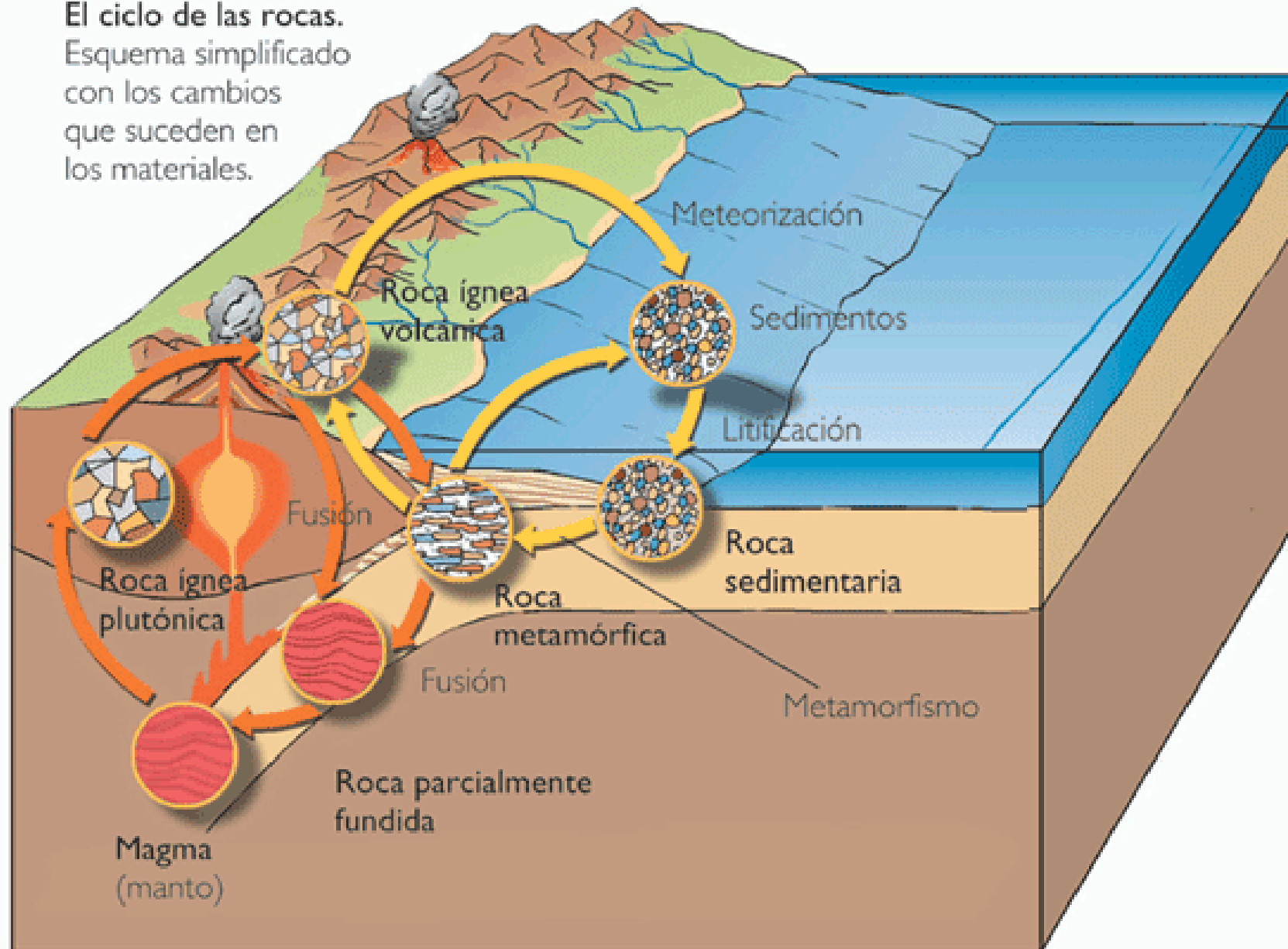

TEMA 5. SERRALADES

CTMA – 1º BATXILLERAT



El ciclo de las rocas.
Esquema simplificado
con los cambios
que suceden en
los materiales.



ÍNDEX

1. Deformacions corticals

1.1 Esforços

1.2 Deformacions plàstiques: els plecs

1.3 Deformacions fràgils: falles i diàclasis

2. Metamorfisme

2.1 Canvis fisicoquímics

2.2 Tipus

2.3 Migmatització i anatèxia

2.4 Roques metamòrfiques

3. Orògens: monstres de pedra

3.1 Procés

3.2 Tipus



I. DEFORMACIONES CORTICALS



I.1 ESFORÇOS



Força per unitat de superfície

- Tipus segons el moviment de les plaques tectòniques:

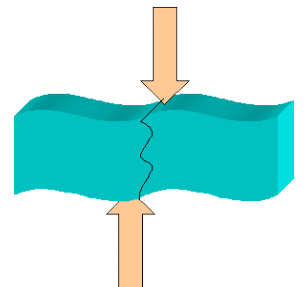
- ☐ **De compressió:** F perpendicular a la superfície empenyent



- ☐ **De distensió:** F perpendicular a la superfície estirant



- ☐ **De cisalla (o tangencials):** F paral·leles a la superfície de diferent intensitat



■ **Deformació geològica** = canvi de forma, volum i /o posició de les roques

■ Tipus:

➤ **ELÀSTICA** (*goma elàstica*): temporal i reversible --> la roca recupera la forma i el V.

○ Ex de mecanisme: deformació davant ones sísmiques

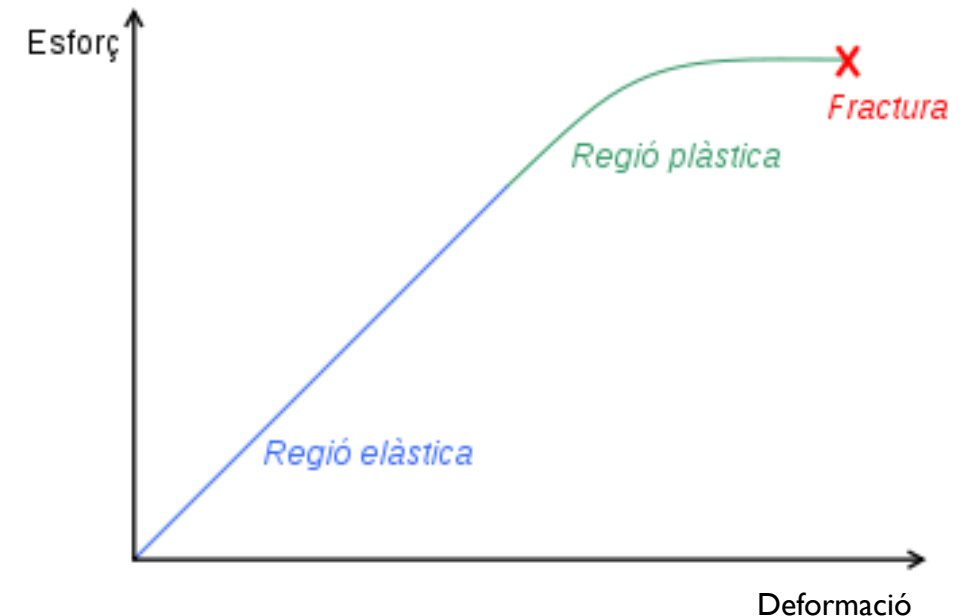
➤ **PLÀSTICA** (*plastilina*): permanent.

○ Ex de mecanisme: plecs o foliacions

➤ **FRÀGIL**: fractura.

○ Dúctil: fractura després de molt d'esforç

○ Ex de mecanisme: falles, esquerdes,...



Todas las rocas se comportan de la siguiente manera al sufrir esfuerzos...



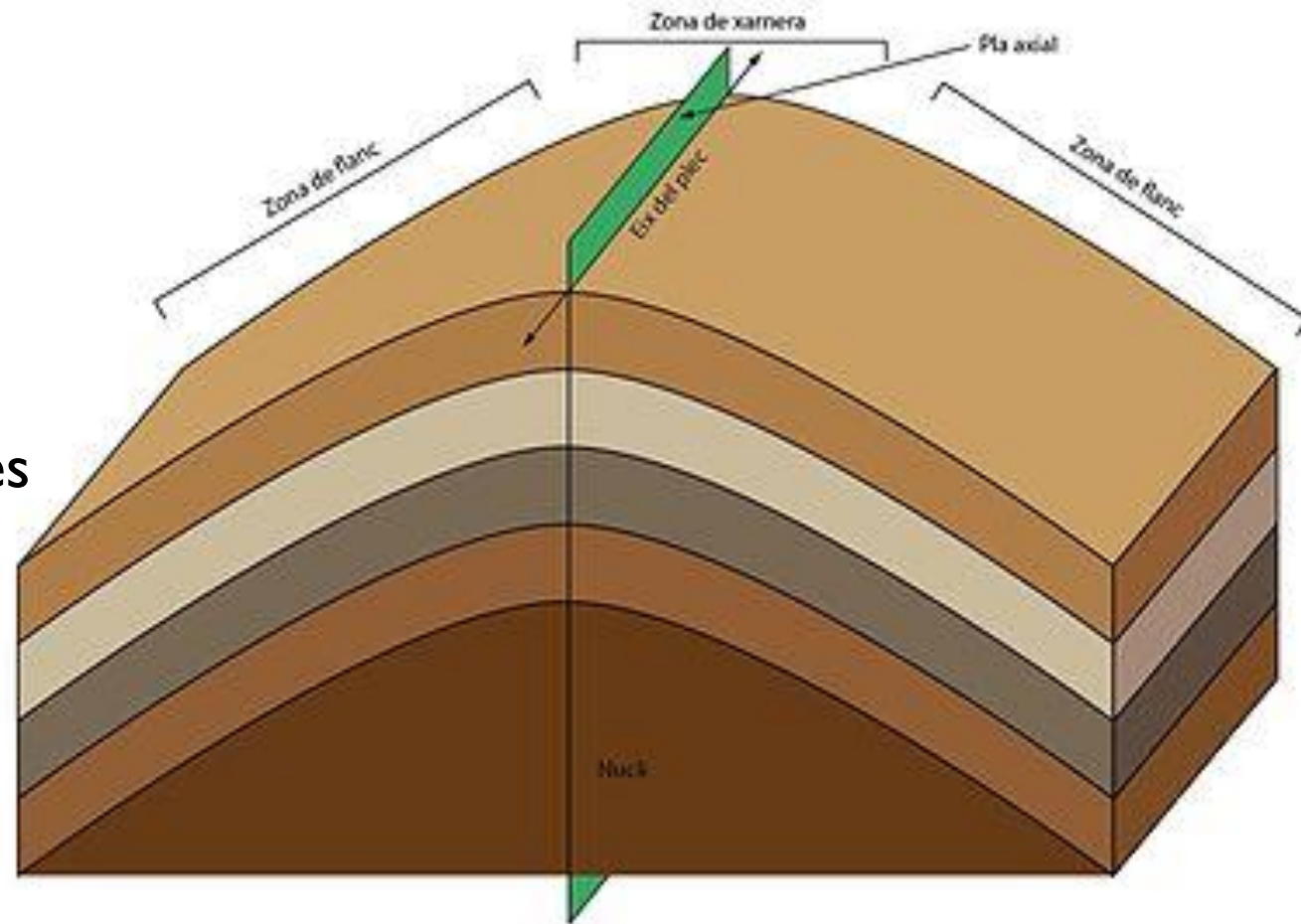
Gráfica esfuerzo-deformación

- Factors que afavoreixen la deformació de les roques:
 - $\uparrow P$ i T^a
 - Composició i estructura de la roca fina, prima,...
 - Esforç d'intensitat alta
 - $\uparrow$ contingut de fluids

Fig. 3 pàg. 102

I.2 DEFORMACIONS PLÀSTIQUES: ELS PLECS

- El resultat d'una deformació plàstica (F de compressió o de cisalla) és un **plec**
- Poden aparèixer en qualsevol tipus de roca
- Hi ha plecs microscòpics i kmètrics
- Les grans serralades s'originen en zones profundes de l'escorça (moviment més plàstic per P i T)



- S'observa fàcilment en roques estratificades (ex: sedimentàries, metamòrfiques amb foliació,...)



Cada línia, en algun moment de la història geològica van ser sediments que es van anar dipositant (paral·lels al terra), formant capes ben diferenciades

- Tipus segons els materials que queden al nucli del plec:

- ◆ **Anticlinal:** són els més antics

- ◆ **Sinclinal:** són els més moderns

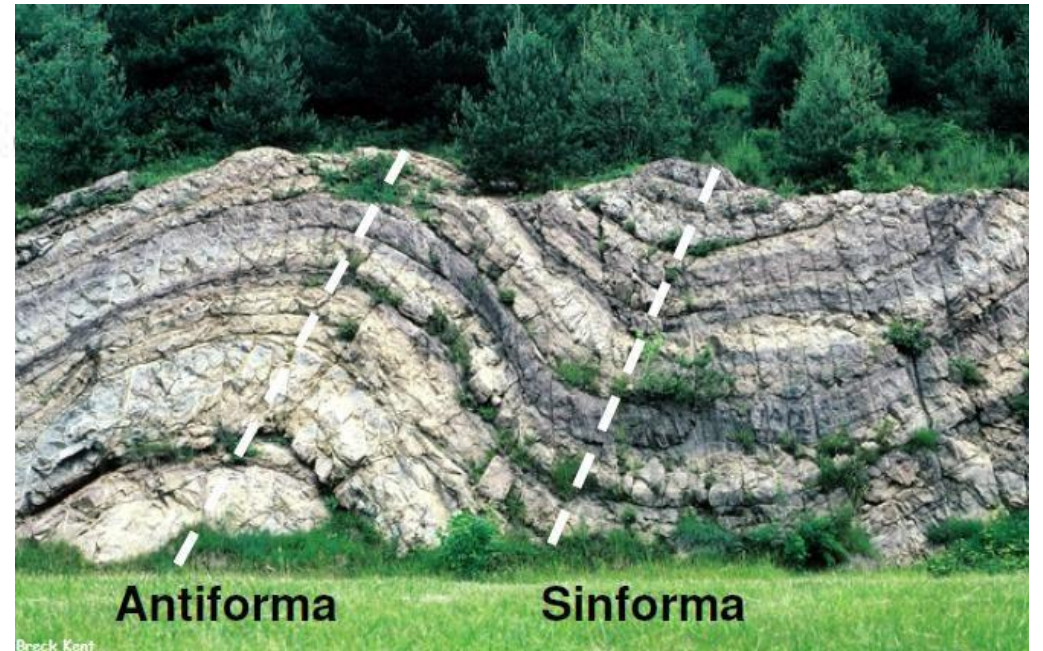


Pliegue anticlinal

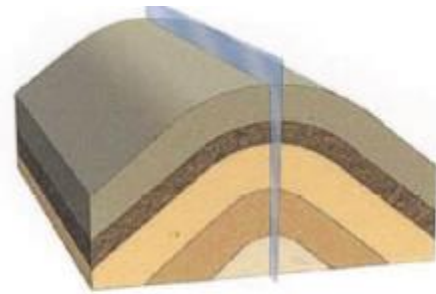


Pliegue sinclinal

- Normalment, anticlinal i sinclinal es presenten associats formant ondulacions:



- Tipus segons la inclinació del pla on es produeix el plec:

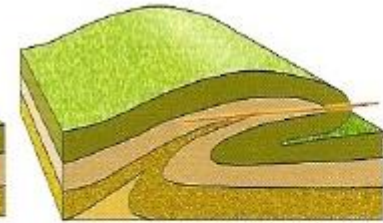


Recte. El pla axial és perpendicular a la superfície terrestre.



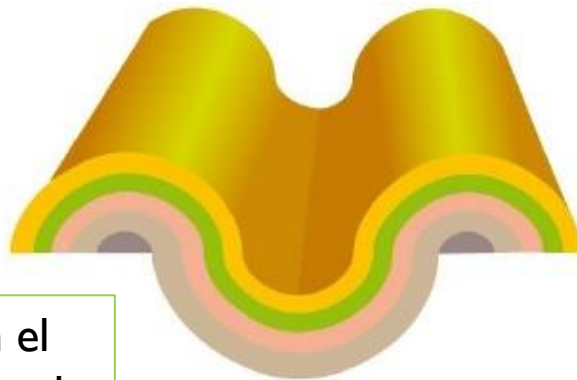
Inclinat. El pla axial està inclinat.

Plec tombat. És aquell en què el pla axial forma un angle d'entre 0° i 45° amb el sòl.



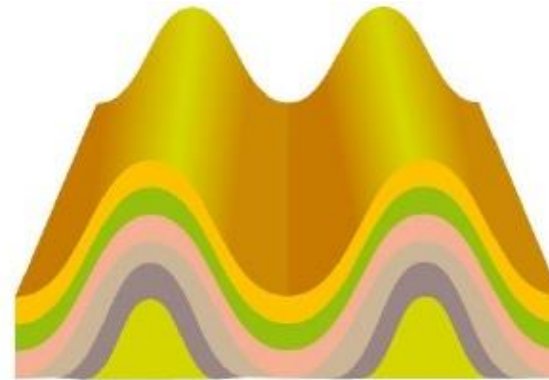
Plec ajagut. És aquell en què el pla axial és paral·lel al sòl.

- Tipus segons el gruix dels estrats al llarg del plegament:



Conserven el gruix al llarg de tot el plec

plecs concèntrics



Aprimament als flancs del plec

plecs similars

■ Elements d'un plec:

Pla axial. És el pla que uneix totes les xarneres. Divideix el plec en dues parts o flancs. És el que determina el **capbussament** o angle d'inclinació del plec.

