

Unitat 3: Riscos geològics externs

Geologia i ciències ambientals II

Índex

1. Geodinàmica externa
 - Els motors de la geodinàmica externa
2. L'orografia
3. Fenòmens de vessant
 - Riscos associats a fenòmens de vessant
4. Subsidència
5. Esfondraments
 - Riscos associats a subsidència i esfondraments
6. Fenòmens litorals
 - Riscos derivats dels fenòmens litorals
7. Meteorits
8. Vents solars
9. Conviure amb el risc
 - Vigilància i predicció del perill
 - Gestió del risc

1. La geodinàmica externa

La geodinàmica externa modifica el relleu i l'estructura de la superfície de la Terra per l'acció dels **agents geològics** → Aigua, vent, gel i onatge.

Aquests agents interactuen de manera interdependent amb nosaltres i poden generar un **risc directe**. Aquests riscos s'agrupen en 4 categories:

- **Riscos climàtics.**
- **Riscos biològics.**
- **Riscos geològics.**
- **Riscos extraterrestres.**

Riscos climàtics

Fenòmens naturals que es donen quan interaccionen l'atmosfera i la hidrosfera provocant riscos puntuals.

Exemples: Onades de calor, gelades, caiguda de llamps...

A vegades, aquests riscos poden ser recurrents o semipermanents.

Exemples: Sequeres, inundacions...

En algunes regions la pedosfera també hi entra en joc, en produir-se fenòmens com la desertització o l'enterrament per dunes.



Riscos biològics

Fenòmens naturals que genera, de manera perjudicial, la interacció de l'ésser humà amb l'ecosistema → Plagues, epidèmies i incendis forestals.



Riscos geològics

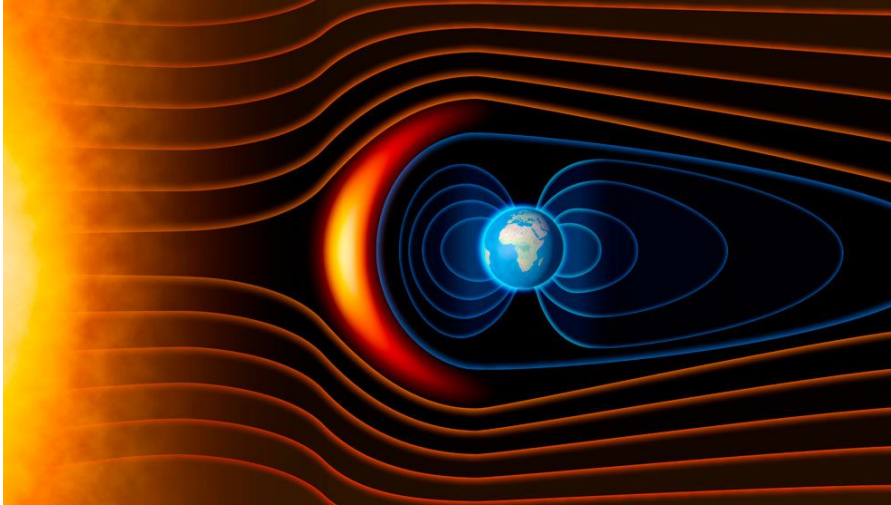
Fenòmens naturals generats per la interacció de les persones amb la geosfera i que causen víctimes o danys materials. Poden ser fenòmens geològics litològics interns o externs.

Exemples: Fenòmens de vessant, subsidències, allaus, esfondraments, dinàmica litoral, vulcanisme, sismes, tsunamis, minerals cancerígens, sòls expansius o roques radioactives.



Riscos extraterrestres

Fenòmens naturals on afecta un perill d'origen extern a la Terra → Vents solars o impactes de meteorits.



1. La geodinàmica externa

Afegits a aquests riscos, tenim les modificacions de la població en l'entorn el que condueix a **riscos induïts**

Es produeixen quan la intervenció humana desencadena el fenomen o n'augmenta la peril·lositat.



1.1. Els motors de la geodinàmica externa

La gran majoria de canvis i moviments tenen com a motors:

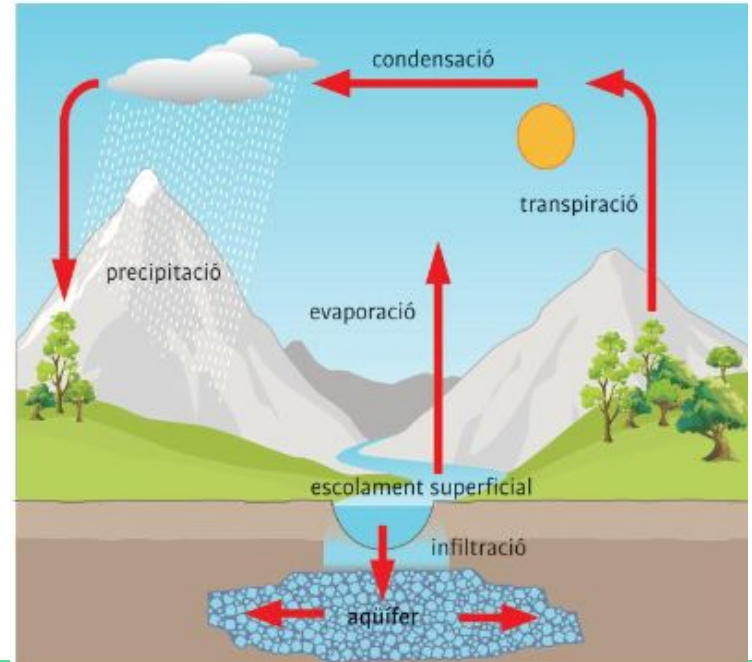
- Energia solar → Fotosíntesi, evaporació de l'aigua, escalfament de l'aire.
- Força de la gravetat → Caiguda de la fruita madura dels arbres, pluja, corrents marins.

