

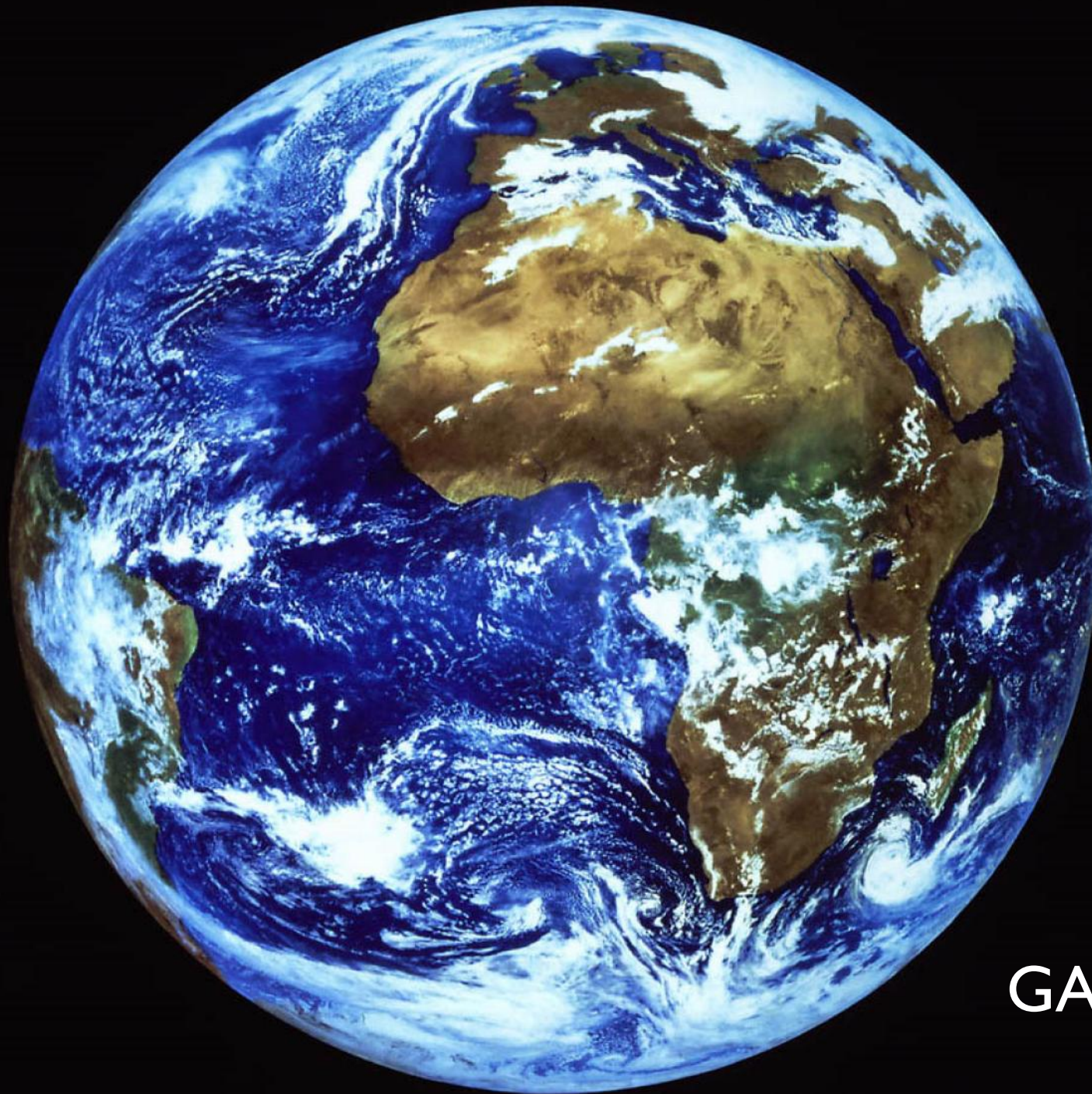


TEMA 1:

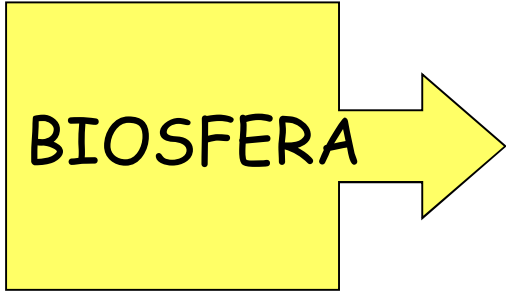
El sistema Terra.

La geosfera

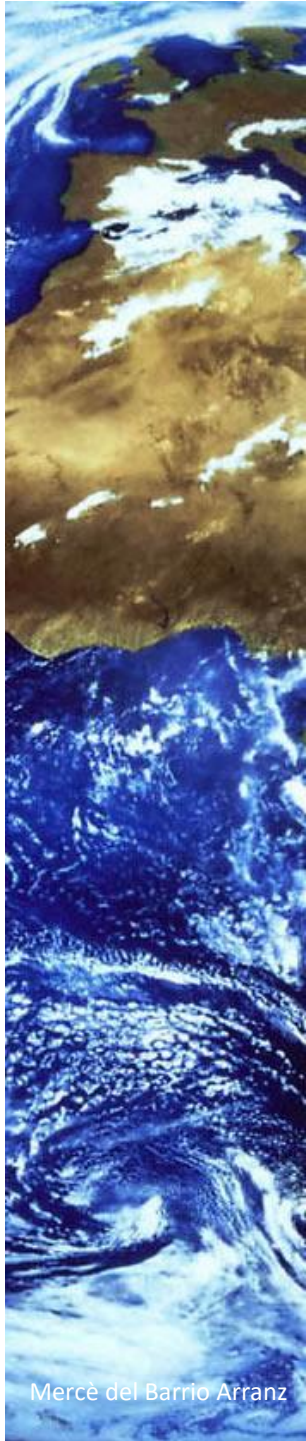




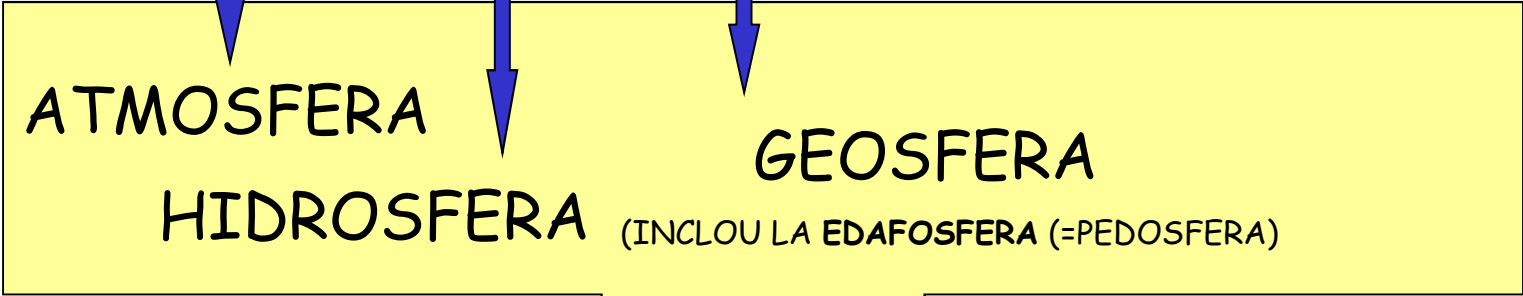
GAIA



**B  
I  
O  
L  
O  
G  
I  
A**



Mercè del Barrio Arranz



**CTMA**



# SISTEMES Y DINÀMICA DE SISTEMES

- ✓ **Sistema:** és un conjunt de parts operativament interrelacionades, en el que unas parts actúen sobre les altres i del qual, allò que interessa considerar fonamentalment, és el comportament global.
- ✓ Un sistema és més que la suma de les seves parts.