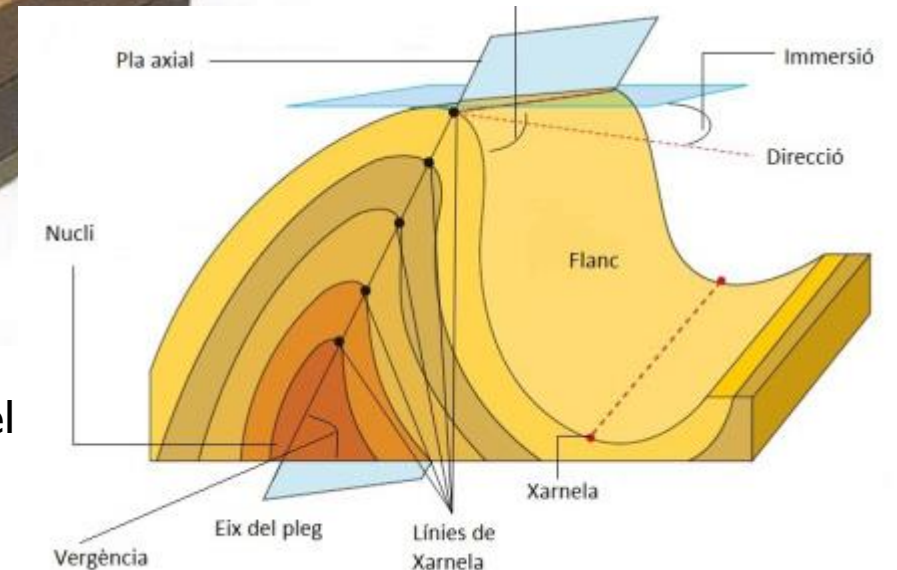
Eix del plec. És la línia d'intersecció del pla axial amb la xarnera del plec.

Nucli del plec. És la zona més interna del plec.

Xarnera. És la zona de màxima curvatura.

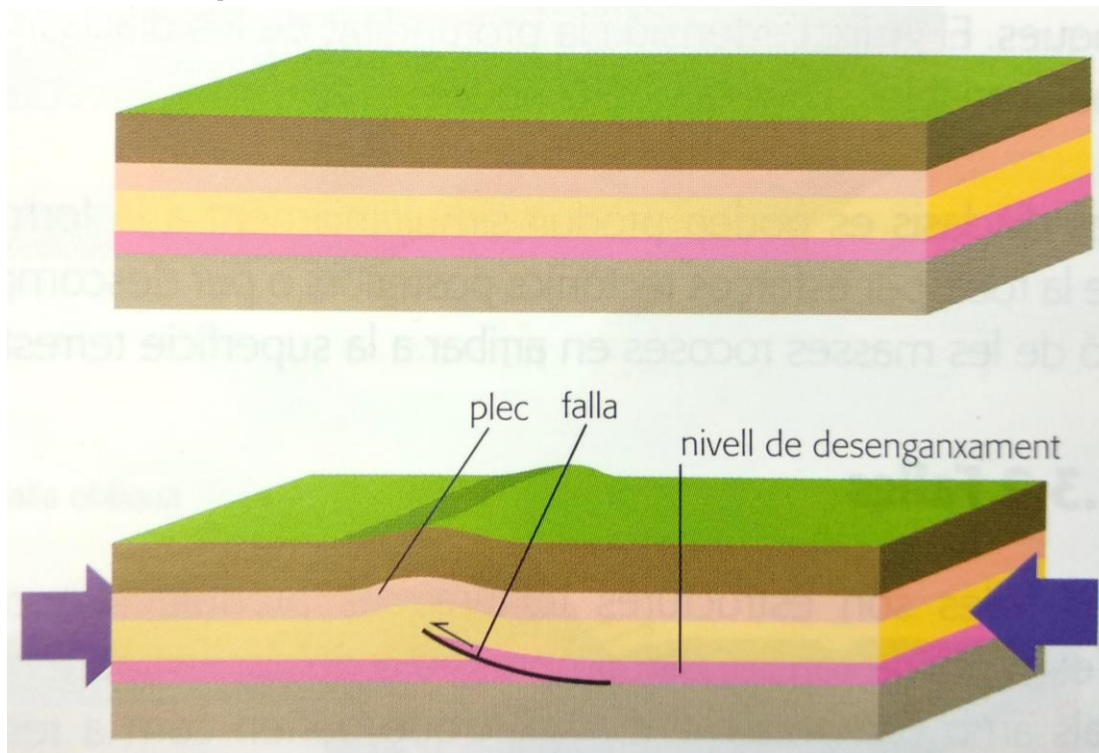
Flanc. Cada una de les parts en què el pla axial divideix el plec.

Vergència: angle entre el pla axial respecte un pla vertical

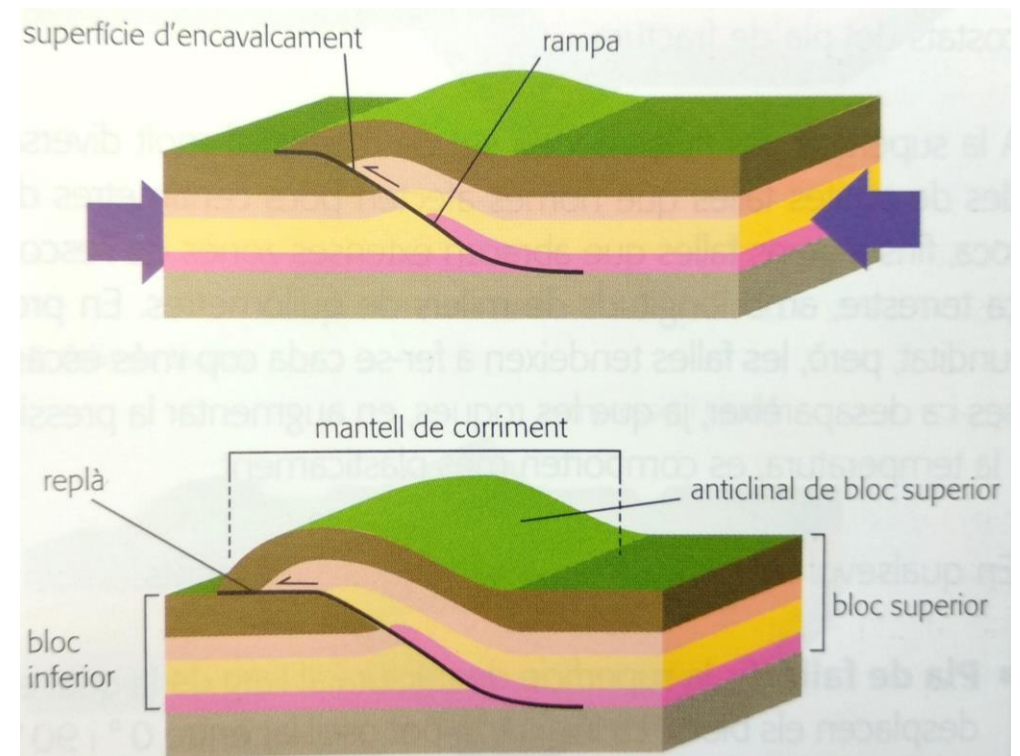


UN PLEC-FALLA

- Plegament produït quan l'esforç és tan intens que supera el límit de plasticitat de les roques → fractura

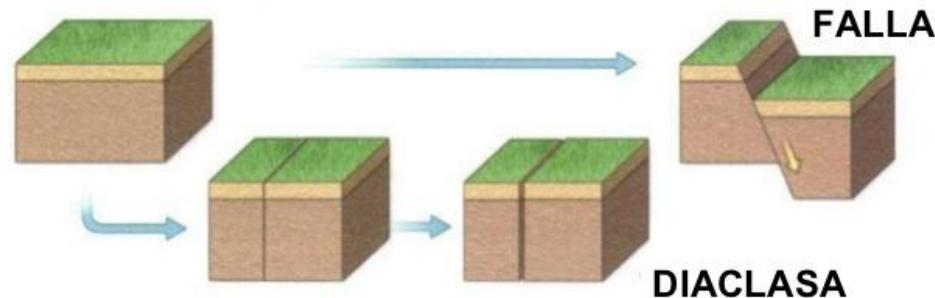


Si és molt intens es pot formar un **encavalcament** (lliscament de la part superior del plec sobre el bloc inferior)

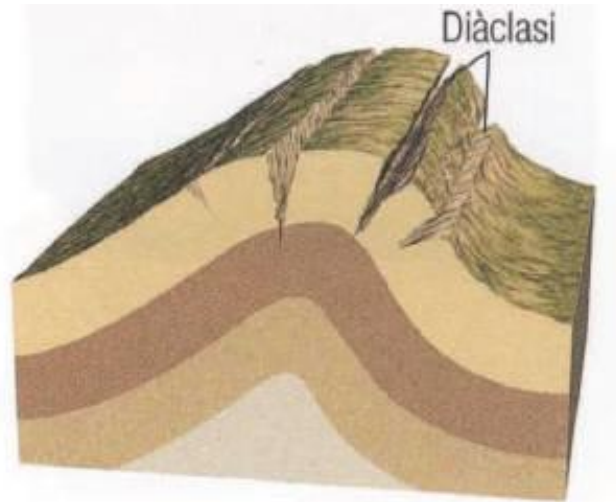


I.3 DEFORMACIONS FRÀGILS: FALLES I DIÀCLASIS

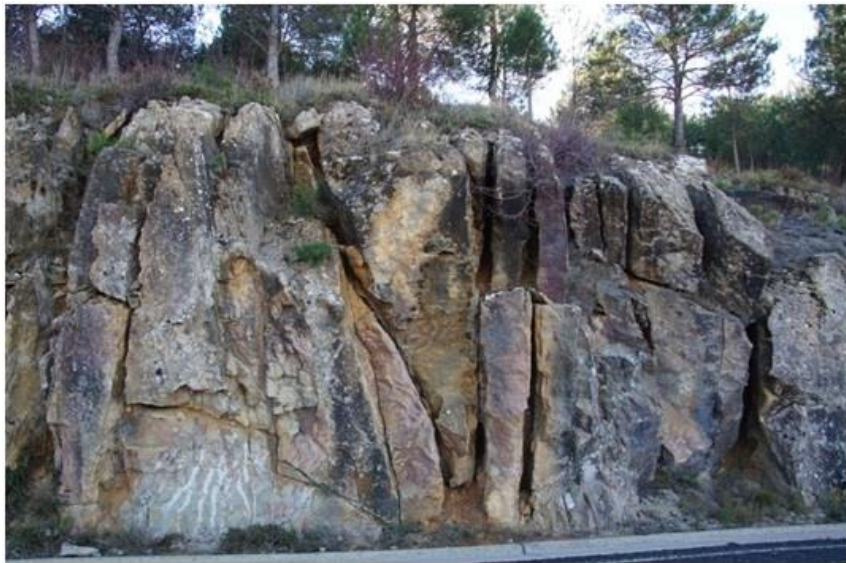
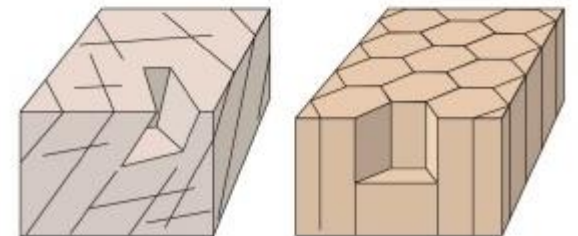
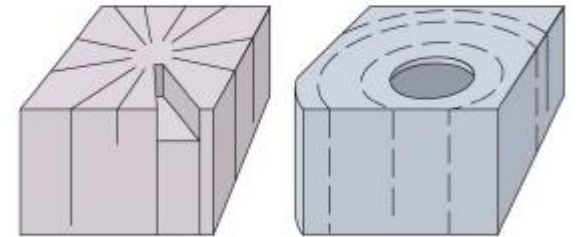
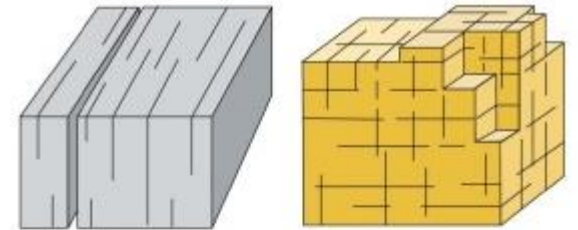
- Es produeixen quan l'esforç supera el límit de plasticitat → **FRACTURA**
- Es poden produir durant
 - La pròpia formació de la roca
 - Esforços tectònics posteriors
 - Descompressió de les roques en arribar en superfície
- Segons l'esforç que té lloc:
 1. **Diàclasis:** fractura sense desplaçament dels blocs fracturats. Es detecten com a fissures o esquerdes a les roques.
 2. **Falles:** fractura amb desplaçament dels blocs situats als 2 costats del pla de fractura



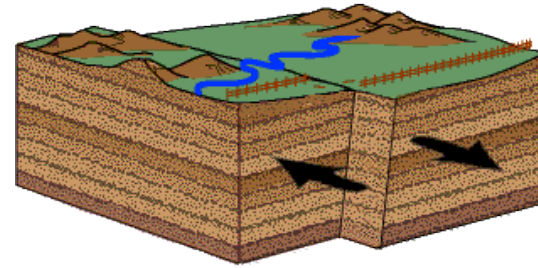
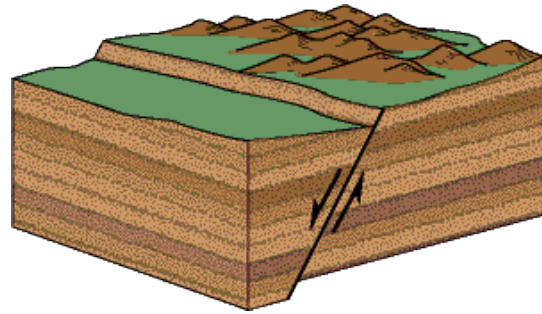
DIÀCLASIS



Sovint tenen forma geomètrica d'acord a com s'ha constituït cada roca. Ex:



FALLES



FALLES

- A mesura que ↓ la profunditat cada cop trobem menys falles:
↑P i T → les roques són més plàstiques → no tendeixen a fracturar-se
- En trobem de mil·limètriques i de kmètriques

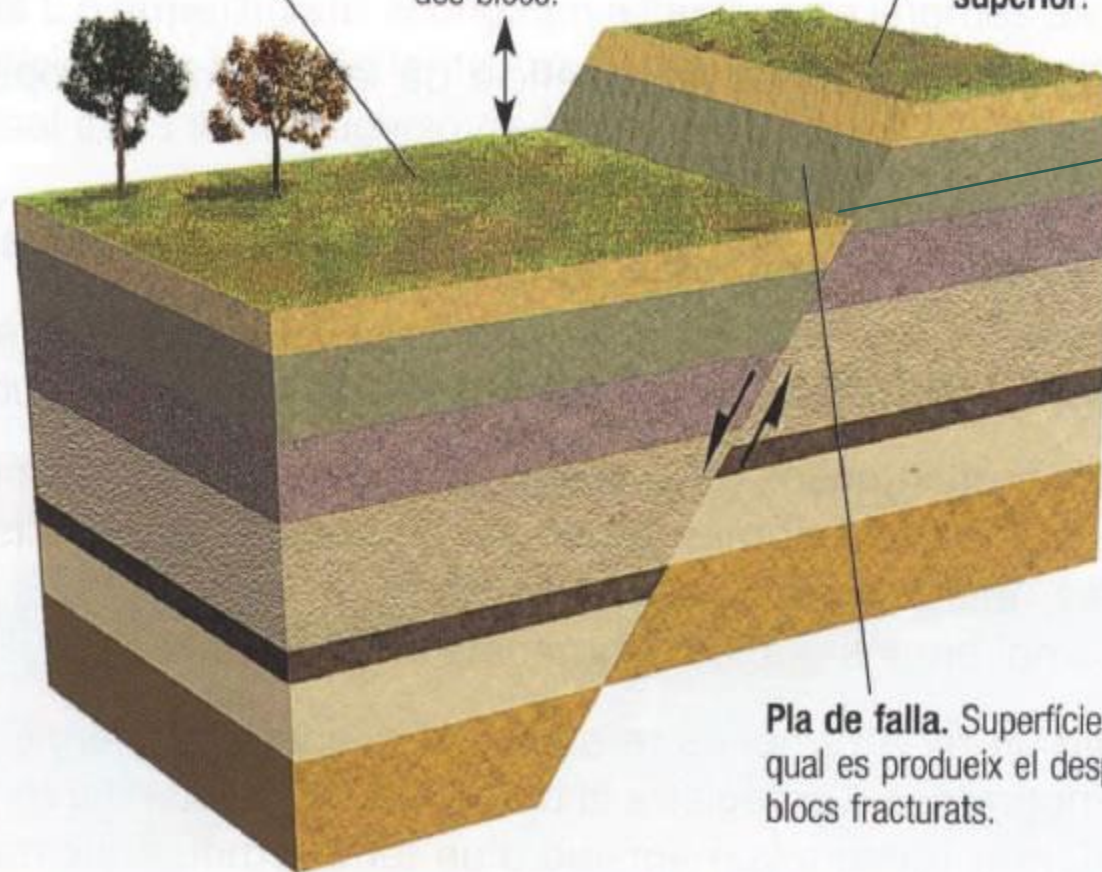


ELEMENTS D'UNA FALLA

Bloc inferior. És el que s'ha enfonsat respecte a l'altre bloc. La part de dalt s'anomena **llavi inferior**.

Salt de falla. És la distància vertical del desplaçament entre els dos blocs.

Bloc superior. És el que s'ha elevat respecte a l'altre bloc. La part de dalt s'anomena **llavi superior**.