Aquests dos motors donen energia als agents geològics externs que al seu torn provoquen la meteorització, l'erosió, el transport, la sedimentació i la diagènesi (processos d'un sediment des de que es diposita fins la formació de roca sedimentària).

1.1. Els motors de la geodinàmica externa - Aigua

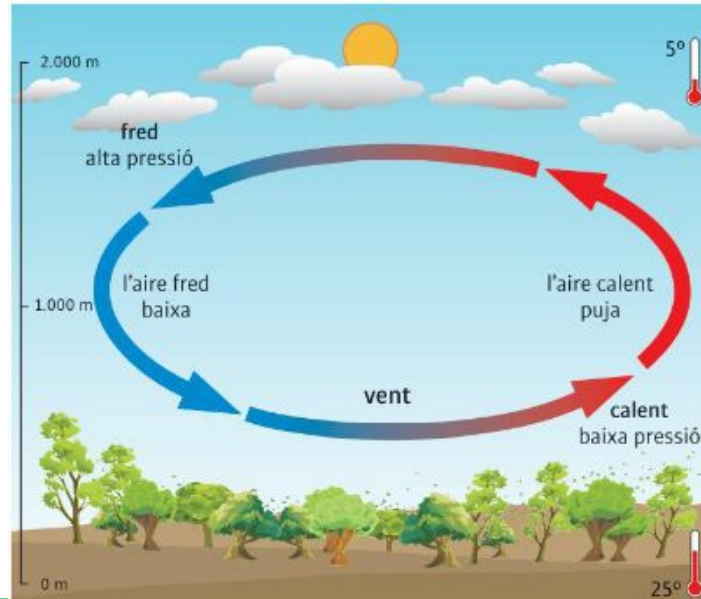
L'**aigua** és l'agent geològic extern que es mou pel territori modificant el relleu. El model que explica aquests canvis és el cicle de l'aigua.

L'escalfor del Sol evapora l'aigua i la fa enlairar en estat gasós i la gravetat la fa precipitar. Aquesta va baixant pel desnivell i va frenant a mesura que aquest desnivell es redueix acabant en rius, mars o infiltrant-se al sòl i quedant en aquífers del subsòl.



1.1. Els motors de la geodinàmica externa - Vent

El canvi de temperatures de l'aire provoca que el que està calent pugi (disminució de la seva densitat) i el fred baixa (és més dens). Si aquest procés es dona de forma ràpida, es produeix el **vent**.



1.1. Els motors de la geodinàmica externa - Onatge

Agent geològic causat pel vent. Si hi ha més vent, les onades són més altes que si n'hi ha menys.

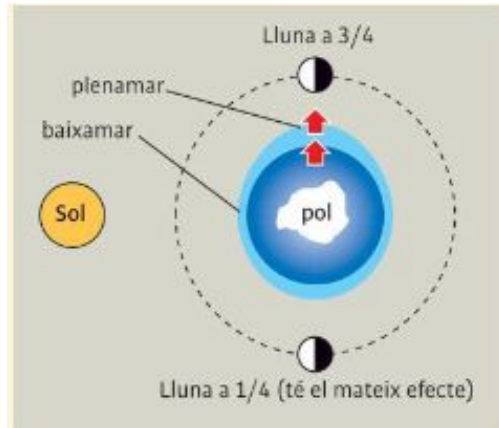
Un altre fenomen que afecta a l'onatge són les **marees** que es generen per la força gravitatòria de la Lluna i el Sol. Principalment, es dona per la força d'atracció de la Lluna i en menor mesura el Sol. Quan la Lluna està a prop es provoquen les marees altes (plenamar) i quan està allunyada hi ha marea baixa (baixamar).

La latitud, profunditat del mar i la pendent de la platja són factors que determinen els metres de distància entre dues marees.

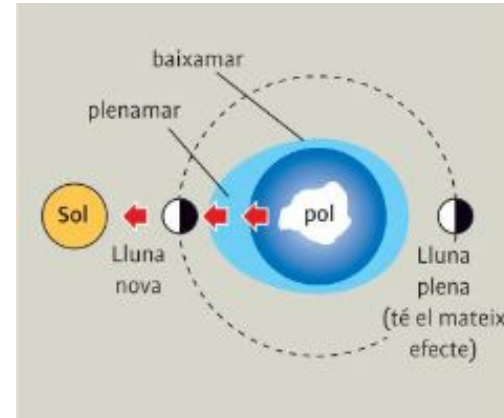


1.1. Els motors de la geodinàmica externa - Onatge

Marees mortes: Hi ha atracció per part de la Lluna i la força centrífuga que fa la Terra al girar. Les aigües es desplacen cap a on hi ha el satèl·lit però el Sol no està alineat amb la Lluna.



Marees vives: En el cas de que la força d'atracció de la Lluna se suma al del Sol, el fenomen de la marea és més notable, fent que les pleamars i baixamars siguin més grans.



2. L'orografia

Orografia: Part de la geologia que estudia el relleu i la seva estructuració en una regió determinada.

La distribució geogràfica dels diferents fenòmens externs no és aleatòria → Els **sistemes morfoclimàtics** determinen quin és l'agent geològic extern predominant en una zona.

Exemple: Egipte, amb un clima àrid, el vent és el protagonista.

