen riscos per impactes directes i per acumulació → Poden provocar esfondraments.

Els que queden en suspensió a l'atmosfera generen riscos per a l'aviació inclús poden generar canvis climàtics temporals a tot el planeta.

CENIZA



LAPILLI



BOMBA



Riscos primaris derivats del vulcanisme

Colades piroclàstiques (núvols roents): Masses de gas i piroclast incandescent que es desplacen arran de terra a gran velocitat. Arrasen amb tot el que troben al seu pas.



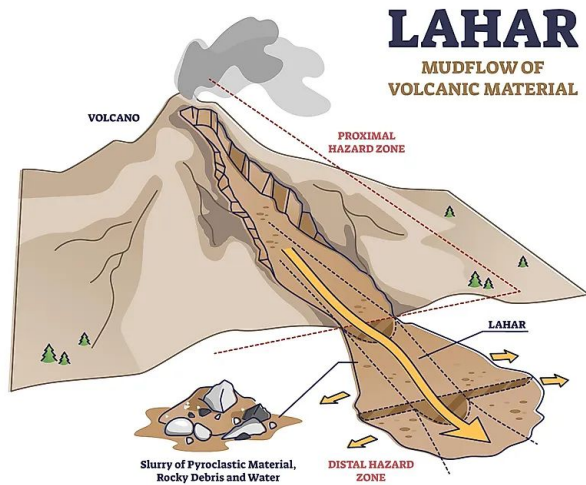
Riscos primaris derivats del vulcanisme

Explosions: Els volcans amb lava viscosa poden provocar explosions molt fortes, sent les més perilloses les freatomagnètiques → El vapor que es genera fa esclatar tota la cambra magnètica.



Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Lahars: Corrents de fang formades per cendra volcànica i aigua que baixen pels vessants. L'aigua acostuma a provindre del desgel d'una glacera situada al cim d'un volcà degut a la calor que es desprèn quan ascendeix el magma. L'origen de l'aigua també pot ser degut a un llac proper o a precipitacions intenses.



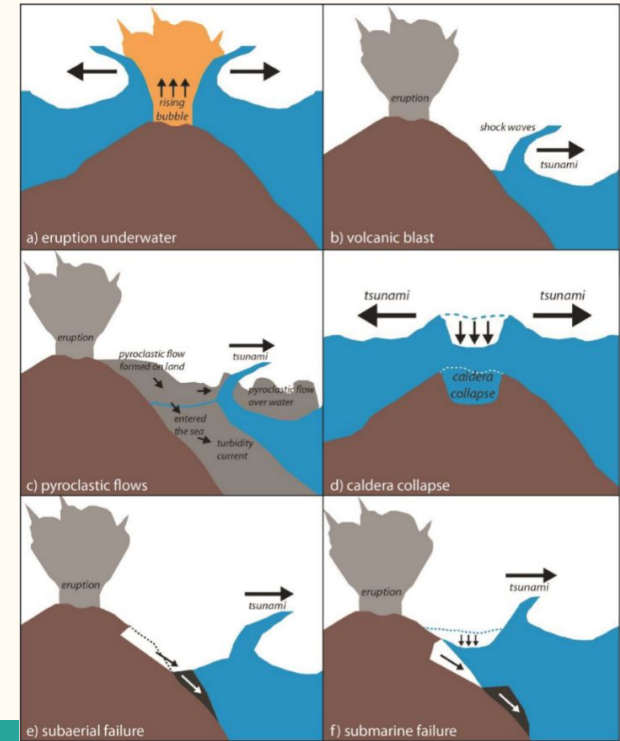
Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Terratrèmols: El moviment del magma produeix sismes de baixa magnitud. Duren tota la fase eruptiva i poden arribar a provocar danys o empitjorar aquells existents.



Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Tsunamis: Poden ser originats per explosions volcàniques fortes o per esfondraments d'edificis volcànics costaners o submarins.



Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Emissions de gasos tòxics: Generalment no es produeixen en quantitats gaire grans i són alliberats progressivament a l'atmosfera. Però, en el cas de que la població torni a casa abans d'hora, com les colades encara fumegen, poden provocar morts prematures.