Línia de falla: intersecció entre el pla de falla i la superfície del terreny o estrats

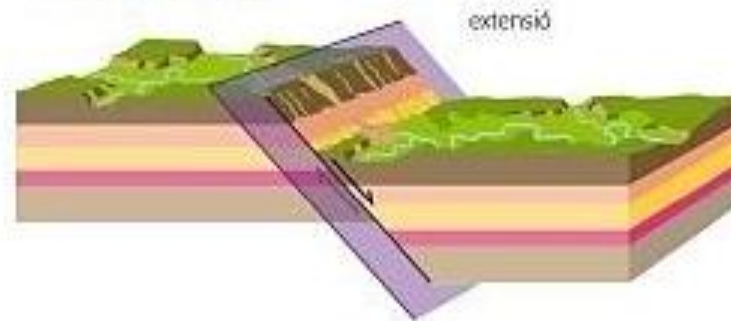
Pla de falla. Superfície al llarg de la qual es produeix el desplaçament dels blocs fracturats.

- Tipus segons el moviment dels blocs:

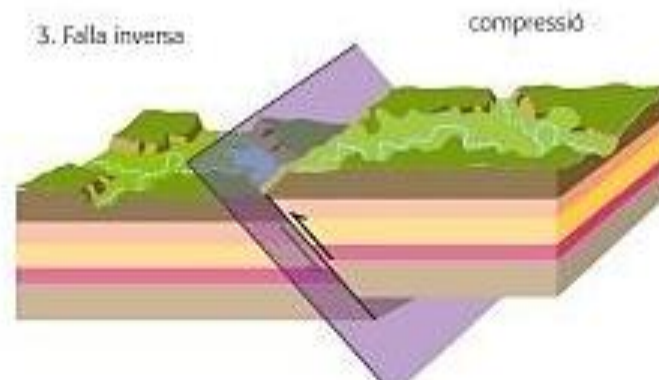
1. Bloc sense falla



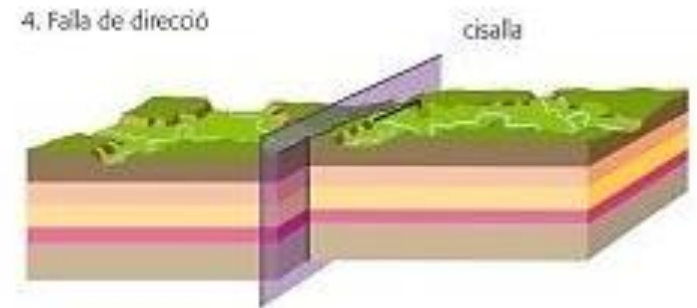
2. Falla normal o directa



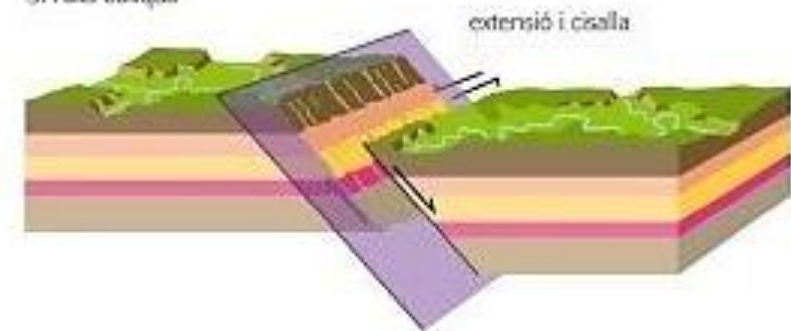
3. Falla inversa



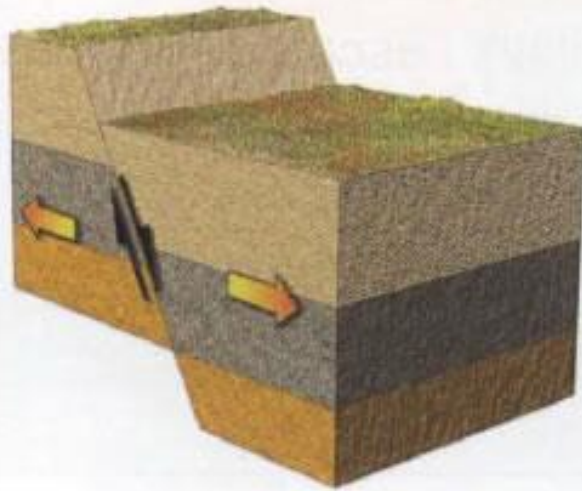
4. Falla de direcció



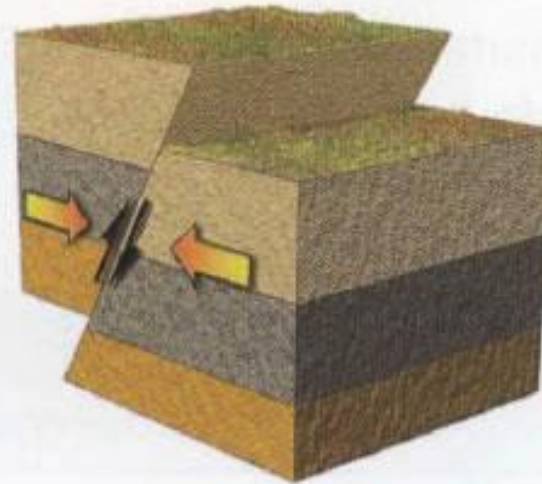
5. Falla obliqua



TIPUS DE FALLES



Falla normal. S'origina com a conseqüència d'esforços de tensió i produeix un augment de la superfície del terreny.



Falla inversa. S'origina com a conseqüència d'esforços de compressió i produeix una disminució de la superfície del terreny.



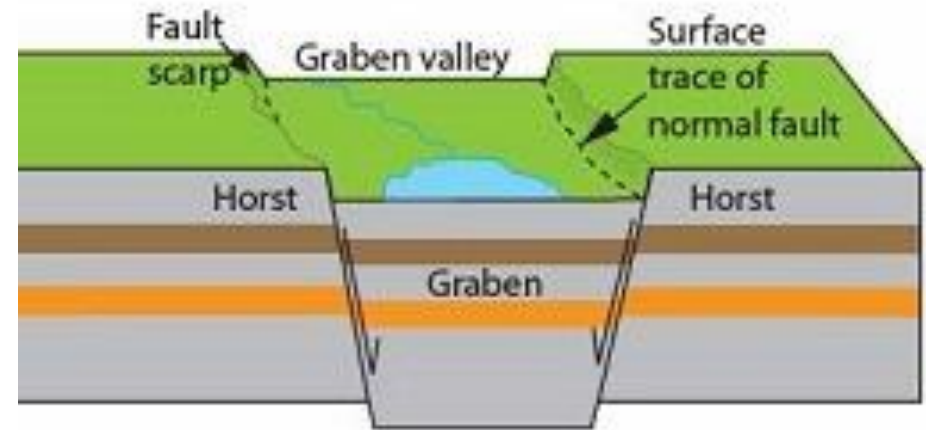
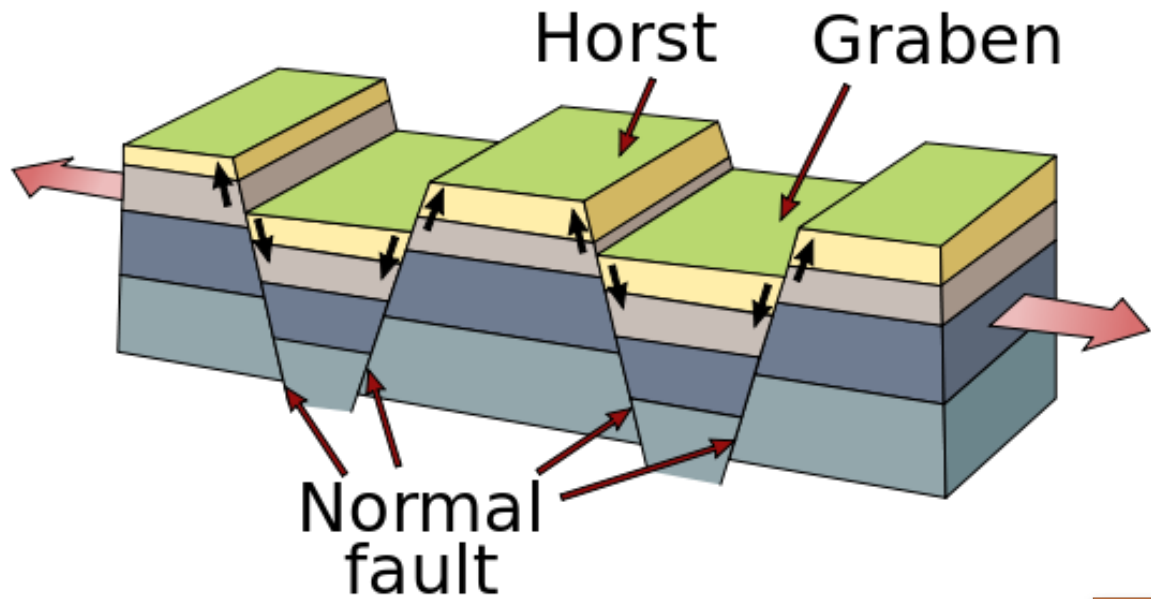
Falla transformant. S'origina com a conseqüència del desplaçament horitzontal dels blocs.



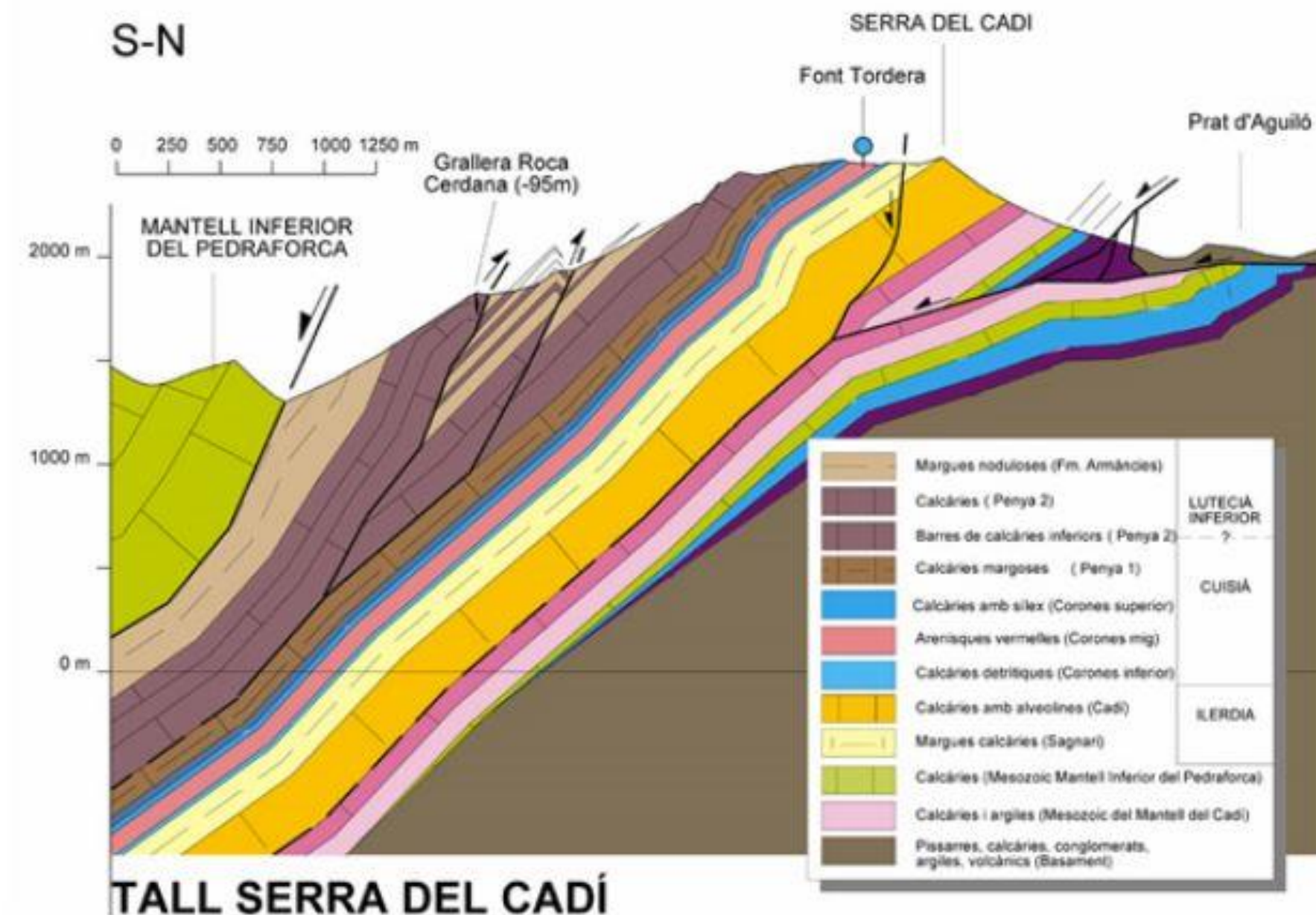
o de direcció

■ Encara que les falles es poden trobar aïllades, sovint trobem **sistemes de falles**:

- Fossa tectònica o **graben**: blocs enfonsats cap a l'interior
- Massís tectònic o **horst**: blocs elevats cap a l'interior



El sistema litoral català és un conjunt de horst i graben! Fig. 12
pàg. 106



Il·lustració: l'Inventari de punts d'interès geològic de Catalunya



II. METAMORFISME

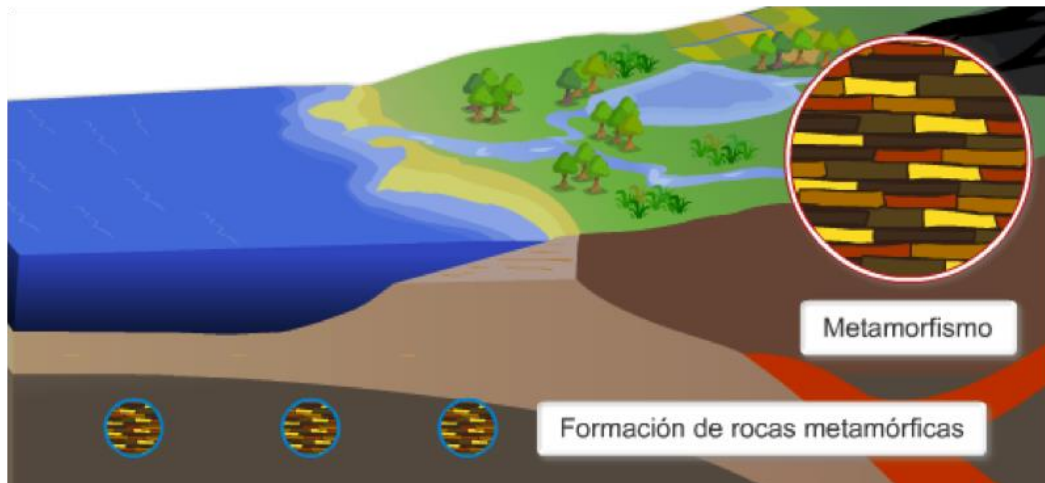


METAMORFISME



Conjunt de canvis produïts a les roques en estat sòlid com a conseqüència de la variació de P i T

- En molts dels processos geodinàmics → canvis de P i T → roques pateixen transformacions = metamorfismes
- Canvis mineralògics i estructurals en les roques existents = **roques metamòrfiques**
- Canvis en estat sòlid (Tema 4: líquid → magmàtics) que tenen lloc a la litosfera



I doncs.....quin és el límit entre els processos magmàtics i els metamòrfics?