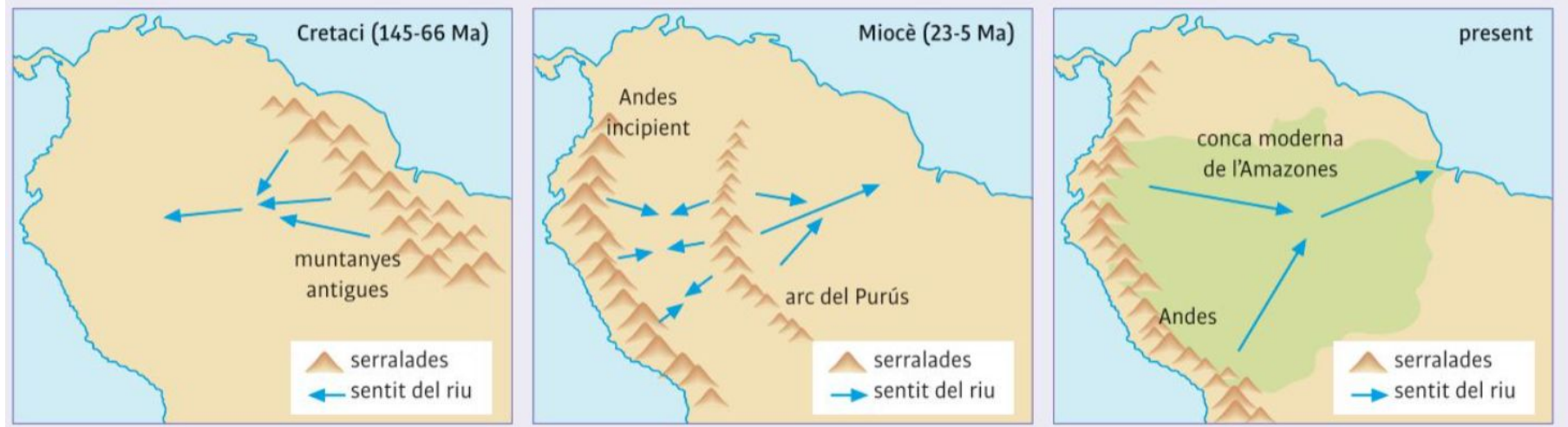
2. L'orografia

La disparitat de climatologies ve definida per la interacció entre:

- Latitud.
- Altitud: Aquest també és un factor important en relació amb els riscos geològics, ja que els fenòmens litorals només es poden donar en zones de costa, mentre que les allaus es donen en les zones més altes de les muntanyes amb acumulacions importants de neu.
- Distància de les grans masses aquoses.
- Radiació solar.
- Grau d'humanització de la zona.

2. L'orografia - Distribució en el temps

En general, els processos geodinàmics interns són els constructors del relleu, mentre que els externs en són els destructors → La dinàmica externa també ve regida per l'orografia, i quan aquesta es modifica fa variar el comportament dels fenòmens geològics externs.



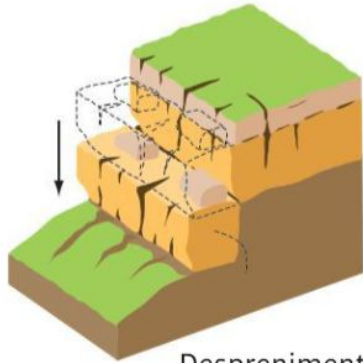
3. Els fenòmens de vessant

Processos naturals provocats per l'acció constant de la gravetat i l'afebliment progressiu dels materials fruit de processos de meteorització, sobretot quan el pendent és pronunciat.

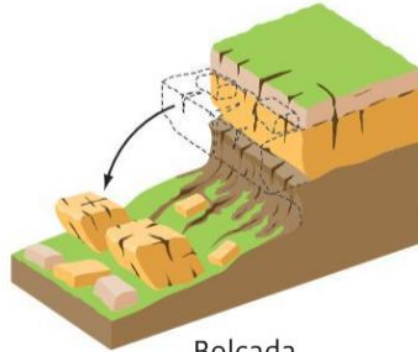
Molts processos es donen en forma de **reptació** → Mecanisme molt lent que dona una mena d'ondulacions al terreny. Els danys són menors, però no insignificants.



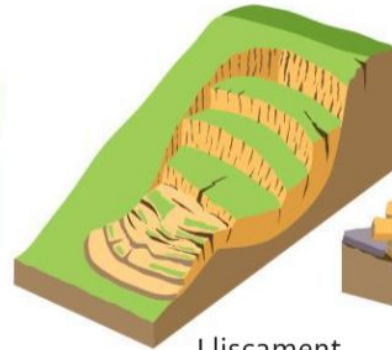
3. Els fenòmens de vessant



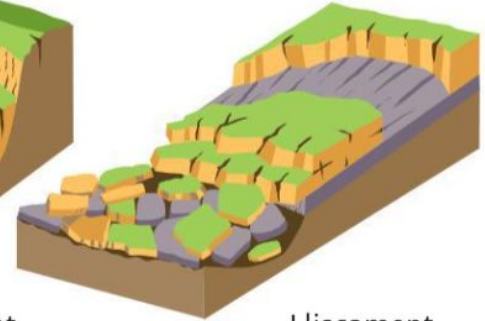
Despreniment



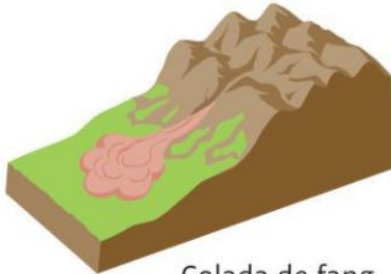
Bolcada



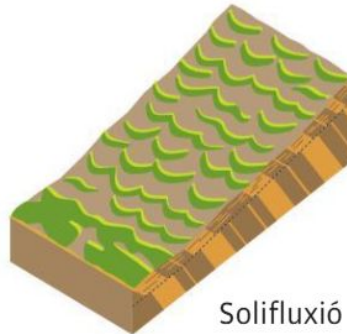
Lliscament
rotacional



Lliscament
transaccional



Colada de fang



Solifluxió



Allau de neu

Despreniment

Caiguda de blocs, amb un recorregut, mínimament parcial, per l'aire. Es produeix en zones amb pendent molt fort i roques compactes. Si la caiguda és vertical s'anomena **despreniment**, però si els blocs també tenen un moviment horitzontal s'anomena **bolcada**.

Deslizamiento Tra



SERVICIO
GEOLOGICO
COLOMBIANO



Lliscament o esllavissada

Massa de terreny o blocs que es mouen per damunt d'una superfície. Generalment són moviments ràpids. Hi ha lliscaments rotacionals quan la base és còncava i lliscaments translacionals quan la superfície de la base és plana.