Un sistema és alguna cosa més que la suma de les parts que el formen, ja que les interaccions entre si i del comportament global sorgeixen propietats noves, absents en l'estudi de les parts per separat.



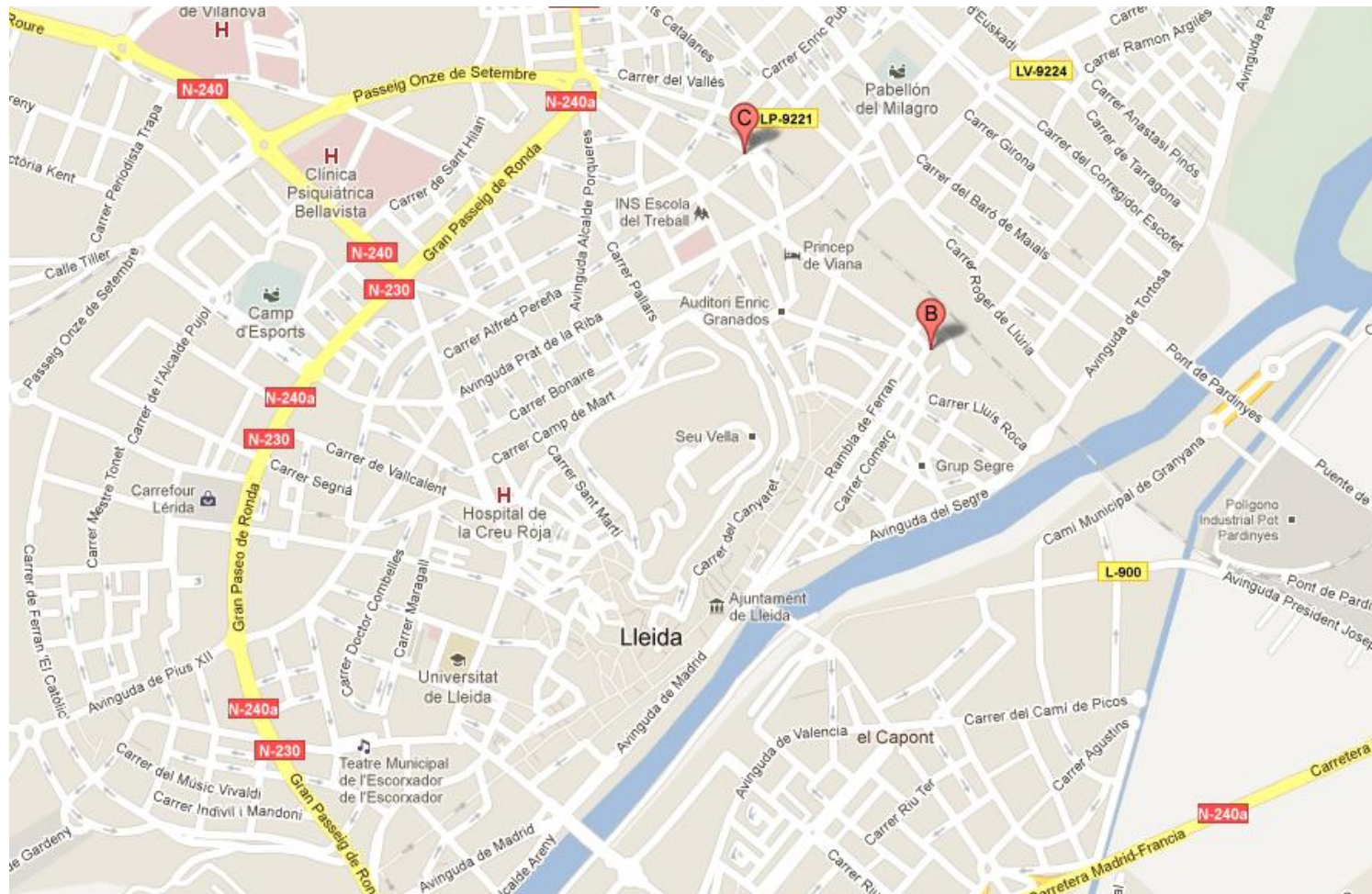
El canvi en una part del sistema afecta a tota la resta i a la seva funcionalitat