Els gasos també poden quedar acumulats al llac volcànic (llacs que es formen als cràters o voltants del volcà). Aquests poden ser alliberats sobtadament i baixar per les valls → Desplacen l'oxigen degut a la densitat i la població de la zona pot morir ofegada.

Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Incendis: Si la colada o els piroclasts passen per una zona boscosa, és fàcil que es produeixi un incendi.



Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Moviments de vessant: La deformació del con volcànic durant l'ascens magmàtic pot incrementar les inestabilitats ja existents → Augmenta el risc de despreniments o lliscaments de terra.

Riscos secundaris derivats del vulcanisme

Pluja àcida: Els gasos emesos pel volcà a l'atmosfera es condensen formant núvols. L'aigua que hi ha en aquests núvols es pot combinar amb els òxids de sofre emesos per un volcà, els quals precipiten.

La pluja àcida té efectes corrosius així com també acidifiquen els llacs i rius, així com els sòls. Això condueix a la mort de la fauna així com també dels boscos, a més de destruir la pedra.



8. Riscos derivats dels sismes

Els terratrèmols poden comportar una gran devastació → Es tracta del fenomen més destructiu.



Riscos primaris dels sismes

Ones sísmiques: Poden provocar la destrucció total o parcial de construccions i infraestructures (conductes de gas, electricitat i aigua) → A les grans ciutats això pot originar incendis i inundacions.



Riscos primaris dels sismes

Inestabilitat de vessants: Les vibracions sísmiques poden provocar caigudes, lliscaments i moviments de massa. Les zones més afectades són les que les roques estan debilitades.

Un grau elevat d'humitat al terreny pot facilitar les esllavissades → Els sediments poden comportar-se com una massa fluida.

En zones amb geleres o grans acumulacions de neu es poden originar allaus.

Riscos primaris dels sismes

Liqüefacció: Procés poc comú que s'esdevé en sediments no consolidats i saturats d'aigua es veuen afectats per un sisme → El sòl es converteix en un fluid molt mòbil on les construccions subterrànies (p. ex. clavegueres) es trenquen i surten a la superfície mentre que algunes construccions de la superfície s'esfondren per l'estovament de la terra.



Riscos secundaris dels sismes

Tsunamis: El moviment de les falles submarines i llicaments i esllavissades de la costa o al fons del mar produeixen la formació d'onades destructives.

Riuades o inundacions: A causa del trencament d'embassaments o la fractura de llacs naturals.



9. Riscos derivats dels tsunamis: Riscos primaris

Onades: La força del tren d'ones quan arriba a la costa és gran → Erosió dels fonaments d'algunes infraestructures (ponts, habitatges...) provocant el seu esfondrament.

L'aigua també arrossega material que queda surant a la superfície.

Inundacions: Les onades omplen d'aigua zones de cotes baixes i queden estancades.



Riscos secundaris dels tsunamis

Moviments de vessant: L'accés de l'aigua a determinats penya-segats o turons pot incrementar la inestabilitat que ja existeix → Despreniments o lliscaments de terra.

Incendis: Poden trencar algun dipòsit de combustible o línia de gas. *Ex. Incendi central nuclear Fukushima el març de 2011.*



10. Vigilància i predicció dels riscos

Per a gestionar els riscos, és important estudiar les característiques, distribució i dinàmica del fenomen natural, dur a terme una ordenació del territori i dissenyar les construccions de manera que tendeixin a minimitzar els efectes, elaborar plans d'emergència i conscienciar del risc a la població.

10. Vigilància i predicció de riscos

Per predir un fenomen perillós amb precisió i determinar la probabilitat de que tingui lloc en una zona concreta cal:

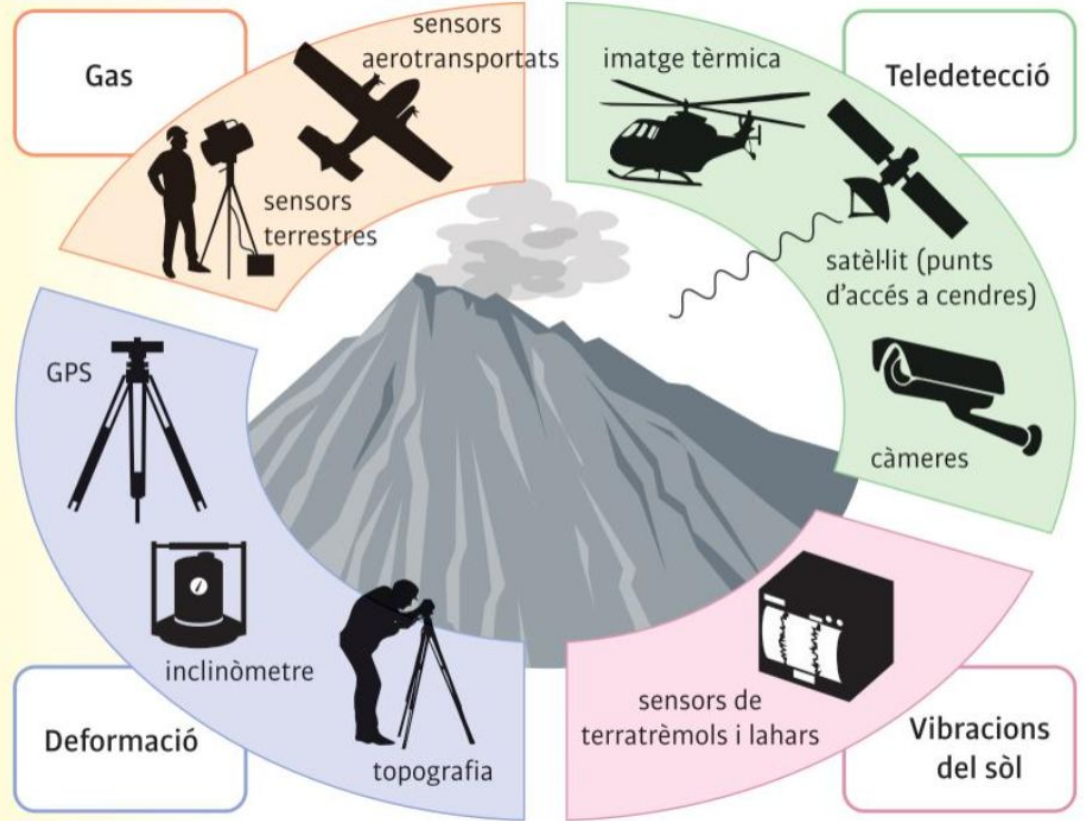
- Elaborar estudis topogràfics i geològics detallats → Permet conèixer les característiques del relleu i detectar si hi ha alteracions en algun dels paràmtres rellevants.
- Instal·lar una xarxa de sensors que enregistrin les dades.
- Establir un centre de vigilància i predicció on es recullin les dades enregistrades i s'observin els canvis que puguin indicar fenòmens pròxims.

El risc volcànic

L'estudi de la periodicitat i de l'activitat eruptiva d'un volcà permet determinar el valor de l'índex d'exposivitat volcànica → Els volcans amb valors més baixos de l'IEV tenen erupcions més freqüents que la de valors més alts → No és molt exacte però ens dona indicis de predicció per a que un volcà entri en erupció.

Fenòmens precursors de les erupcions

- **Sismes i sorolls:** augmenten quan l'erupció s'acosta. Els anomenem *eixams* per la gran quantitat que se'n produeixen. Els hipocentres, cada cop més superficials, indiquen la posició del magma. En l'última fase, els sismes i els sorolls es fan regulars i constants.
- **Fumaroles:** poden aparèixer abans de l'erupció o augmentar la seva activitat si ja existien. En aquest segon cas, també s'observen canvis en la composició dels gasos emesos. De vegades hi ha canvis en les aigües termals de les zones properes al volcà, tant pel que fa a la composició com a la temperatura.
- **Deformació del terreny:** l'ascensió del magma provoca lleugeres elevacions del terreny, que tendeix a bombar-se. Es detecten amb inclinòmetres o sensors làser instal·lats en els vessants del con i controlats via satèl·lit.
- **Emissió de cendres:** de vegades, petites columnes de piroclasts precedeixen l'erupció més intensa.
- **Tremolors volcàniques:** són vibracions del terreny més o menys uniformes i constants provocades pel desplaçament del magma i l'ebullició de les aigües termals. Només són apreciables a sobre mateix de l'edifici volcànic que està a punt d'entrar en erupció.
- **Altres alteracions:** augments en el flux geotèrmic, variacions geomagnètiques i gravimètriques, i canvis de comportament en certs animals.