Moviment de massa

Afecta a materials poc consistents, sovint xops d'aigua (argila, grava, neu). Els materials es comporten de forma plàstica i es deformen quan es desplacen. Els volums poden variar d'un a un altre.

Exemples: Reptació, colades de fang, solifluxió, allaus de neu.



Allaus de neu

Desplaçament de la neu als vessants amb pendants de 35 a 40 graus d'inclinació. En pendants més grans, la neu va lliscant i no s'acumula. L'augment de temperatura, l'orientació del vessant (solana o obaga), el gruix i la tipologia de neu acumulat i el perfil del vessant (convex o concau) són els factors que determinen la freqüència del perill.



3.1. Riscos derivats dels fenòmens de vessant

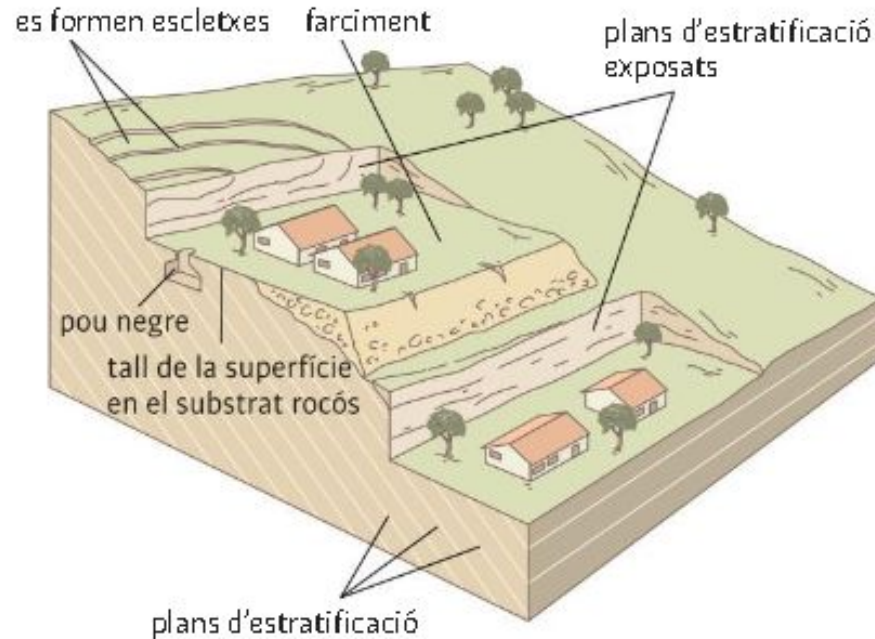
Aquests riscos poden ser desencadenats per causes naturals:

- **Tipus de sòls:** Materials no cimentats i de mida fina (l·lim/argiles) poden produir moviments → Més probable quan estan saturats d'aigua.
- **Orientació dels plans estructurals:** Lliscaments es produeixen quan els plans d'estratificació o fracturació cabussen en el mateix sentit que el pendent geogràfic.
- **Excavacions de peu del vessant:** Quan l'aigua erosiona la part baixa d'un talús pot deixar cornises inestables.

3.1. Riscos derivats dels fenòmens de vessant

- **Tremolors de terra:** Vibracions provocades per sismes o accions humanes poden causar moviments del terreny.
- **Precipitacions intenses:** L'aigua és el principal factor desencadenant d'esllavissades i de lliscaments → Actua com a lubricant entre els plans estructurals i augmenta la massa.
- **Forma del talús:** Pendent pronunciats i formes convexes de la tipografia hi ha més probabilitats de que succeeixi un fenomen de vessant.

3.1. Riscos derivats dels fenòmens de vessant



L'orientació dels **plans estructurals** a favor del pendent a **favoreix** la formació de **lliscaments**.

3.1. Riscos derivats dels fenòmens de vessant

També es poden donar per causes antròpiques:

- **Runams de mines:** Acumulació de productes de rebuig obtinguts de les mines que no es poden aprofitar. Aquests minerals s'acumulen en piles molt grans i quan aquest material absorbeix aigua, poden provocar una esllavissada.
- **Abocadors d'escombraries:** Residus de les grans ciutats s'acumulen en abocadors enormes. Alguns assoleixen una gran alçada i acaben amb esllavissada.
- **Excavacions a peu de vessants:** Quan es desplaça la base d'un vessant per a construir una carretera, els materials que aquesta base sostenia ponen lliscar o caure.

3.1. Riscos derivats dels fenòmens de vessant

- **Sobrecàrrega de la part superior del vessant:** Zones que per causa natural són poc estables, les construccions poden debilitar-les encara més i produir un moviment de vessant.
- **Alteració del drenatge natural:** Modificar la dinàmica d'un riu, les pèrdues en les canonades o el clavegueram poden saturar el terreny i reactivar un moviment de vessant.

4. La subsidència

Enfonsament gradual de superfícies extenses sense que hi hagi cavitats en el subsòl.

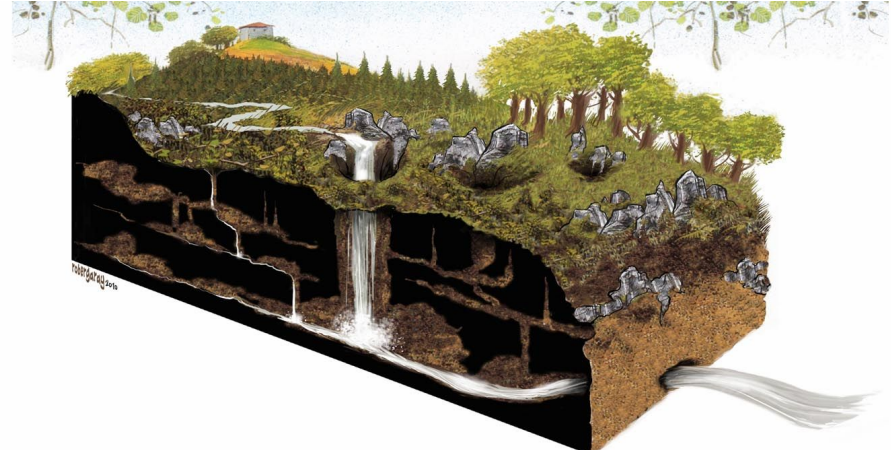
- **Processos tectònics:** Àrees deltaïques hi ha una subsidència gradual associada a la compactació dels sediments pel seu propi pes.
- **Compressió de roques febles i sòls:** La resistència del sòl depèn de l'empaquetament de les seves partícules.