## ÚS DE MODELS

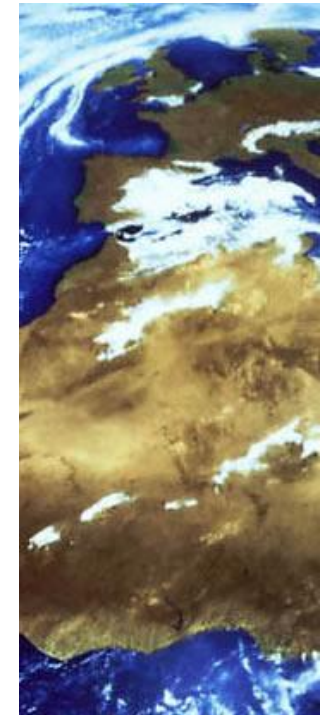
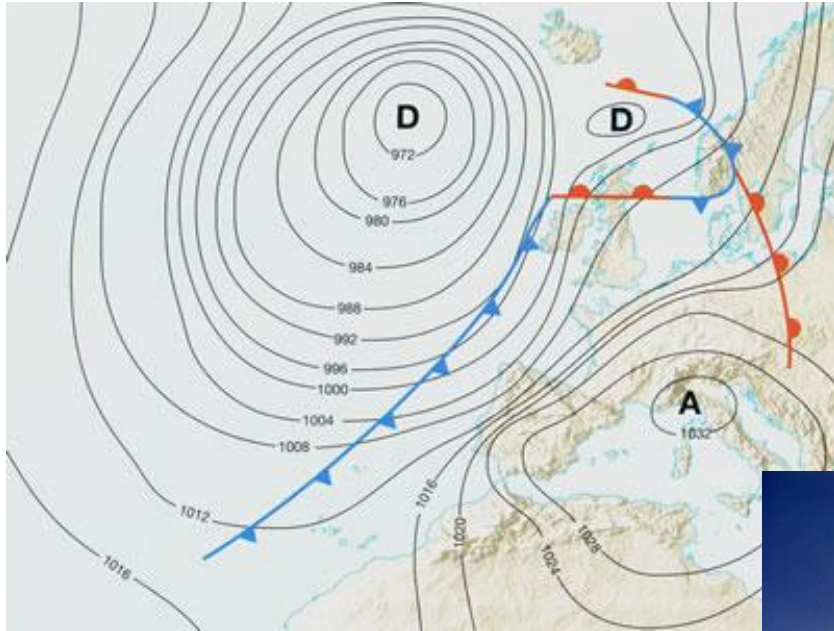
- ✓ Per estudiar la dinàmica dels sistemes s'utilitzen models, és a dir versions simplificades de la realitat.



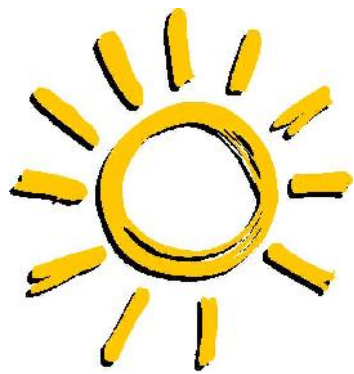
Mercè del Barrio Arranz



- ✓ **Un model no és la realitat. Un model és una simplificació de la realitat i no es aplicable fora de l'entorn per al qual s'ha formulat.**



Un sistema pot considerar-se com una **CAPSA NEGRA** i estudiar-ne els fluxos de matèria, energia i informació que entren i surten d'ell, es tracta d'un enfocament sintètic o holístic, en que s'estudia el funcionament i l'evolució d'un tot.