El risc sísmic

S'estudia la **dilatància** → Propietat dels materials utilitzada freqüentment per a descriure l'increment de volum d'un material granular davant de fortes tensions. Això provoca una alteració del seu comportament amb trencament de parts del terreny per a apropar-se.

Aquesta dilatància permet determinar alguns fenòmens precursors (deformació del terreny, alteracions de la conductivitat elèctrica o la gravimetria, augment de la concentració de radó a l'aire.

Tot i així, no és possible predir amb certesa on, quan i com es produirà un terratrèmol.

El risc sísmic

La predicció a llarg termini amb estudis estadístics de freqüència, mostra que els sismes tendeixen a afectar zones adjacents al contorn de les plaques tectòniques → Les zones que no han estat afectades per terratrèmols en els darrers anys tenen més probabilitat de patir-ne en els següents → **Llacuna sísmica.**

11. Gestió del risc

La població exposada als riscos naturals cal que estigui preparada → **mesures preventives i mesures correctores.**

Mapes de perillositat: S'elaboren amb les dades obtingudes amb l'estudi de la zona → Ordenació territorial que disminueixi l'exposició al perill. *Ex. Zones pròximes al cràter d'un volcà estan més exposades al vulcanisme, o les zones costeres a un tsunami.*

La construcció dels edificis ha de seguir una normativa que els permeti suportar fins a un cert lllindar del fenomen al qual estan exposats. *Ex. Edificis sismoresistents al Japó.*

11. Gestió del risc

Protocols d'actuació → Important que s'elaborin a partir dels coneixements de la regió en concret. *Ex. Plans d'evacuació en zones volcàniques que permetin que les persones siguin evacuades de manera lògica i ordenada.*

Aquests protocols s'activen un cop ja s'està donant el fenomen natural.

Educació de la població → Organitzar actes de sensibilització, elaborar planes educatius, fer simulacres, posar senyalitzacions.

11. Gestió del risc

Mesures correctores: Reduir el risc un cop ja s'ha iniciat o ha passat el risc natural. *Ex.*

Semàfor volcànic per informar a la població del moment en el que es troba l'erupció d'un volcà i com actuar. a



12. Estudi dels sismogrames

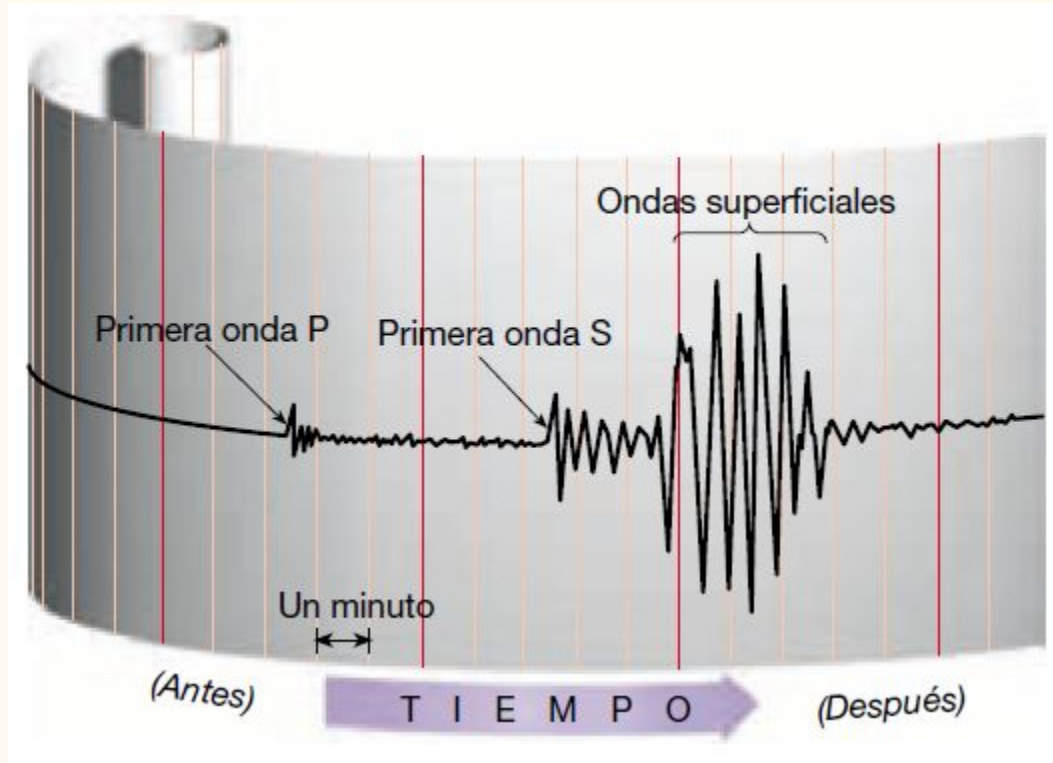
Els sismogrames són la representació o registre del moviment del sòl detectat per un sismògraf. Un aquests podem diferenciar:

- Ones P: Primàries, ones longitudinals amb compressions i dilatacions successives de les partícules. Ones ràpides. Es poden transmetre per sòlids, líquids i gasos.
- Ones S: Secundàries, ones transversals que mouen les partícules com una corda. No es transmeten pels líquids.
- Ones L: Superficials.

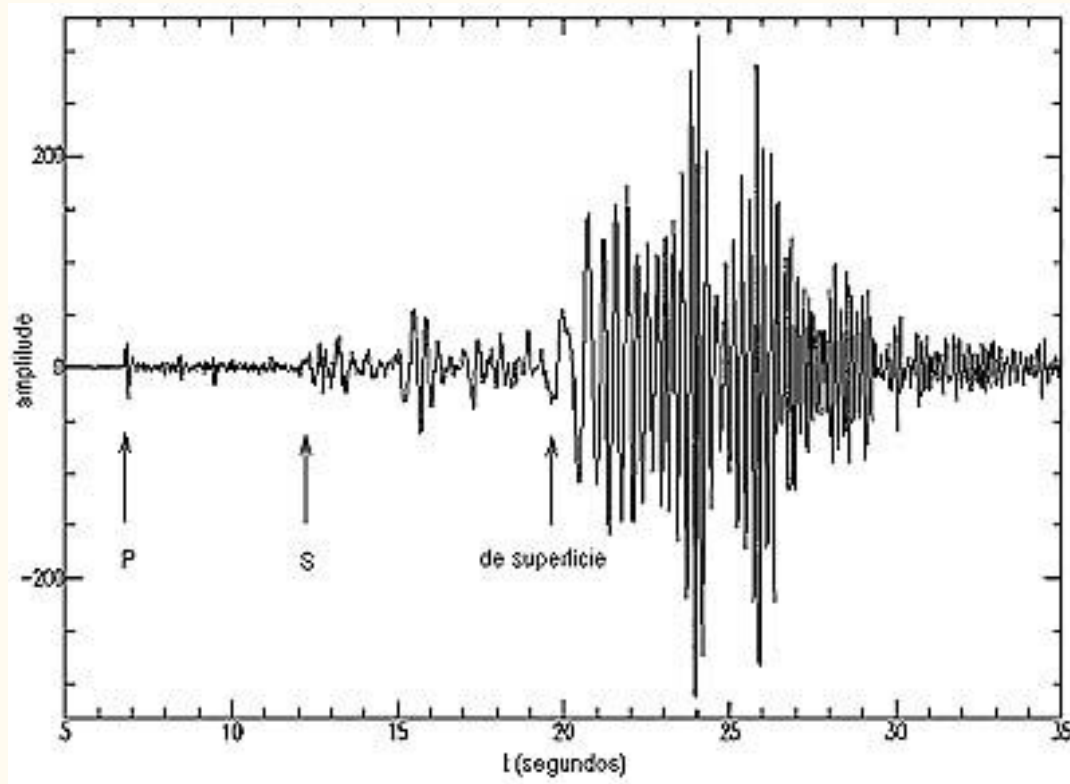
Per consultar els sismogrames en directe de Catalunya:

<https://www.icgc.cat/ca/Ambits-tematics/Riscos-i-emergencies/Terratremols/Sismogrames-en-directe>

12. Estudi dels sismogrames



12. Estudi de sismogrames



12. Estudi dels sismogrames