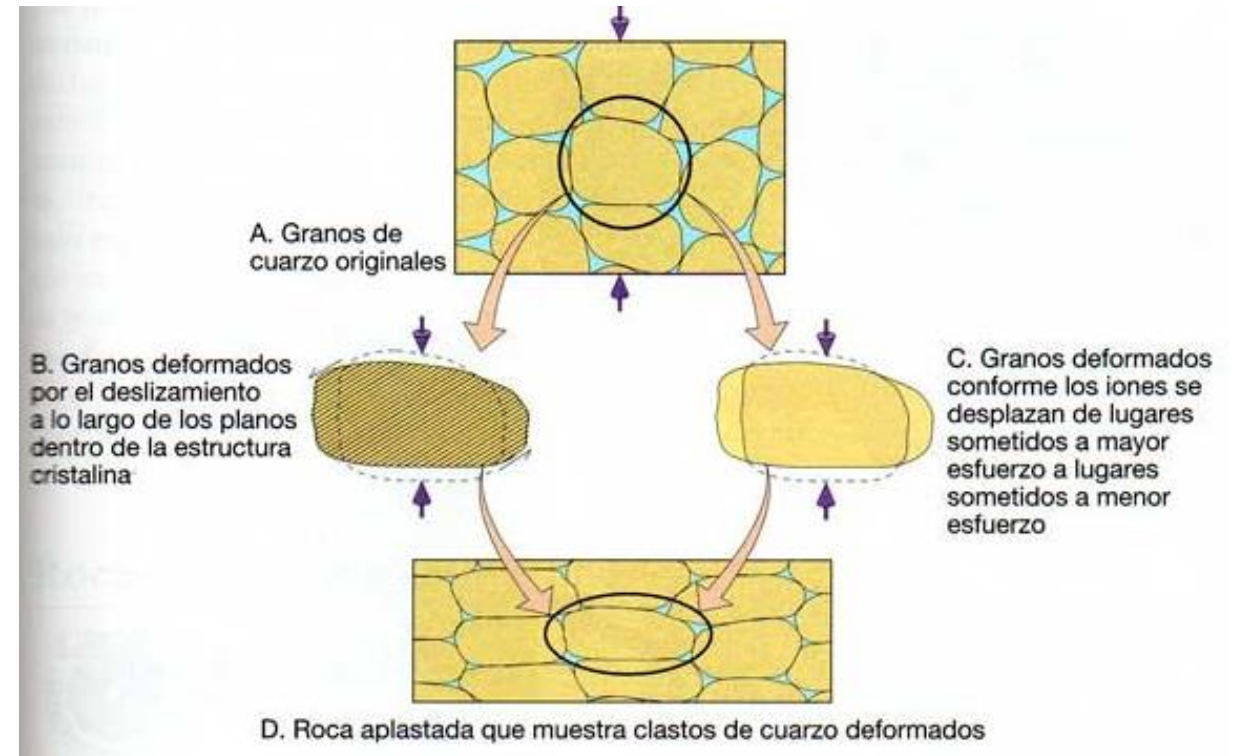
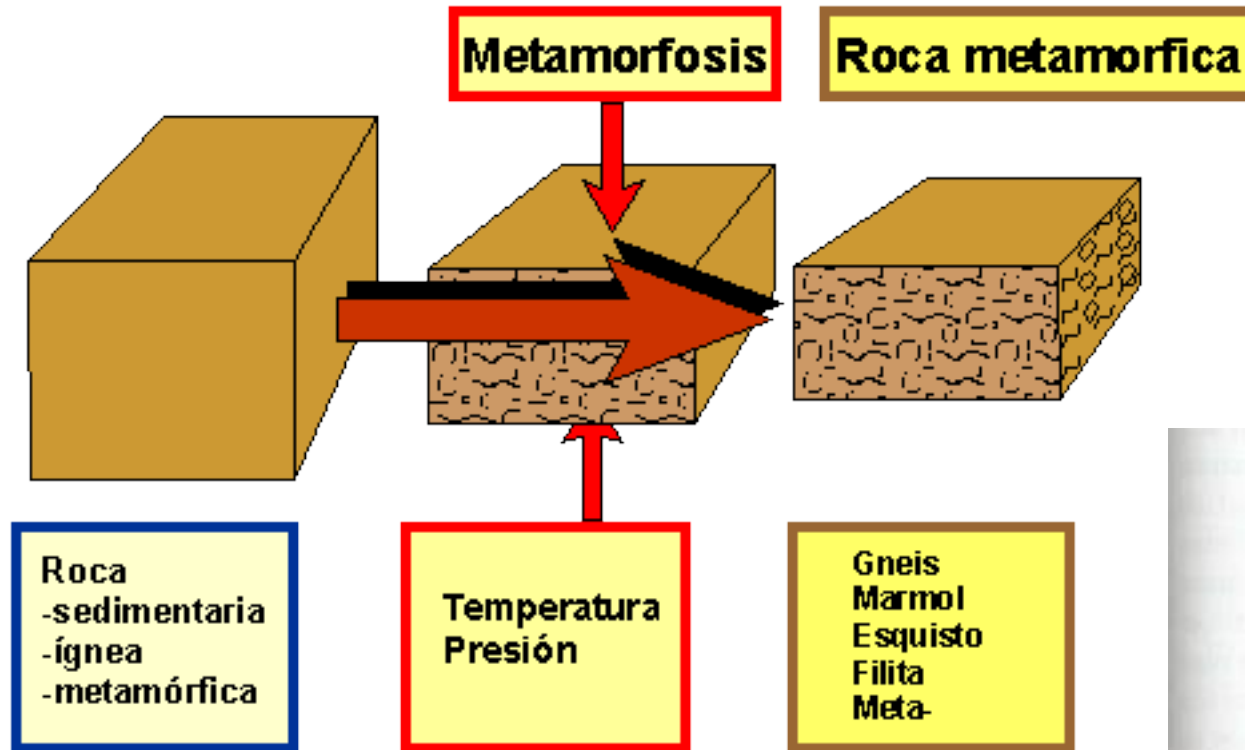
Diferència: les condicions fisicoquímiques



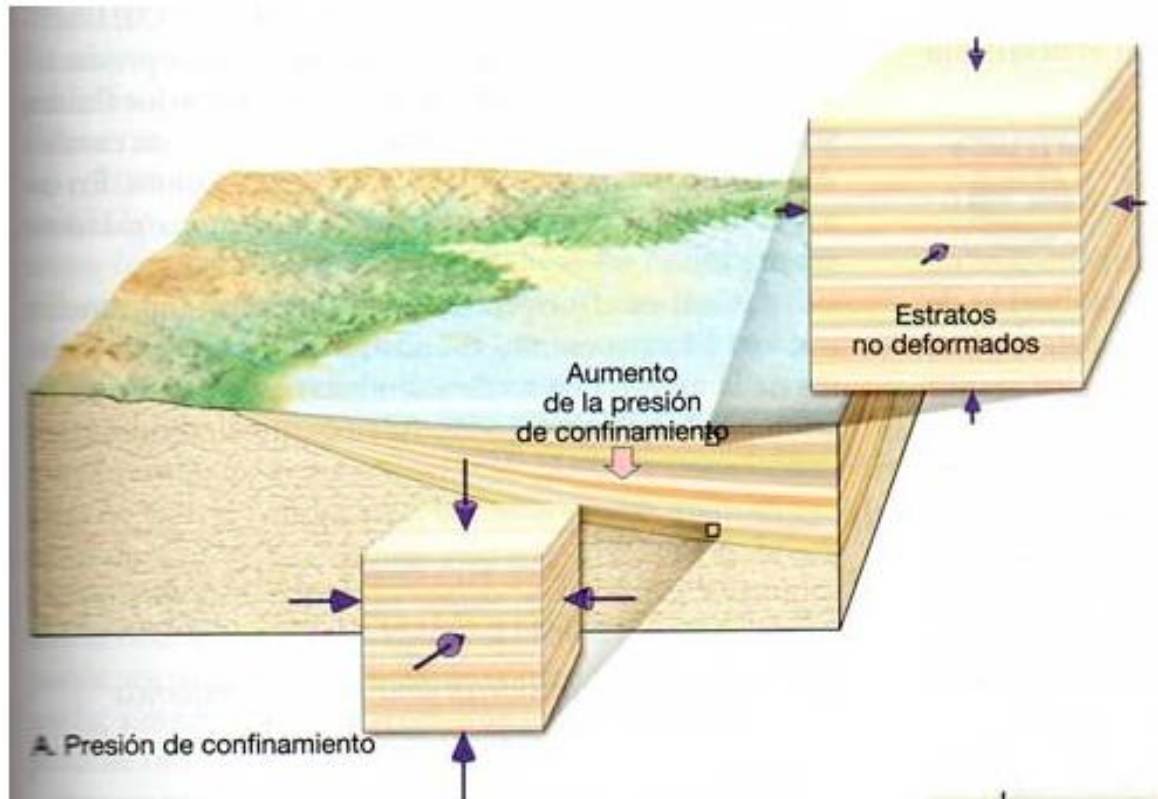
2.1 CONDICIONS FISICOQUÍMIQUES DEL METAMORFISME

- Temperatura: **100 – 700°C** → factor més important
 - ❖ Facilita la difusió de ions → alliberació de fraccions volàtils (aigua)
 - ❖ ↑ inestabilitat dels minerals
 - ❖ Facilita la deformació (més fluïdesa)
 - ❖ Fonts de calor pel metamorfisme: gradient geotèrmic (30°C/km de profunditat) i magma a l'escorça (metamorfisme de contacte)
- Profunditat de **6 km** → **P litostàtica** deguda al pes de les roques del damunt
 - ❖ ↓ volum de la roca
- Porositat o presència de fluids als porus de les roques (H₂O i CO₂) → **P poral** →
- Moviments de les plaques tectòniques

**P de
confinament**



P de confinament



> Ex: l'andalusita es forma per reorganització de roques riques en quars i feldsats a P i T baixes

LÍMIT ENTRE METAMORFISME I MAGMATISME

- Al patir metamorfisme, algunes roques (o alguns minerals) poden passar a estat líquid:
 - a) Si hi ha una fusió parcial → roques migmatites (amb bandes clares dels minerals que es van fondre) → procés de **migmatització**



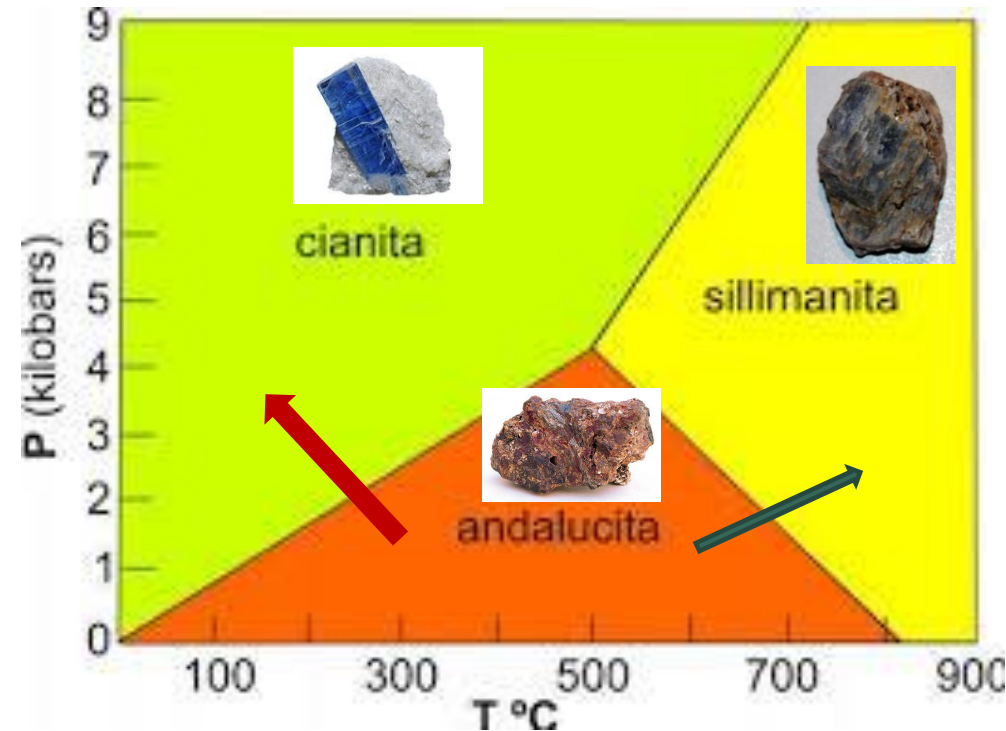
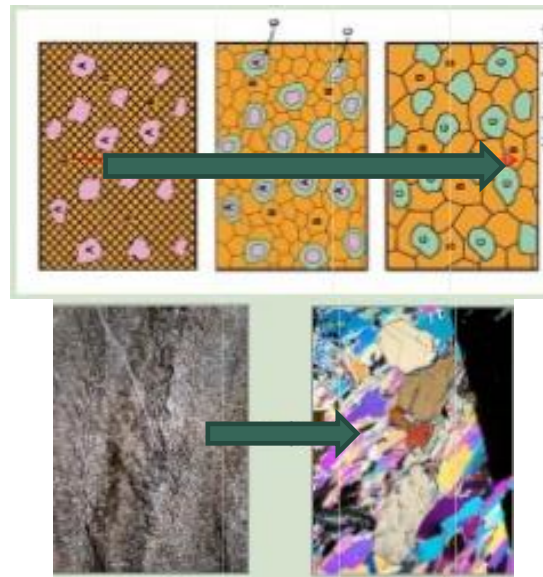
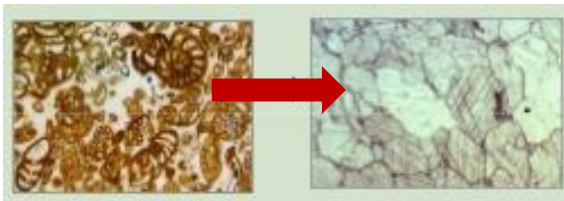
- a) Si hi ha una fusió total de la roca → magma o roca magmàtica → procés d'**anatèxia**

2.2 TIPUS DE METAMORFISME SEGONS SI HI HA REACCIÓ QUÍMICA

- **Transformacions sense reacció química:** mateixa fórmula química però poden aparèixer minerals diferents → reestructuració dels mateixos elements

- No hi ha aportació ni pèrdua de matèria
- **Minerals polimòrfics:** diagrama de fases! (p. 108)

Ex: Al_2SiO_5 → andalusita, cianita i sillimanita

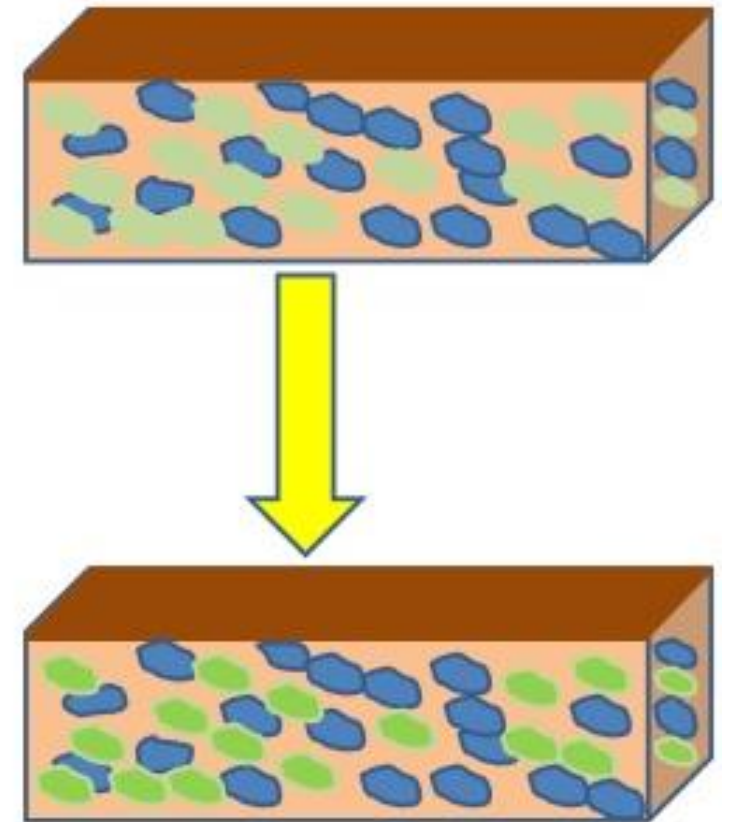


- **Transformacions amb reacció química:** degut a intercanvi d'elements amb el medi (substitució de ions)
 - Es pot deure a la circulació de magma a prop → metasomatisme
 - Elements finals dels minerals són diferents als inicials

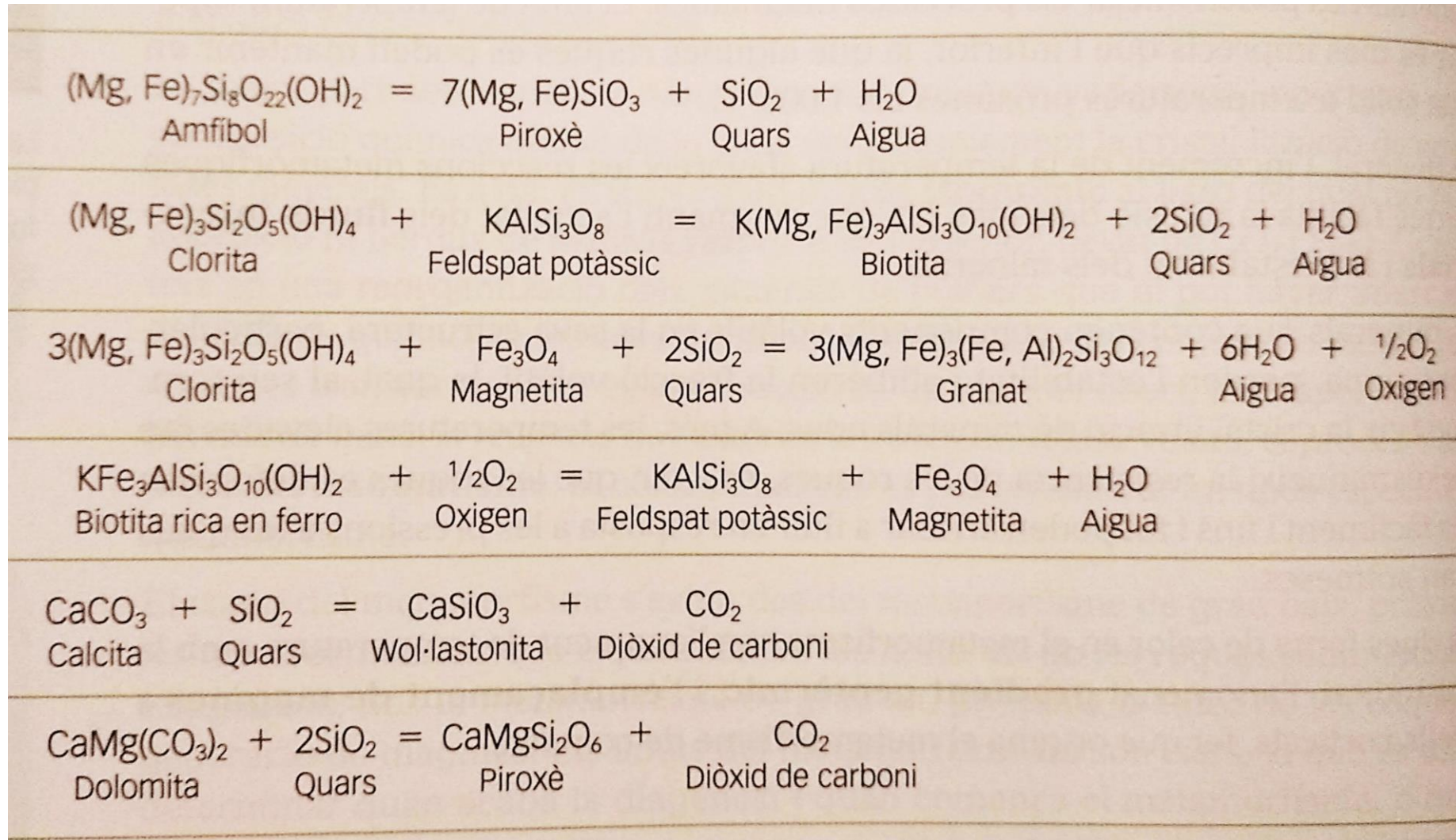
Roca calcària (CaCO_3)