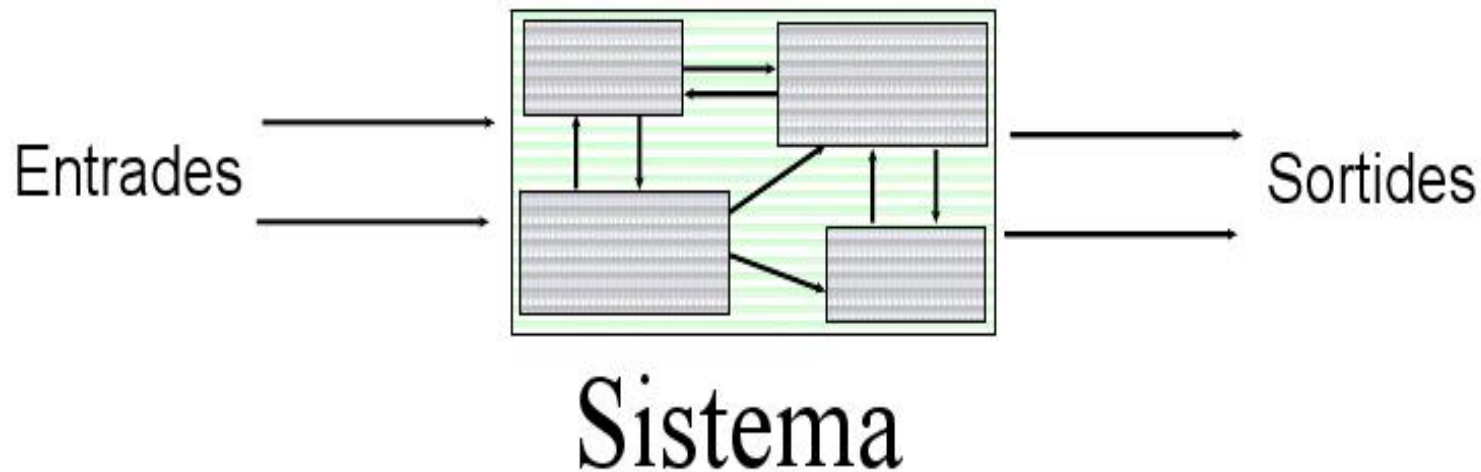


calor - radiació infraroja





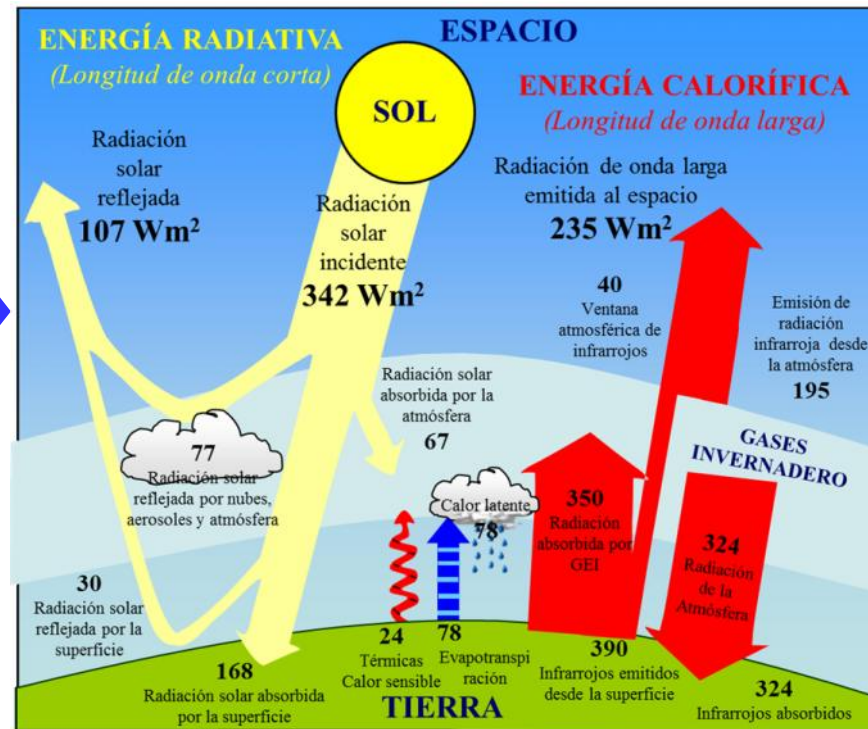
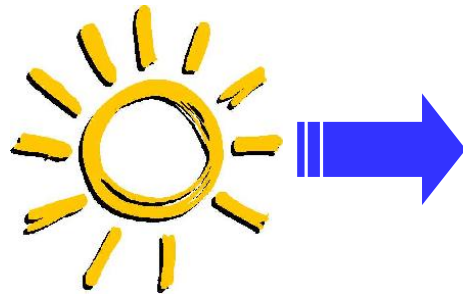
O bé considerar els subsistemes que hi ha en el seu interior i considerar els fluxos i relacions que hi ha entre ells, **CAPSA BLANCA**, que tal d'entendre el funcionament global, es tracta d'un enfocament analític o reduccionista amb l'objecte d'estudiar de manera independent les parts que formen un tot.