5. Esfondraments

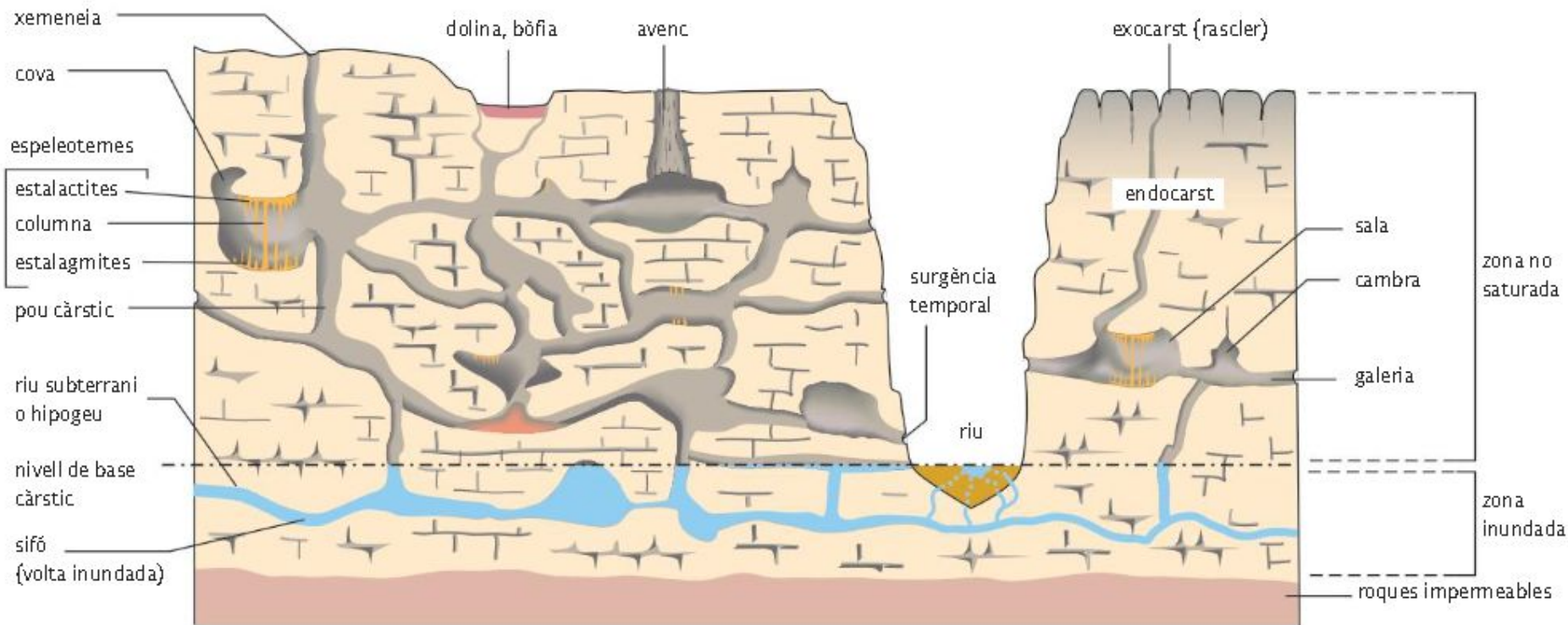
Aquest procés es genera per la formació d'una depressió o forat a la superfície del terreny. Les causes poden ser:

- **Processos tectònics:** Pot estar associat a terratrèmols.
- **Carstificació:** Àrees situades sobre roques solubles (ex. guixos i calcàries), les cavitats provocades per la dissolució produeixen una manca de suport de les estructures que es troben al damunt.



5. Esfondraments

Procés de carstificació:



5.1. Riscos derivats de la subsidència i els esfondraments

L'enfonsament gradual o sobtat d'un terreny pot succeir per causes naturals, com en els terrenys càrstics, però és molt més freqüent que es donin per causes humanes.

- **La mineria:** Explotacions subterrànies creen grans espais subterranis buits. La pèrdua de suport pot provocar l'esfondrament de la roca de recobriment.
- **Extracció de fluids:** Els fluids (aigua, petroli o gas) retinguts als porus de les roques proporcionen suport. Si s'extreu, la subsidència es pot manifestar a la superfície.

5.1. Riscos derivats de la subsidència i els esfondraments

- **Rebliments antròpics:** L'abocament de runes a talussos o reompliment de pedreres i graveres antigues amb material poc compactat → Els fa porosos i deformables → Es poden crear forats i esfondraments.



6. Fenòmens litorals

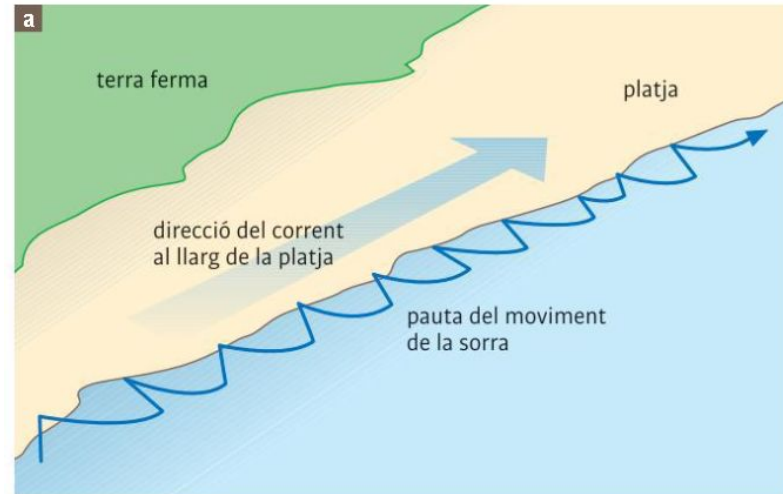
Costa: Franja de terra que es troba sota la influència de la dinàmica litoral i al mateix temps de la continental. Aquí hi interactua la hidrosfera, atmosfera i geosfera i la seva interacció dona a diferents tipus de costes.