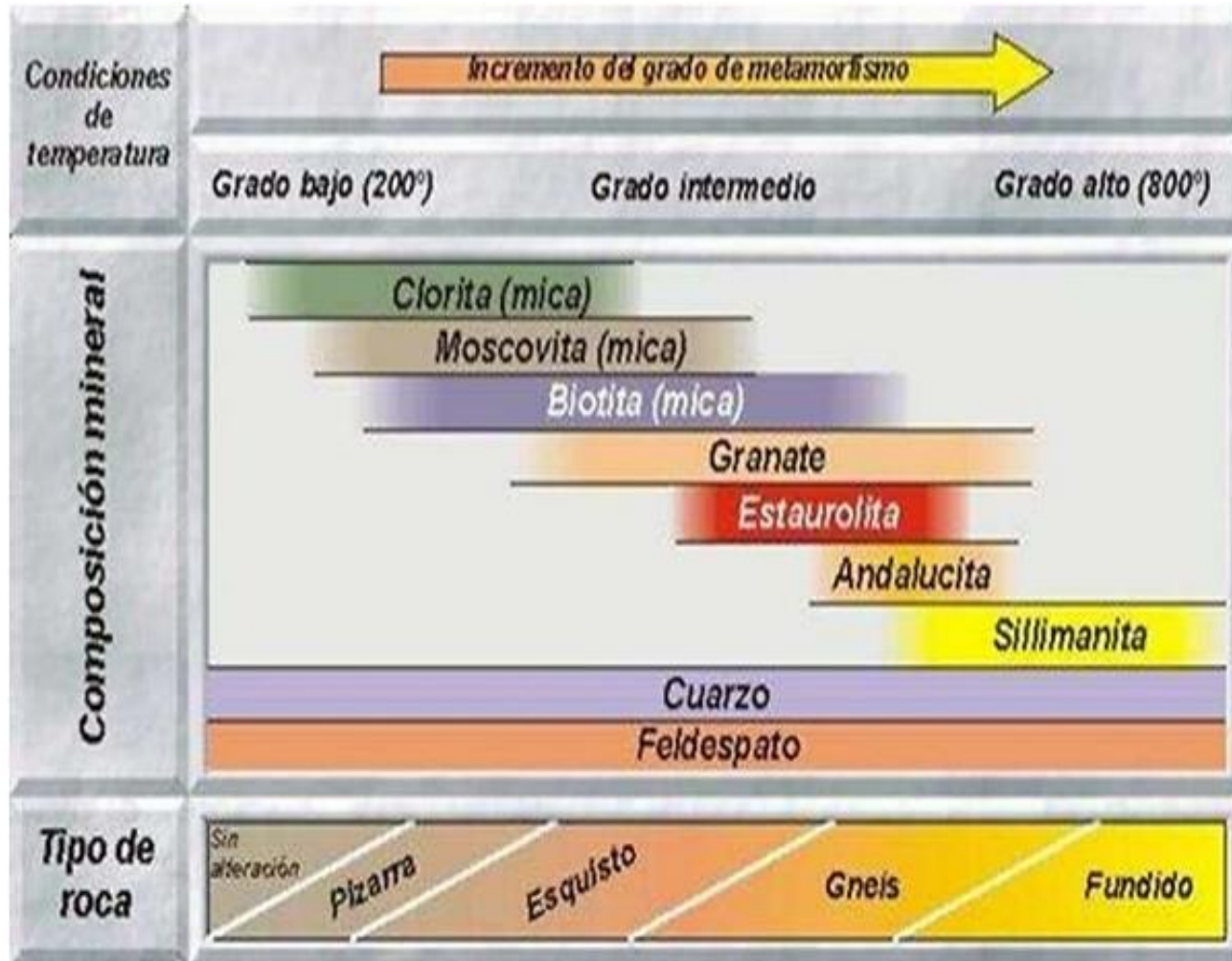
Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)



Exemples de reaccions metamòrfiques (les més comunes):



GRAU DE METAMORFISME

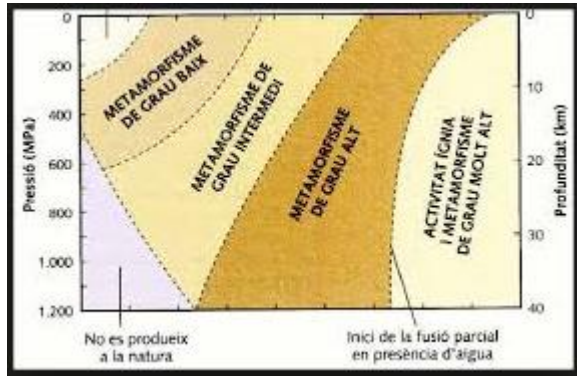


Metamorfisme de grau baix
(proper a les transformacions de sedimentàries: diagènesi)

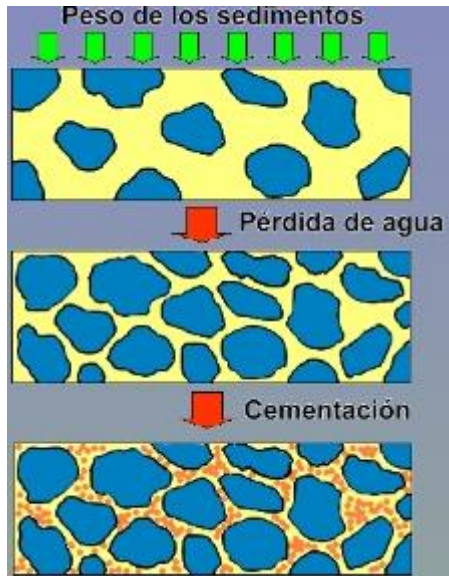
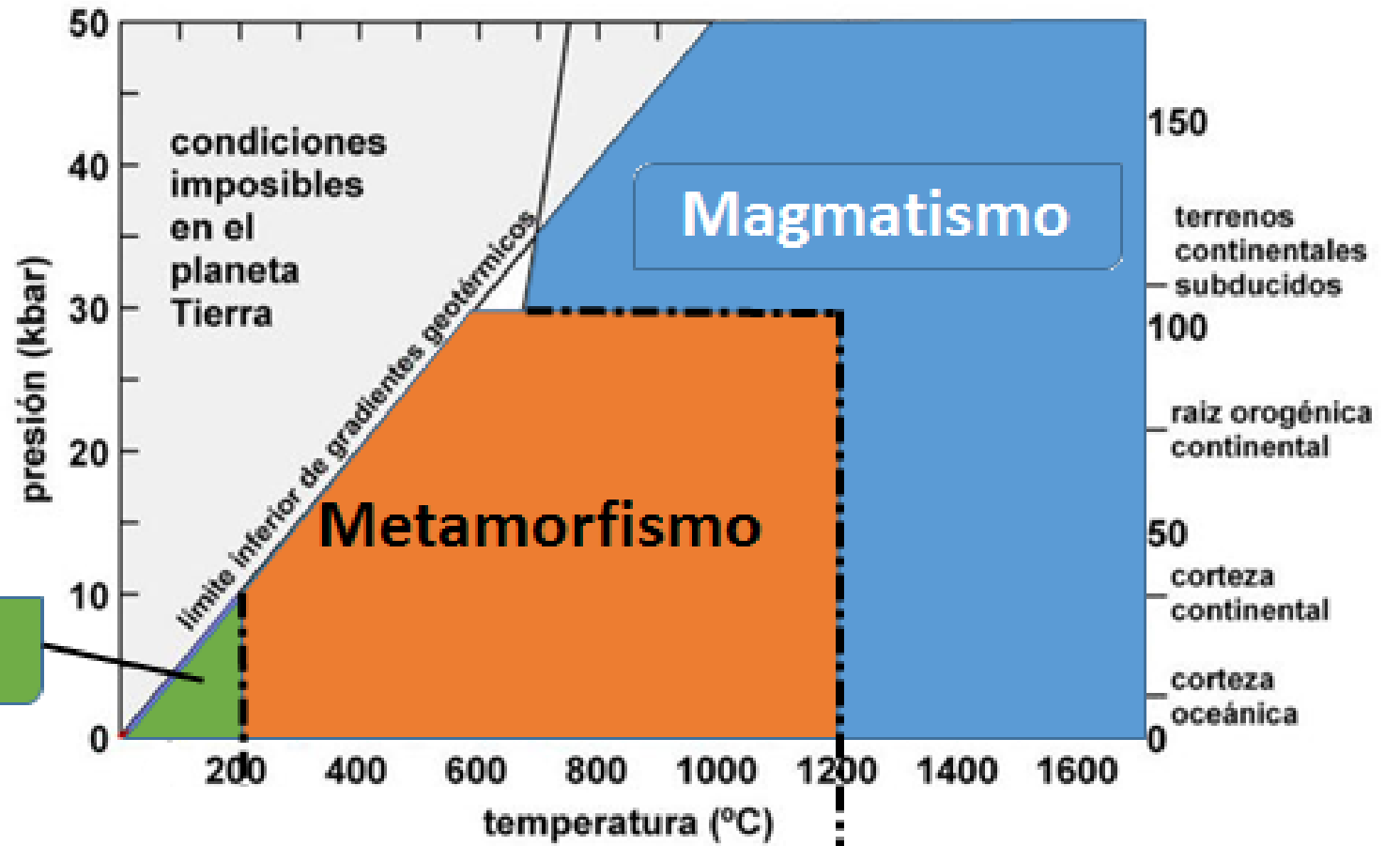


Metamorfisme de grau alt
(proper a fusió de les roques
→ magma)

> Els límits no són clars!!!



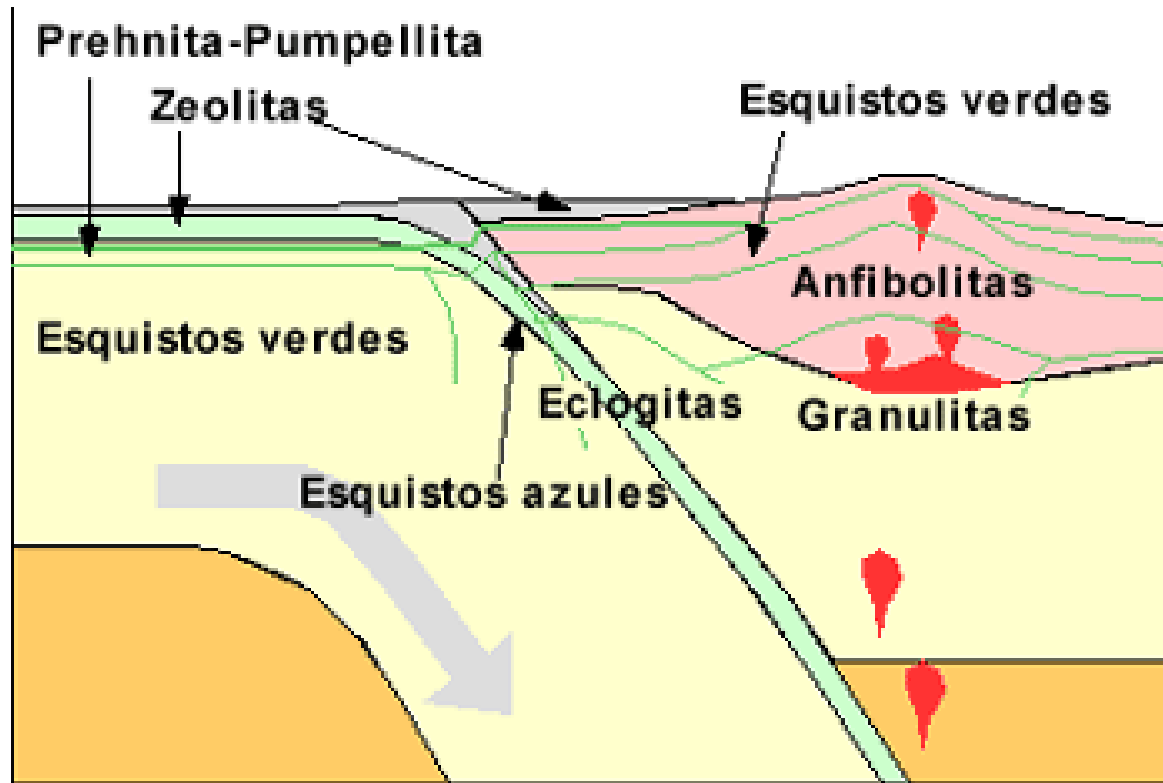
Condiciones P-T-profundidad del metamorfismo



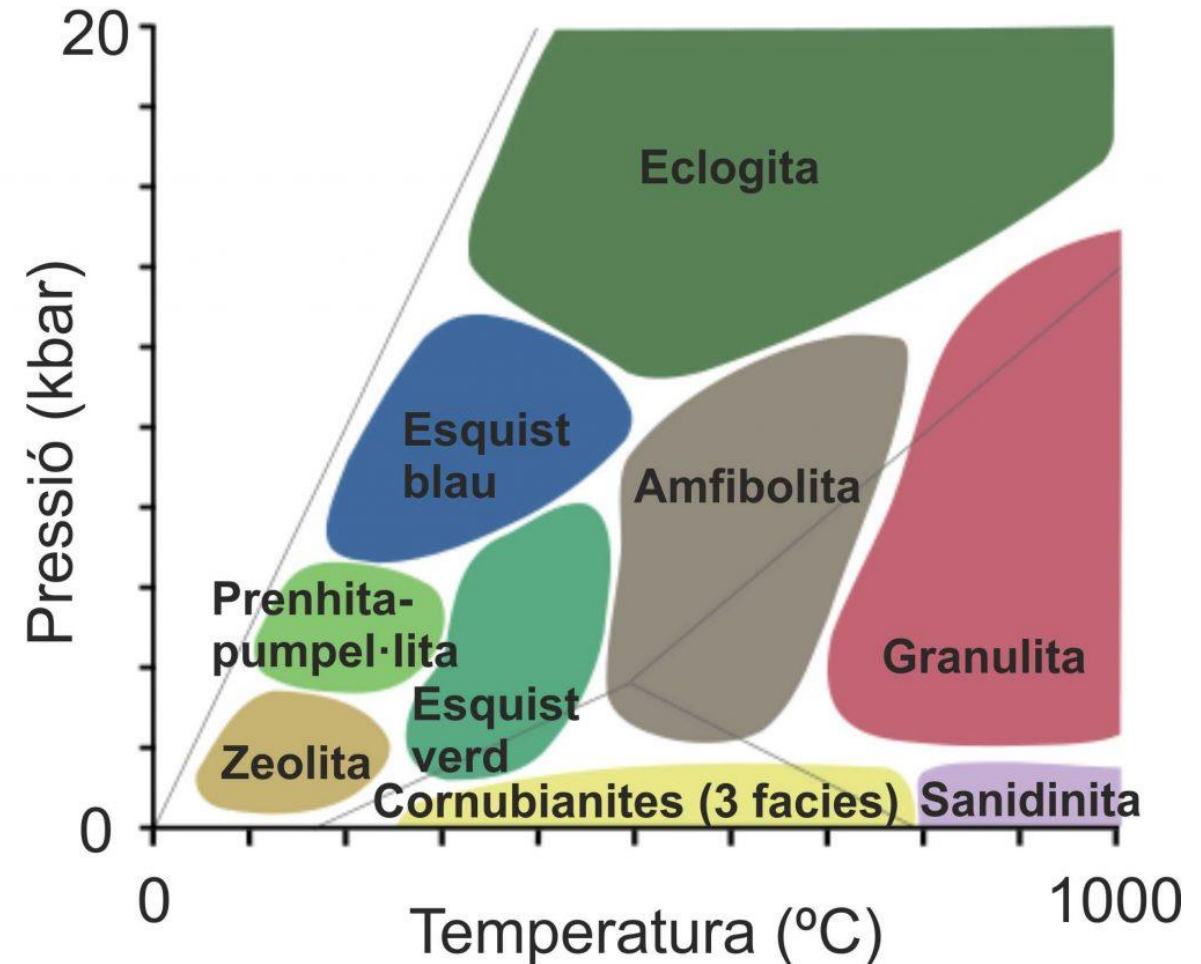
Diagénesis

Migmatización

Fàcies metamòrfiques

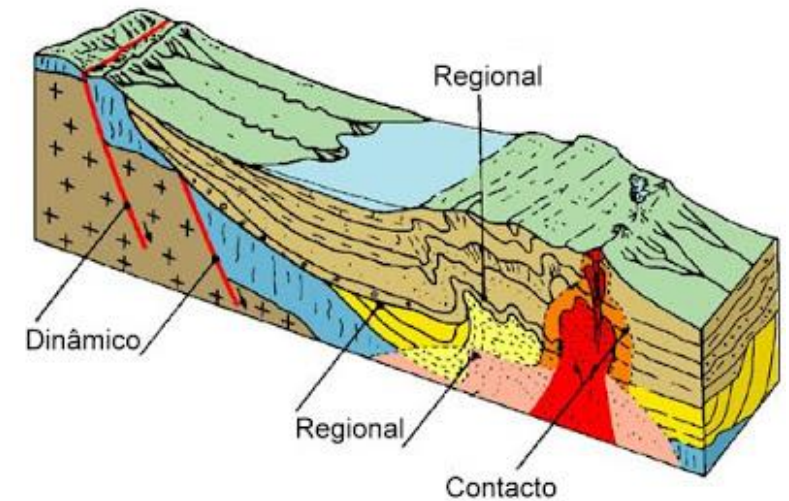
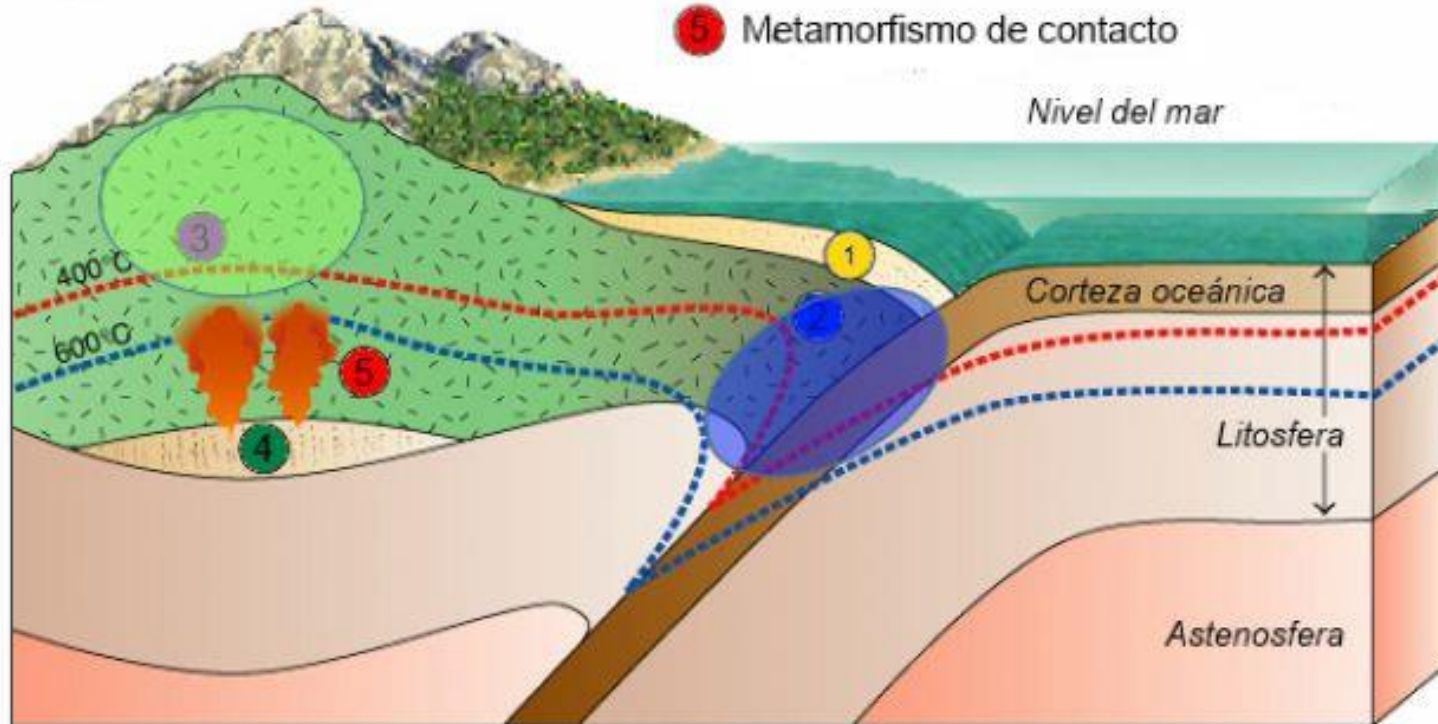


Distribución de las diferentes facies metamórficas en una zona de subducción. Las facies de alta presión (esquistos azules y eclogitas) se sitúan en rocas de la litosfera que subduce y prisma de acreción, y las de alta temperatura (granulitas y anfibolitas) en proximidades del arco volcánico.



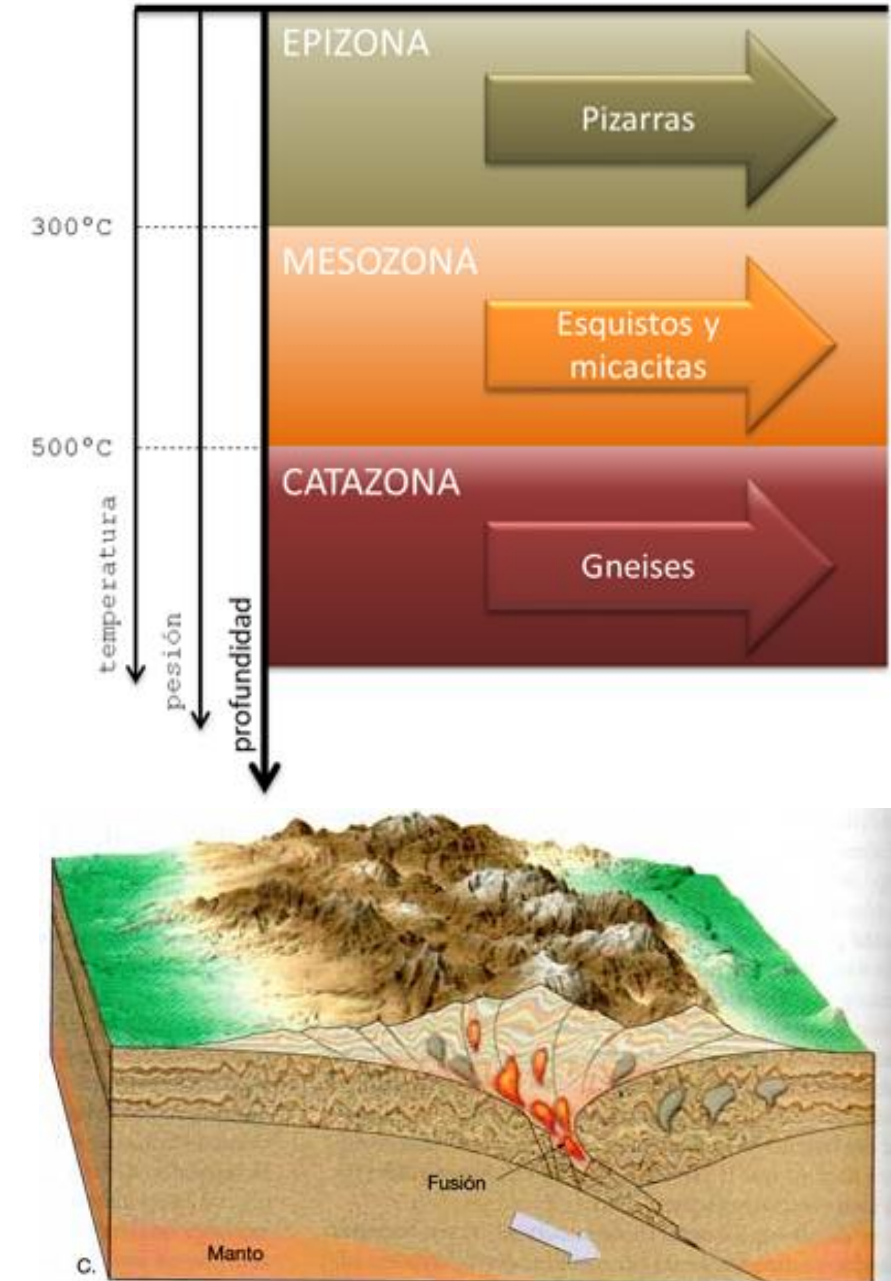
TIPUS DE METAMORFISME SEGONS LES CONDICIONS

- 1 Metamorfismo de enterramiento
- 2 Esquistos azules y eclogitas
- 3 Metamorfismo regional
- 4 Zona donde comienza la fusión
- 5 Metamorfismo de contacto



■ Metamorfisme regional:

- Transformacions amb replegaments a nivell d'escorça (**serralades**) degut a la **P**. Segons la zona exacte...
 - Epizona: la més superficial (baix grau de metamorfisme)
 - Mesozona: grau mitjà de metamorfisme
 - Catazona: ↑ grau de metamorfisme. A la part inferior es pot produir anatèxia
- Gran extensió: escorça continental i oceànica
- Totes les roques generades tenen **foliació**

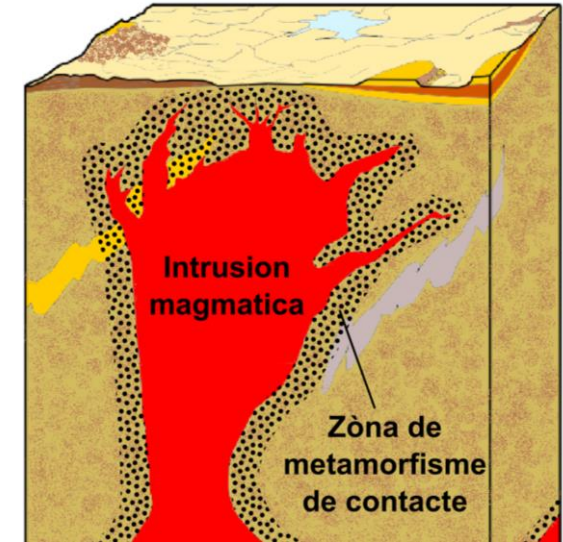


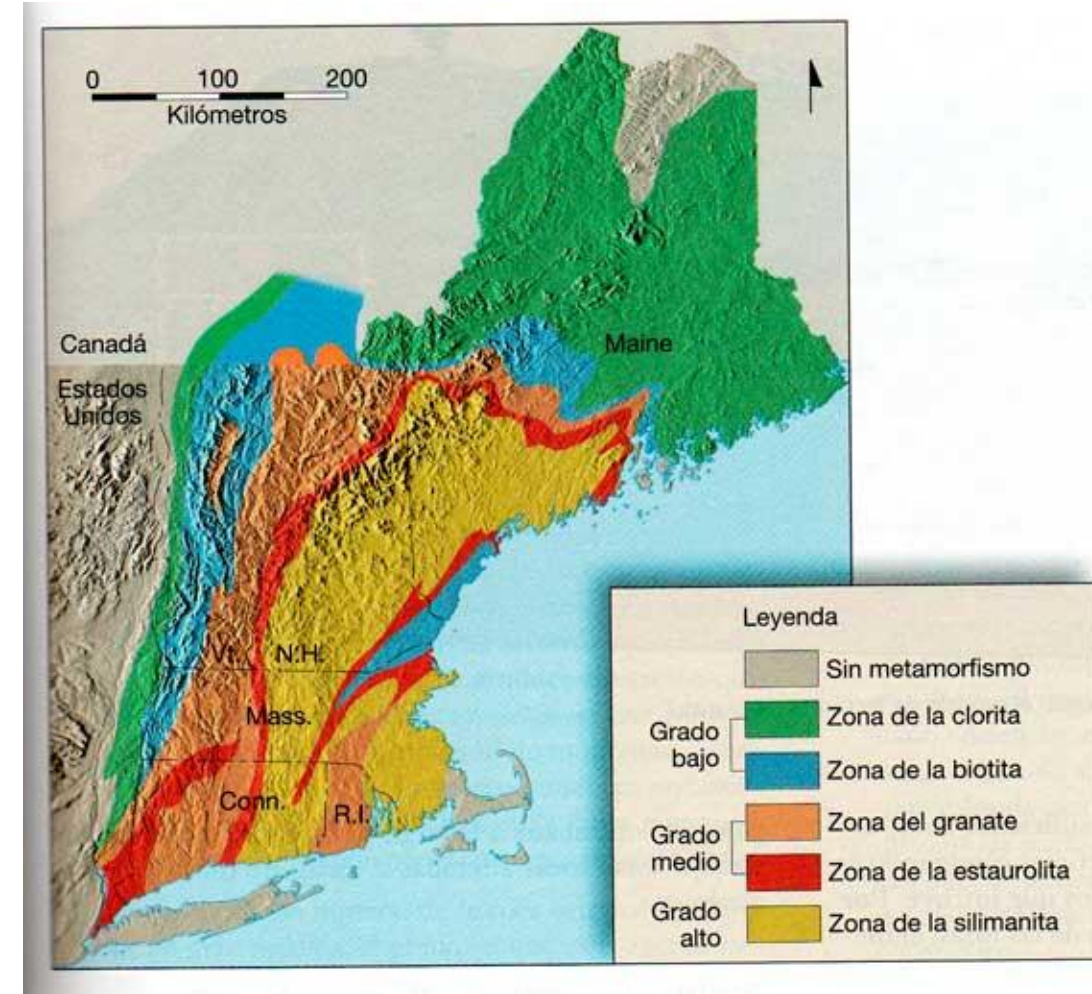
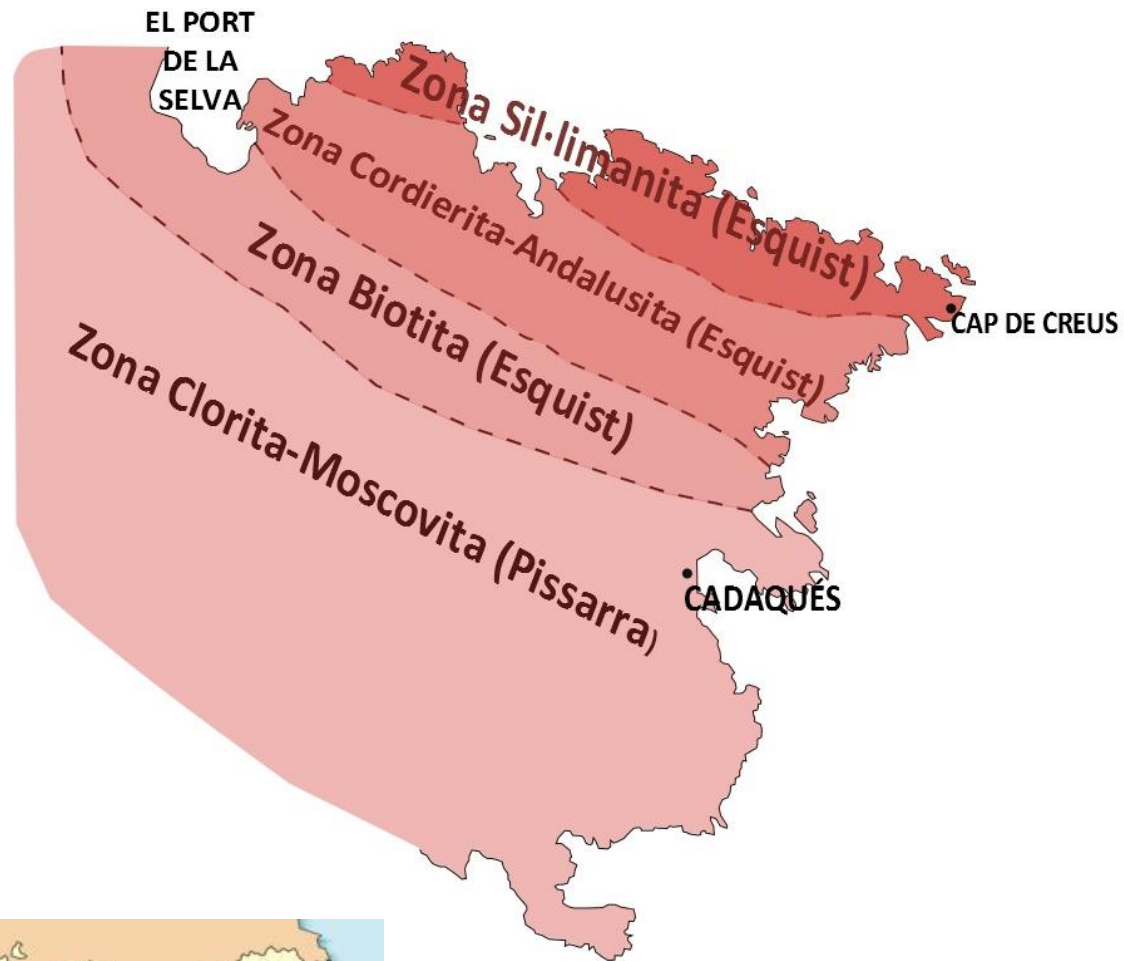
■ Metamorfisme de contact:

- ❑ Transformacions degut al contacte amb el magma
- ❑ Segons la **T**, es generen uns minerals o uns altres → bandes concèntriques al voltant del magma solidificat = **aurèola metamòrfica**

Fig. 19 pàg 110

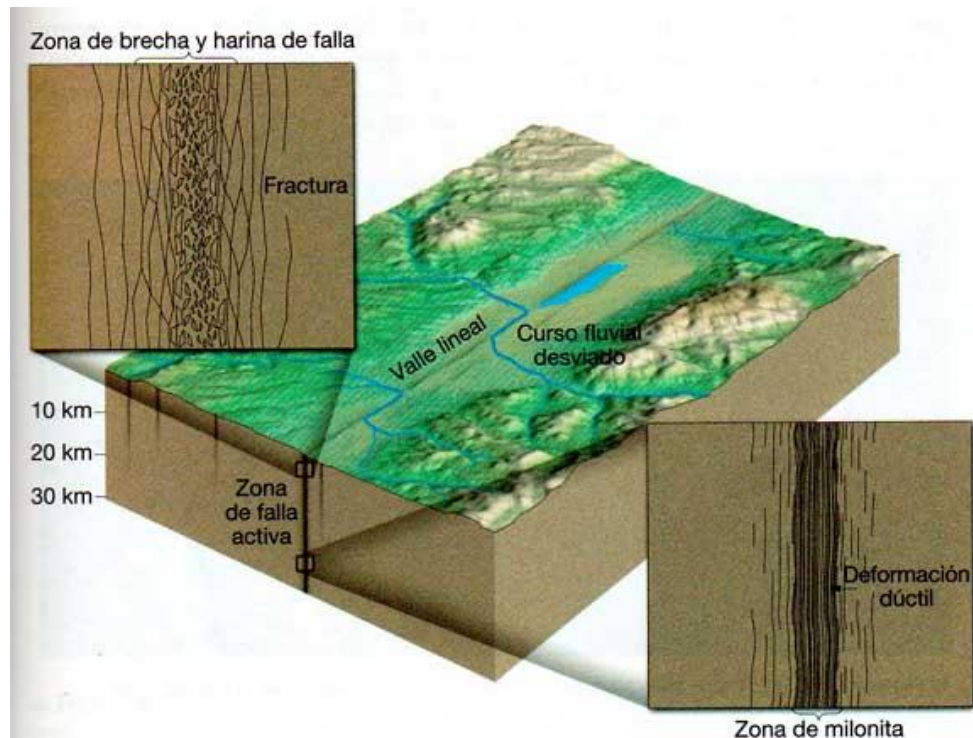
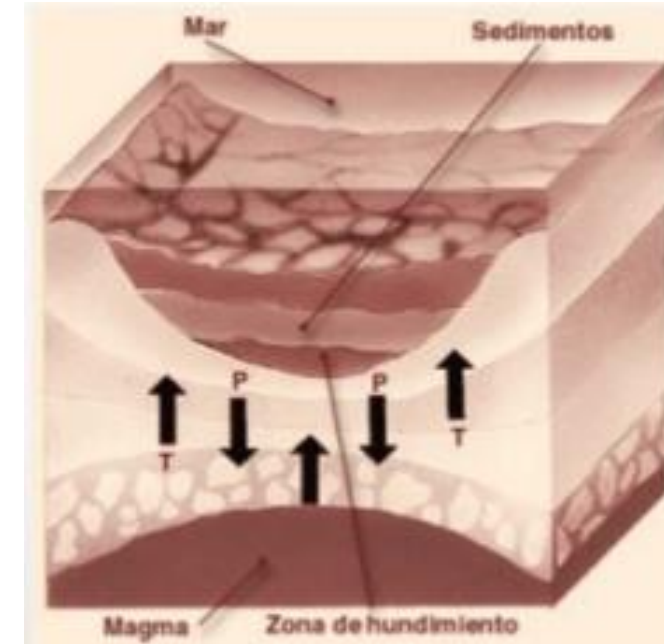
- ❑ Es pot produir metasomatisme → origen de jaciments de minerals amb interès econòmic
 - Si la roca encaixant és una calcària es generen les roques **skarns** → Roca carbonatada + minerals
- ❑ No tenen foliació però presenten un bandejament de minerals