Riscos geològics que afecten aquestes àrees són:

- Els temporals
- Els tsunamis
- Seixes: Oscil·lacions de la pressió atmosfèrica que generen fenòmen de ressonància en determinades zones de la costa, normalment badies.

6. Fenòmens litorals

- Erosió lenta de les platges: Erosió a llarg termini. No confondre amb l'erosió estacional, on a l'hivern desapareixen part de les platges i a la primavera es recuperen de forma natural → Nova aportació de sediments.



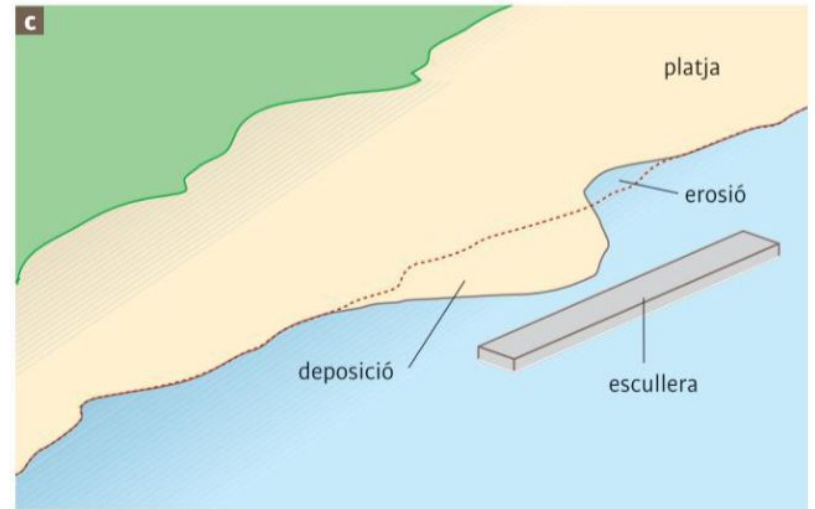
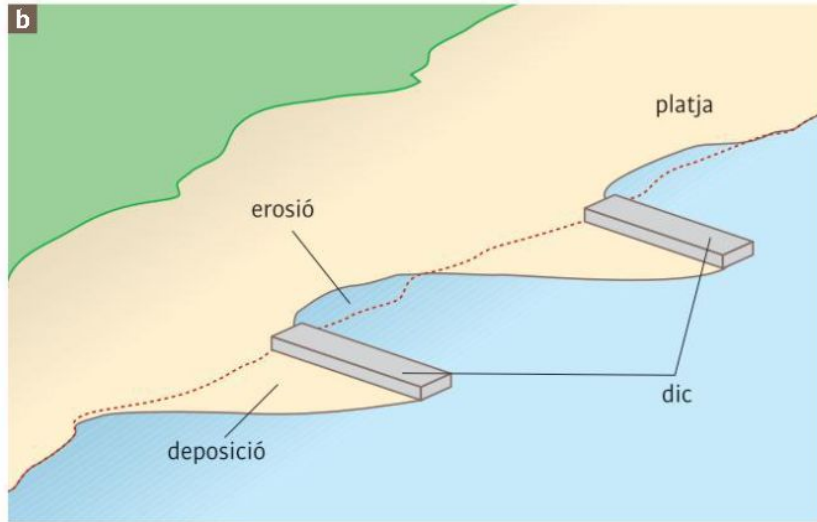
6.1. Riscos derivats dels fenòmens litorals

La modificació antròpica del litoral fa variar el seu comportament, sobretot la dinàmica d'erosió de les platges.

Les construccions de ports, esculleres o qualsevol obra que envaeixi el mar fa l'efecte de retenir els materials transportats pel corrent i impedeix que arribin a les platges. En conseqüència, davant un temporal fort, la sorra no es desplaça perquè queda retinguda.

La construcció d'edificis i carreteres a la costa fa desaparèixer les dunes que protegeixen la costa de l'erosió davant de temporals.

6.1. Riscos derivats dels fenòmens litorals



7. Els meteorits

Cos rocós provinent de l'exterior de la Terra que aconsegueix travessar l'atmosfera i col·lidir amb l'escorça terrestre sense desintegrar-se per complet.

La caiguda de meteorits és un fenomen habitual tot i que la majoria són de mida reduïda i no originen cap cràter. Cada vegada que en cau un, aquest es busca i s'analitza.