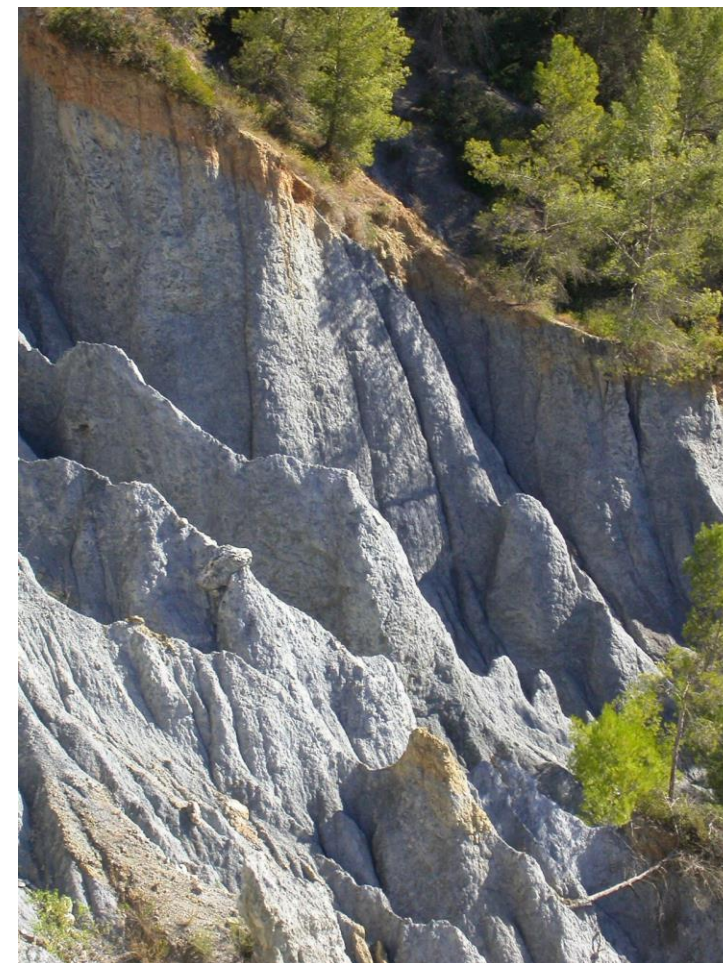
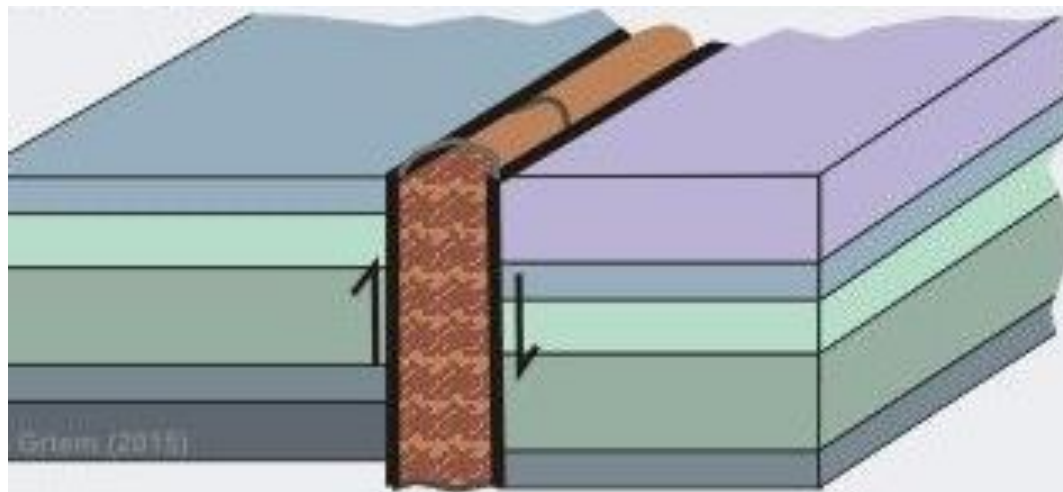
■ Metamorfisme d'enterrament:

- En una conca sedimentària
- Soterrament de materials a partir de 10km de profunditat → reben P → roques metamòrfiques amb foliació



■ Metamorfisme dinàmic:

- En el pla d'una falla: fort fregament que trenca i polvoritza les roques



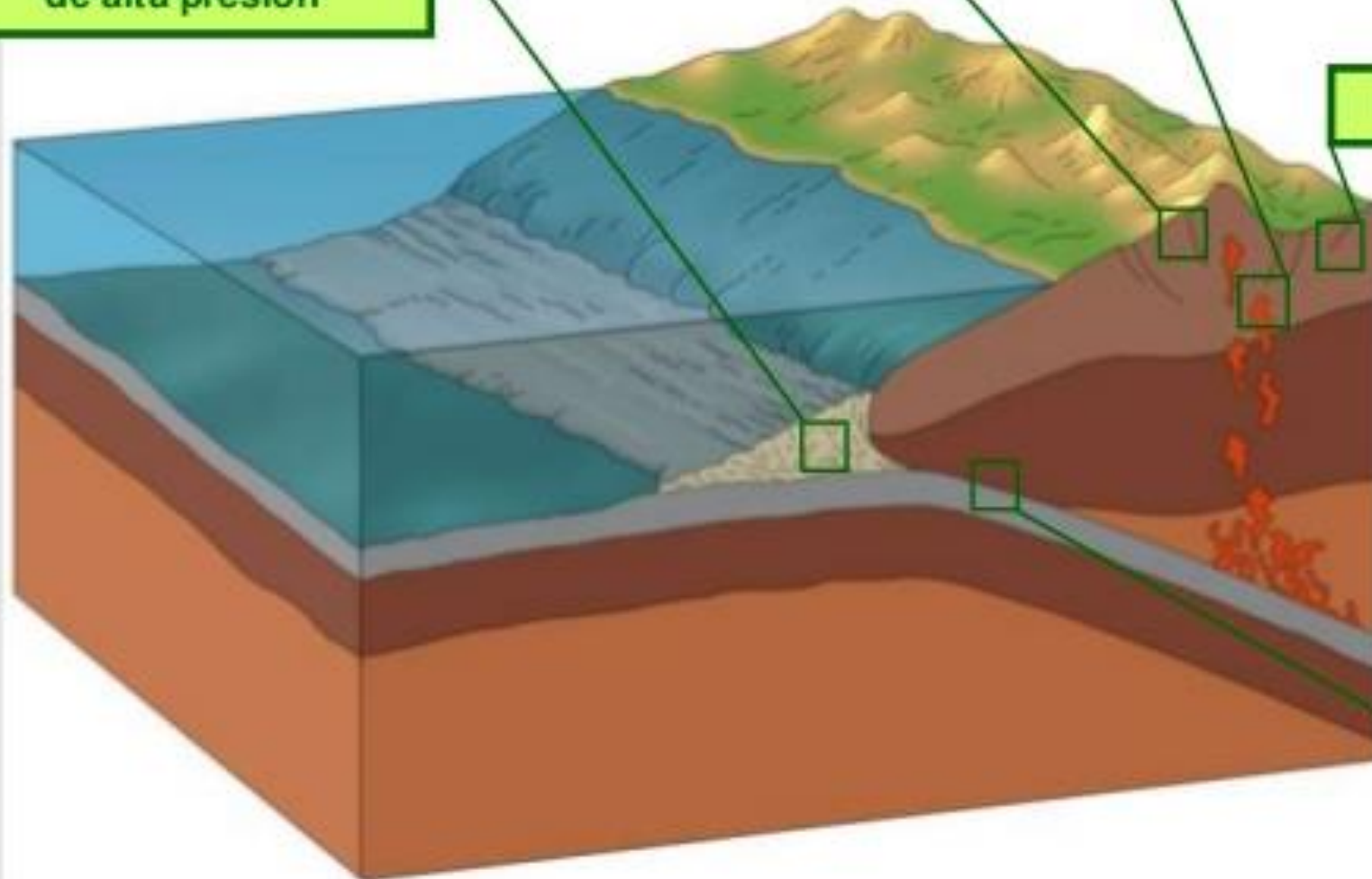
Metamorfismo regional
de alta presión

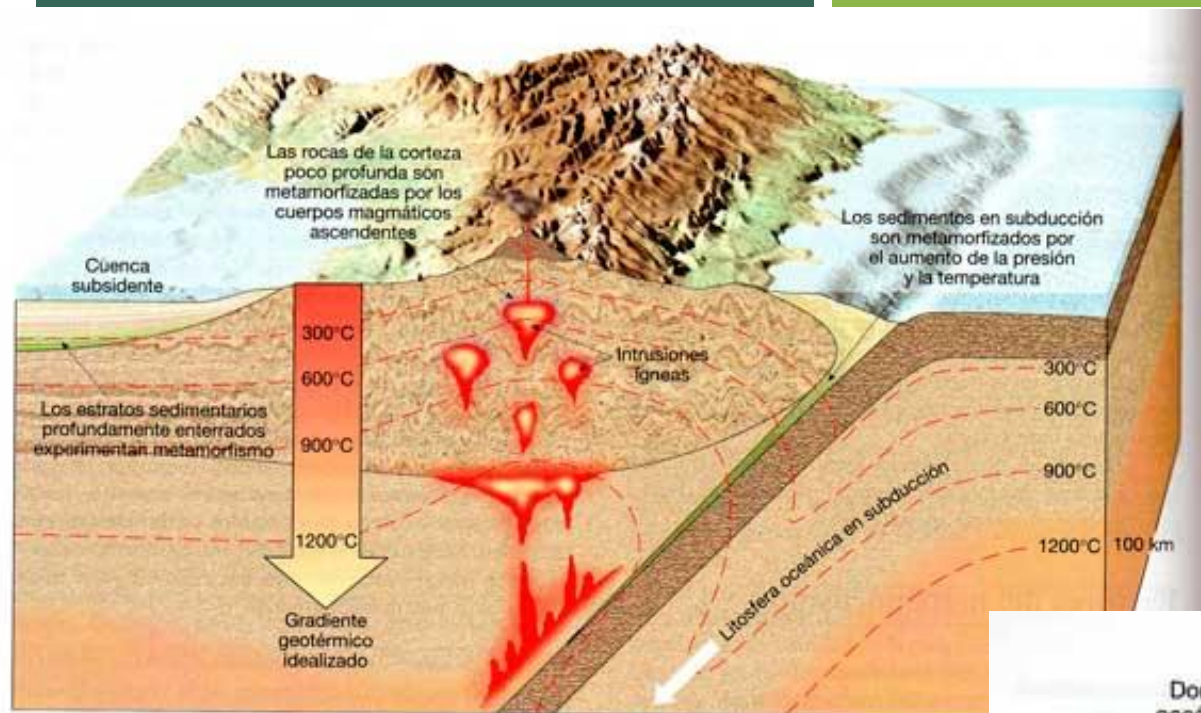
Metamorfismo
dinámico

Metamorfismo
de contacto

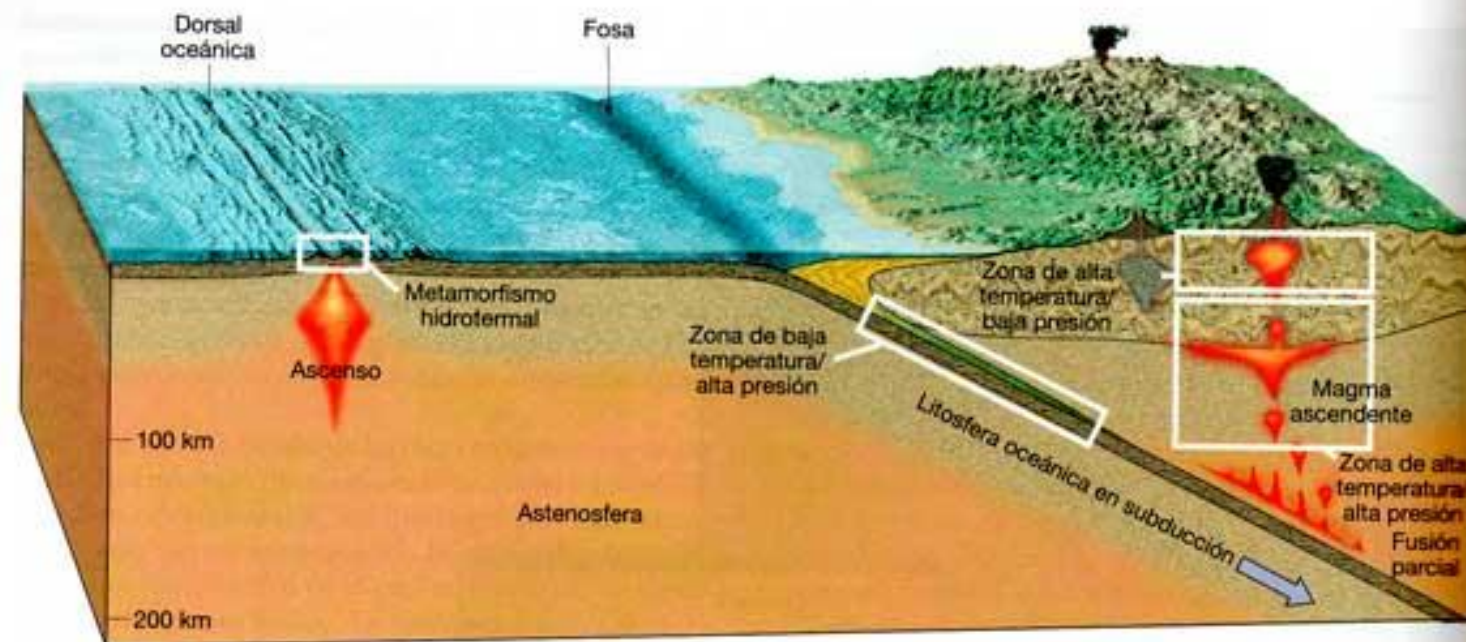
Metasomatismo

Metamorfismo
regional





Metamorfisme segons la tectònica de plaques





III. ORÒGENS



ORÒGENS

→ Grans serralades de muntanyes

Als límits convergents entre plaques continentals → forces de compressió → litosfera s'escurça i engruiximent d'aquella zona de l'escorça

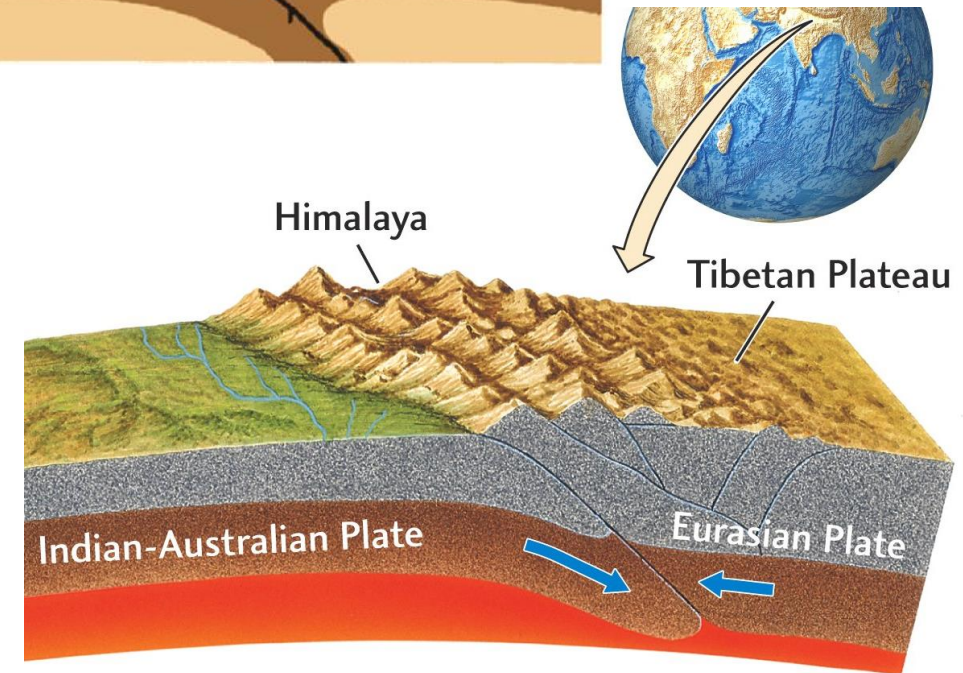
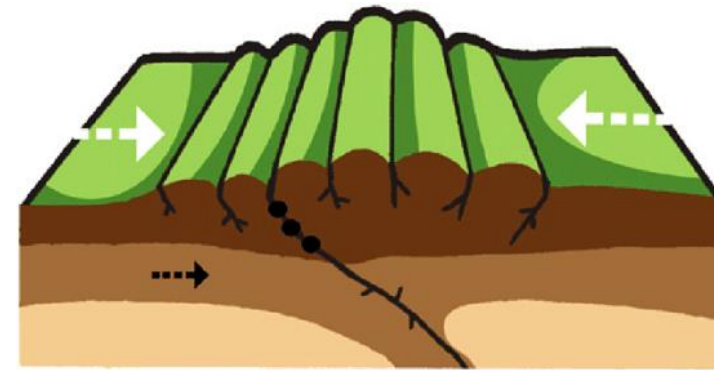
- Deformació de les roques:

- ☞ Plecs, falles inverses, encavalcaments, mantells de corriments...

- ☞ Fenòmens metamòrfics i magmàtics

- ↑ gruix (fins 70km) ja que tenen una “**arrel**” igual de gran que el relleu superficial observable

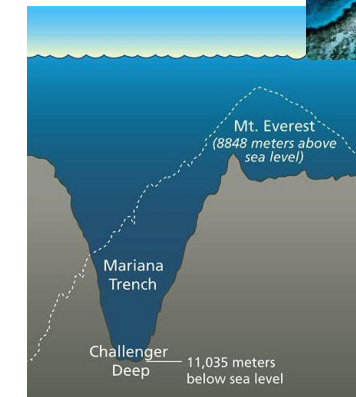
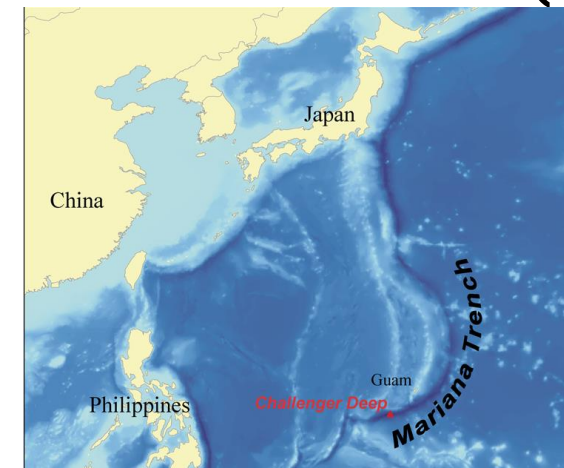
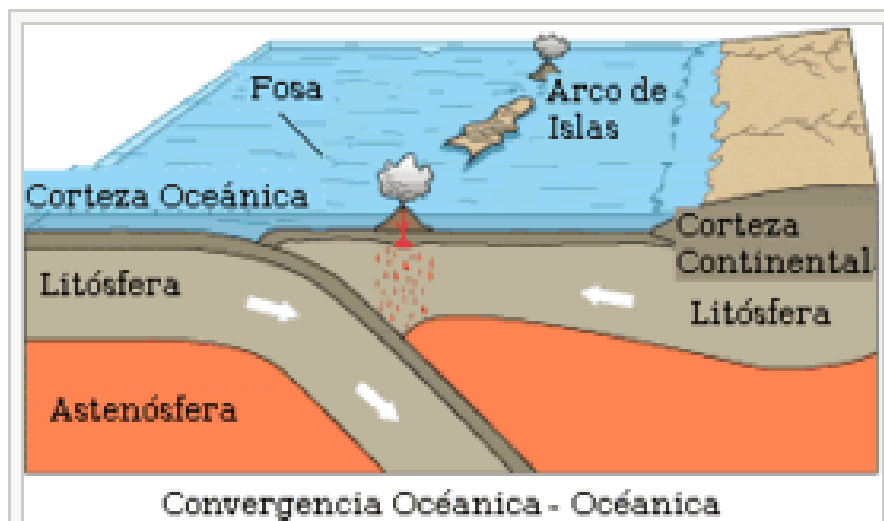
- Procés: **orogènesi** (30-60 milions d'anys)



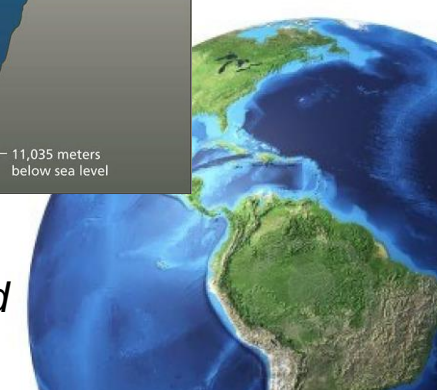
ZONES DE SUBDUCCIÓ

❑ Segons els tipus de plaques que col·lisionen s'obtenen resultats $\neq$:

- **Oceànica-oceànica** (a les fosses oceàniques):
 - Formació arcs d'**illes volcàniques** a la placa que no subdueix
 - Es genera una fossa oceànica molt profunda
 - Ex: fossa del Japó (10.554m) i illes Marianes (11.032m)

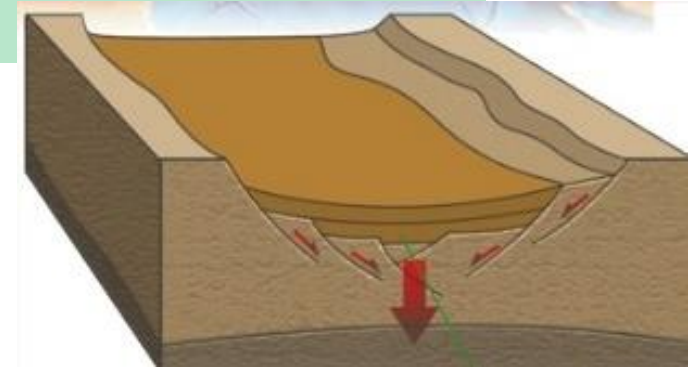


Fossa Challenger és el punt més profund de la Terra mesurat als oceans



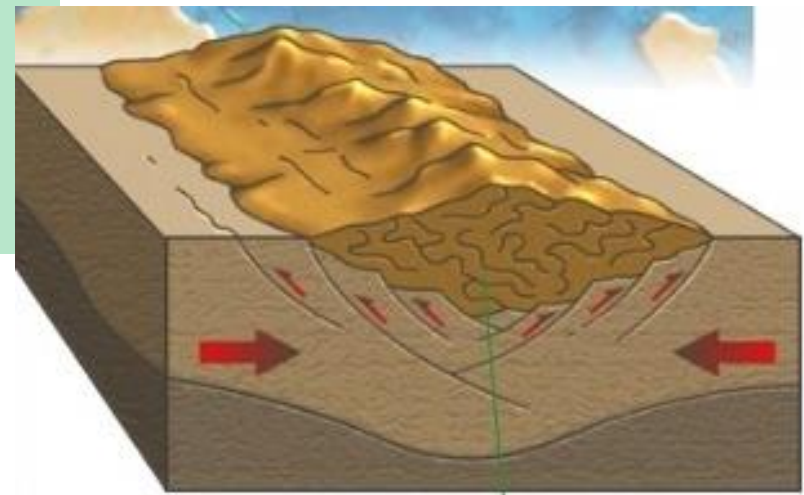
Límit inactiu...

1. Erosió i sedimentació a les conques sedimentàries
2. Acumulació de sediments → s'enfonsen (**subsidiència**) → metamorfisme d'enterrament i/o migmatització o anatèxia



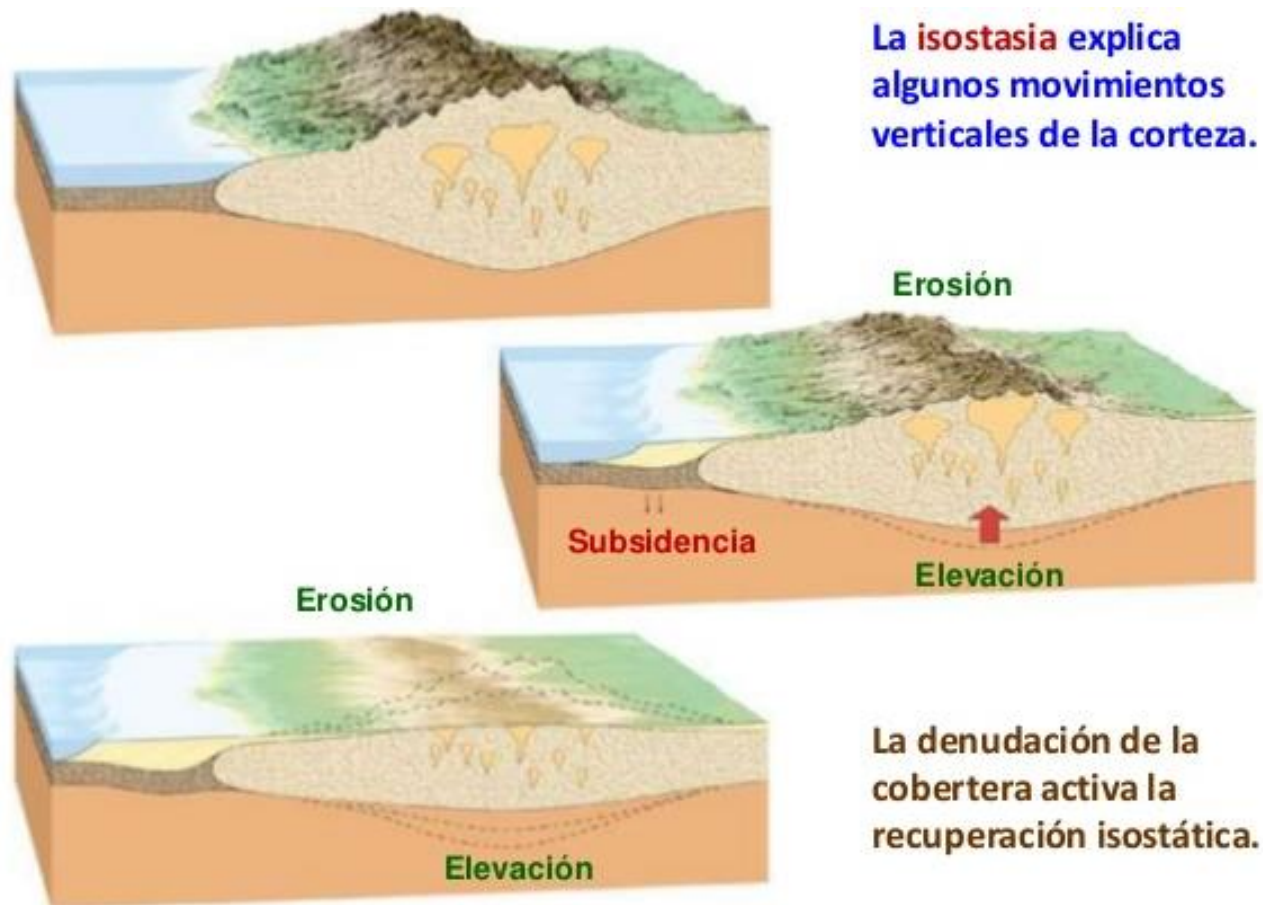
Límit s'activa...

1. Moviments tectònics degut als corrents de convecció interns
2. Inici de l'orogènesi: forces de compressió → plegament i engruiximent de l'escorça (formació de l'orògen i la seva arrel)



Fase **post**-orogènica: després de l'erosió superficial...

Moviment isostàtic: aixecament de litosfera (menys densa que l'astenosfera) per equilibrar el gruix superficial



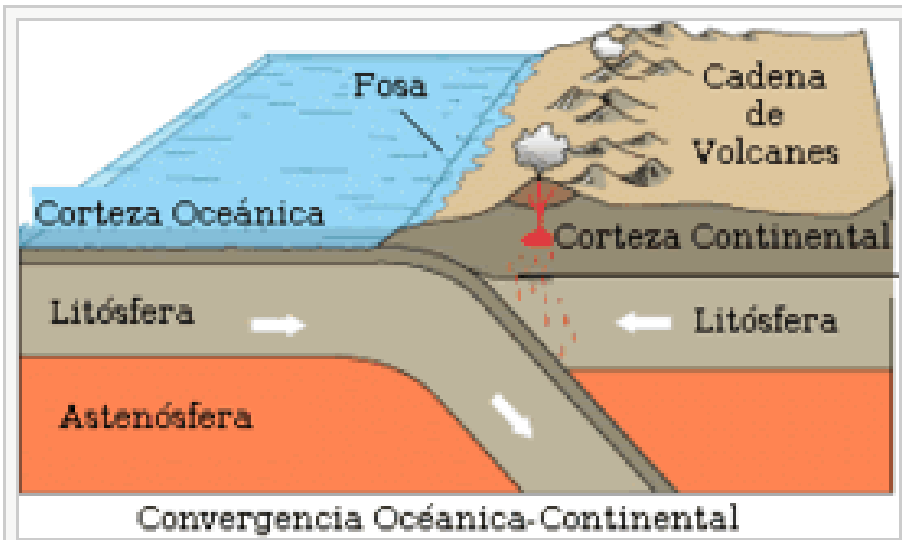
- El moviment isostàtic dura fins que l'escorça i el mantell tornen al seu gruix original (fins que l'orogen desapareix).
- En alguns orògens es pot observar aquest moviment, com a l'Himàlaia (uns quants mm/any)

TIPUS D'ORÒGENS

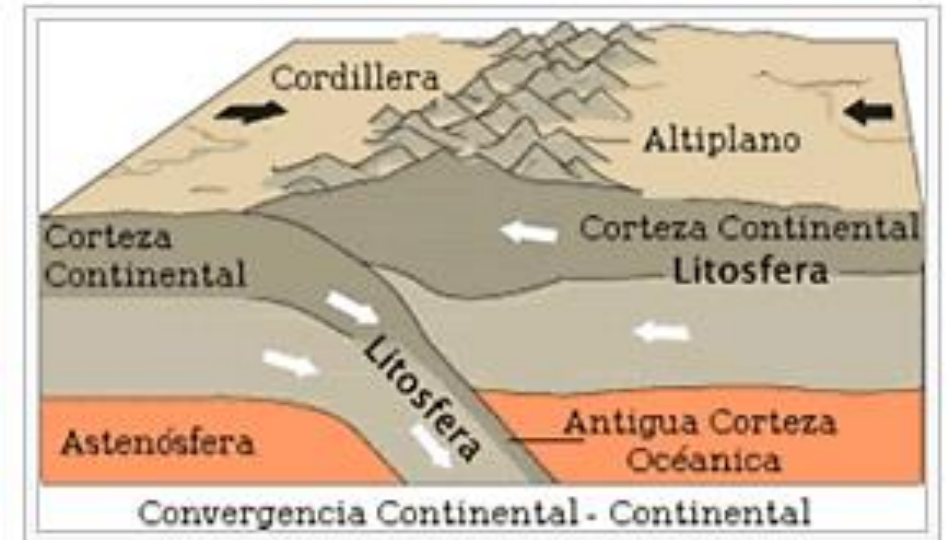
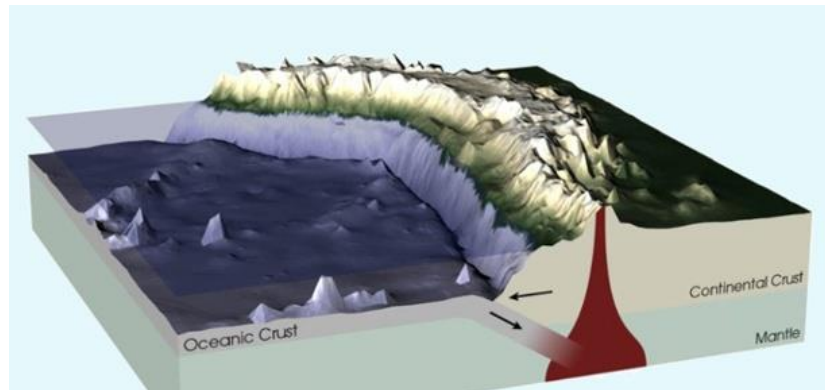
- Segons les plaques:
 - **Oceànica vs continental** (oceànica subdueix) → **orògen andí**
 - Abundants fenòmens magmàtics → vulcanisme
 - Metamorfisme de contacte i regional
 - **Continental vs continental** (deformació de les 2) → **orògen alpí**
 - Plecs, grans encavalcaments i mantells de corriment (escàs magmatisme)
 - Metamorfisme regional
- No obstant, cada serralada té les seves característiques particulars: si desconeixem els límits de plaques que va originar una serralada i l'erosió a modificat les seves característiques no és fàcil classificar-les....

ORÒGENS ANDINS

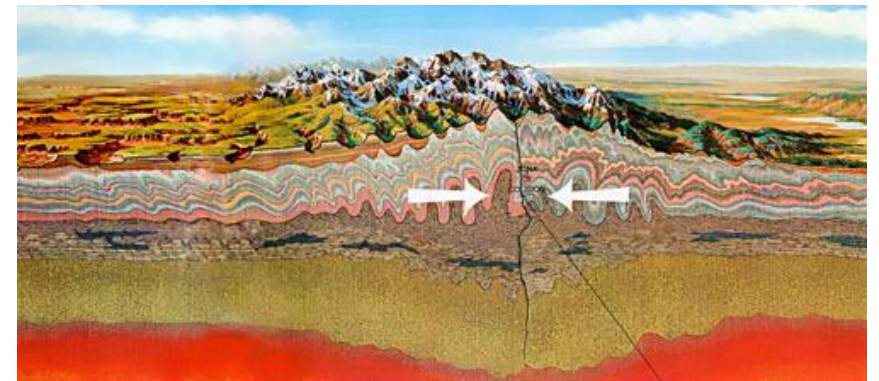
ORÒGENS ALPINS



Ex: Andes, les Rocalloses



Ex: Alps, Pirineus, Caucas, Himàlaia,...



Els Andes