7. Els meteorits

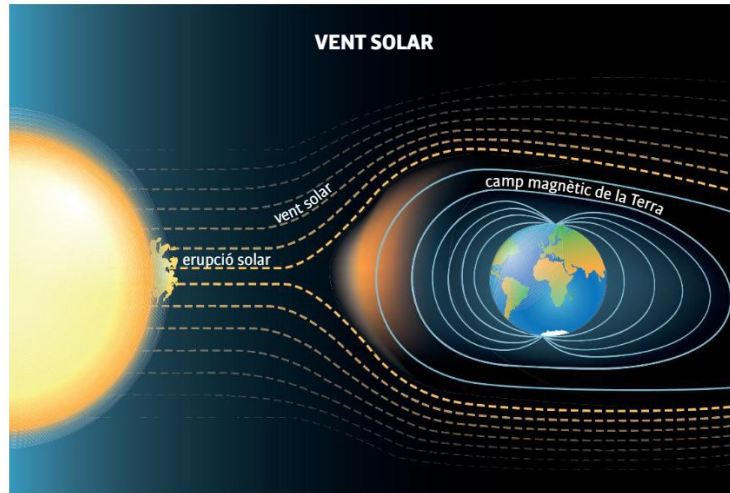
En el cas de que un gran meteorit impactés a la Terra:

1. Quan entri a l'atmosfera es modificarien els senyals de radio i televisió + formació de vents huracanats.
2. Quan impactés en una regió concreta hi trobariem al cràter una zona de destrucció completa i un disc al voltant del cràter, molt més extens que la regió del cràter on la destrucció aniria de més a menys intensitat. Com a conseqüència hi hauria terratrèmols i tsunamis.
3. Núvol de pols cobrira parcial o totalment la Terra, amb una baixada de temperatures degut a que els rajos del Sol no arribarien a la superfície de la Terra → Les plantes no podrien fer la fotosíntesi, la vegetació aniria reduint-se, el que afectaria a la resta d'animals.

8. Els vents solars

Vents solars, tempestes solars o tempestes geomagnètiques: Es produeixen quan el Sol emet massa de la corona i aquesta, quan arriba a la Terra fa variar el seu camp magnètic, afectant a les telecomunicacions i produint les aurores boreals.

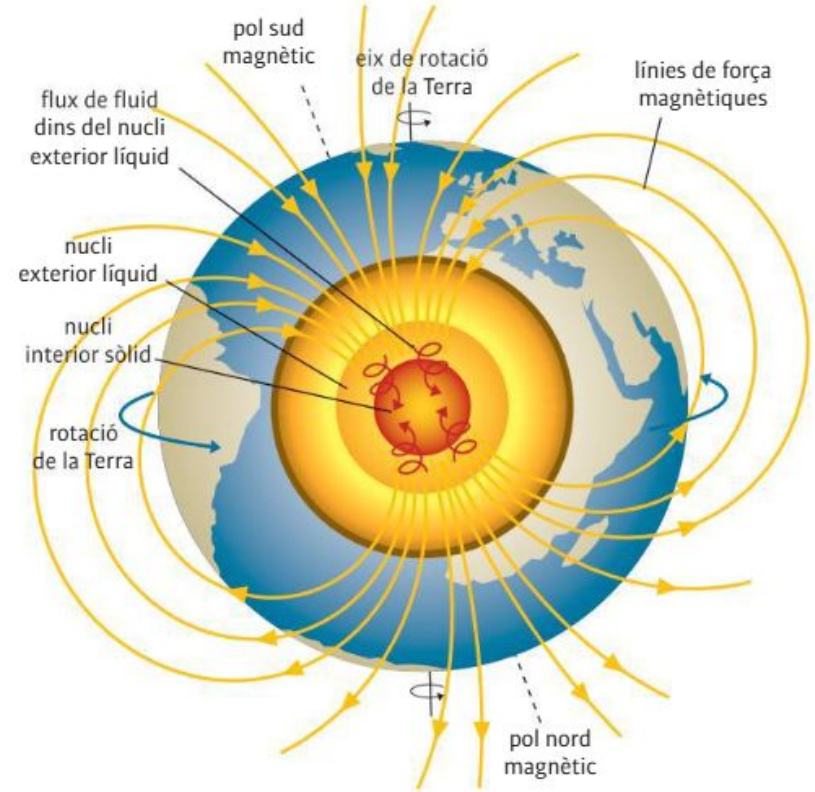
Si la Terra no tingués camp magnètic, les emissions provocarien radiacions letals.



8. Els vents solars

El camp magnètic es genera pel moviment circular dels electrons al nucli extern de la Terra degut a la rotació terrestre. Un canvi de gir d'aquests electrons pot explicar les inversions magnètiques.

El camp magnètic ens protegeix, ja que ajuden a les migracions de les aus a més de protegir-nos de les partícules carregades elèctricament del Sol.



8. Els vents solars

Les etapes d'una tempesta solar:

1. **Erupció solar:** Aquesta pot interrompre les comunicacions. Fa que l'atmosfera augment de grandària i altera les òrbites dels satèl·lits que poden arribar a caure a terra.
2. **Tempesta de radiació:** Bombardeig de radiació contra la Terra. Podria danyar circuits elèctric i afectar a les persones. A la Terra estem protegits per l'atmosfera i la magnetosfera.
3. **Ejeccions de massa de la corona solar:** Aquesta danya els satèl·lits i els transformadors elèctrics. Afectaria les comunicacions de tot el planeta. Si les partícules estan orientades al nord rebotarien a la magnetosfera però si estan orientades cap al sud causarien una catàstrofe global.

9. Conviure amb el risc

Per tal de gestionar els riscos externs hem de:

- Estudiar les característiques del risc.
- Estudiar la distribució geogràfica.
- Estudiar la dinàmica del fenomen.
- Establir una ordenació del territori.
- Disseny de les construccions que tendeixin a minimitzar els efectes.
- Elaborar plans d'emergència.
- Conscienciar la població del risc al qual està exposada.

Sovint, els humans, en lloc de minimitzar els riscos, fa que augmentin a causa de la sobreexposició.

9.1. Vigilància i predicció del perill

Per a predir qualsevol fenomen amb precisió i determinar la probabilitat de l'esdeveniment en una zona concreta cal:

- Elaborar estudis topogràfics i geològics detallats per conèixer les característiques del relleu i que permetin detectar si hi ha alteracions en els paràmetres rellevants.
- Instal·lar una xarxa de sensors per enregistrar dades de moviment.
- Establir un centre de vigilància i predicció on es recullin les dades enregistrades i se n'observin possibles canvis que indiquen futurs esdeveniments.

9.1. Vigilància i predicció del perill

Riskcat presenta informes pels diferents tipus de riscos analitzant la situació actual a Catalunya:

- **Allaus:** Gran incidència als Pirineus → Vulnerabilitat i exposició ha augmentat molt en els darrers anys. Hi ha allaus de grans dimensions que poden arribar a cotes molt baixes i poden destruir boscos, infraestructures, xarxes viàries i zones urbanitzades.



9.1. Vigilància i predicció del perill

- **Esllavissades:** El desenvolupament del país ha conduït a un urbanisme que en molts casos ha afavorit la inestabilitat de terrenys i ha reduït la resistència de la capa superficial a l'acció dels agents naturals. Les esllavissades més importants han anat lligades a grans aiguats.



9.1. Vigilància i predicció del perill

- **Esfondraments i subsidència:** Zones de susceptibilitat alta els guixos i sals, així com els deltes.
- **Fenòmens litorals:** Vulnerabilitat de la costa davant de fenòmens d'erosió i inundació sol ser elevada, especialment en àrees amb alta pressió urbanística.



9.2. Gestió del risc

Per tal d'ordenar un territori, construir o planificar les zones edificables, cal tenir en compte com es modificarà el relleu → un canvi en la topografia provoca un augment del risc si no es prenen mesures preventives i/o correctores.



9.2.1. Mesures preventives per als fenòmens de vessant

Intenta que el risc de fenòmens de vessant sigui el mínim. En conseqüència, a les construccions se solen incorporar mesures preventives per millorar la compactació de la roca, minimitzar els desprendiments o evitar l'acumulació d'aigua.

- **Augmentar la compactació de la roca:**
Ancoratges per evitar el moviment de blocs grans. També es cimenta el vessant sense tenir en compte l'acumulació de l'aigua (pot augmentar el risc).



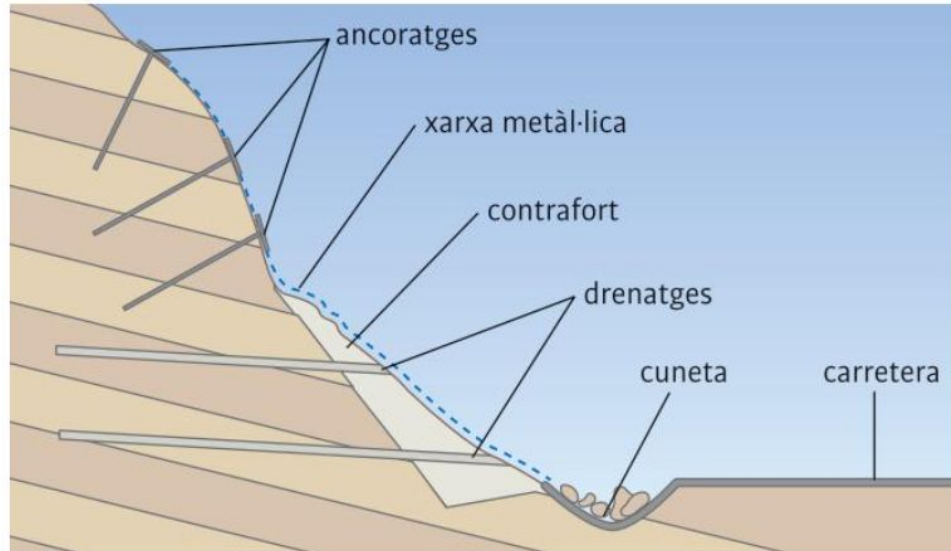
9.2.1. Mesures preventives per als fenòmens del vessant

- **Minimitzar els desprendiments:** Instal·lació de xarxes metàl·liques, murs o cunetes per retenir pedres de diferents dimensions. A vegades s'intenta excavar el tal·lus en forma cònca.



9.2.1. Mesures preventives per als fenòmens de vessant

- **Acumulació d'aigua:** Perforacions a la roca per on pot sortir l'aigua acumulada, els drenatges o bé es reforesta el talús per tal de subjectar el sòl.

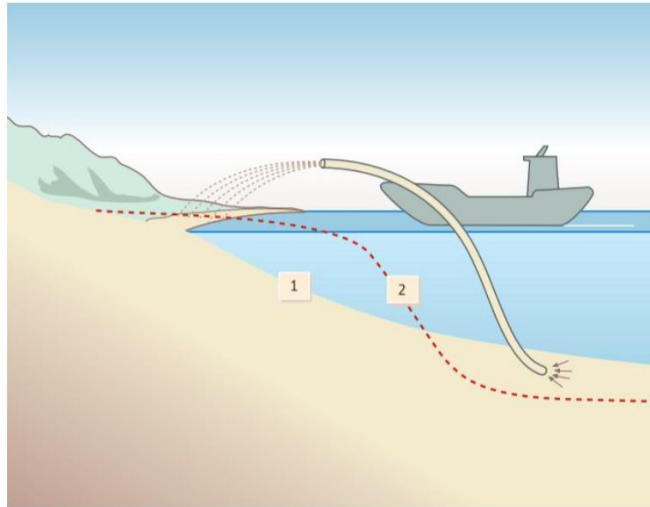


9.2.2. Mesures correctores per a la subsidència i l'esfondrament

Una regió que es troba en subsidència o esfondrament s'intenta estabilitzar les edificacions amb injeccions per consolidar el terreny i a més en els esfondraments es reomple la zona. Ambdues són mesures molt costoses.

9.2.3. Mesures correctores per als fenòmens litorals

- Restauració de platges amb vaixells que draguen el fons marí → mesura cara i poc duradora. Provoca impactes en la dinàmica litoral ja que poden danyar ecosistemes marins. També es pot veure afectada la pesca. Finalment, augmenta el pendent de la platja el que produeix que aquesta tendeixi a desaparèixer.



9.2.3. Mesures correctores per als fenòmens litorals

- Mesura preventiva a curt termini és la construcció de murs per contenir la força de les onades. Actualment s'estan fent actuacions més integratives amb la rehabilitació dels ecosistemes que s'havien perdut.