- ✓ Hem de trobar les variables que intervenen i unir-les amb fletxes que representen les interaccions.



## SISTEMES Y DINÀMICA DE SISTEMES



Calor = Radiació infraroja



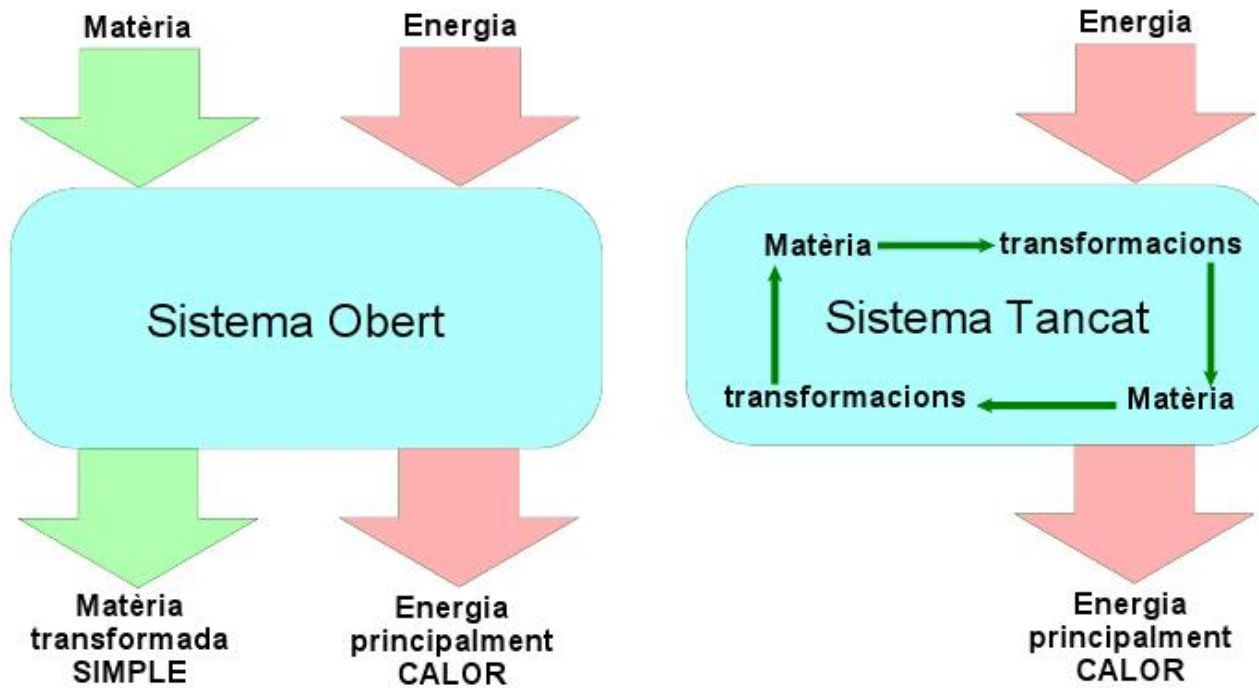
Animació balanç energètic de l'atmosfera:

[http://www.bioygeo.info/Animaciones/Balance\\_energetico\\_atmosfera.swf](http://www.bioygeo.info/Animaciones/Balance_energetico_atmosfera.swf)

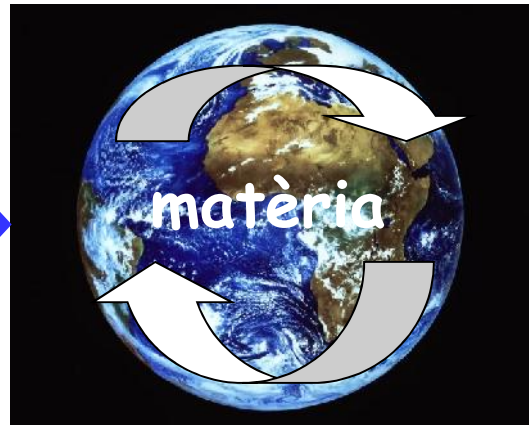
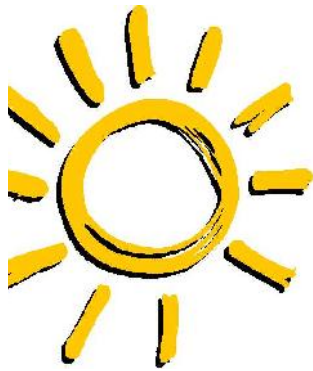


## Tipus de models de sistemes

- ✓ **Oberts:** En ells es produeixen entrades de matèria i energia.
- ✓ **Tancats:** No hi ha intercanvis de matèria, però SI d'energia.
- ✓ **Aïllats:** No hi ha intercanvi de matèria ni d'energia.



# GAIA



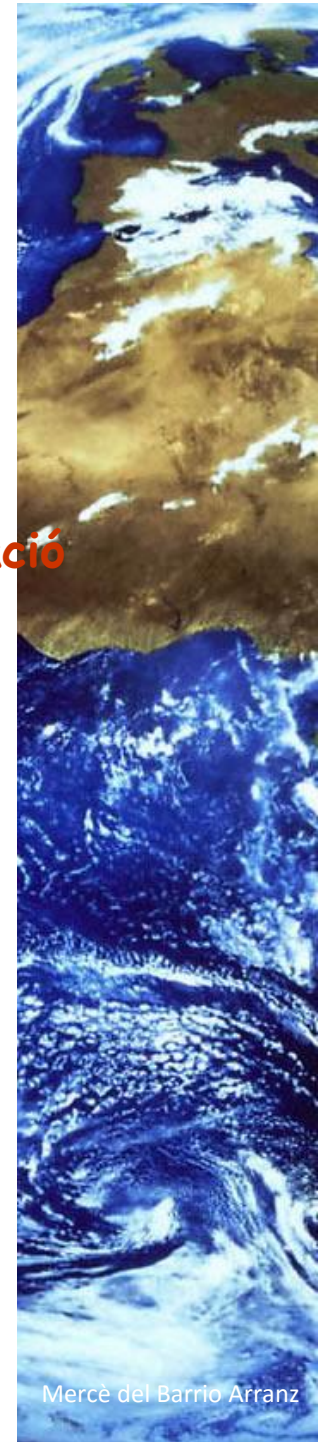
calor - radiació  
infraroja

és un sistema:

Obert?

Tancat?

Aïllat?





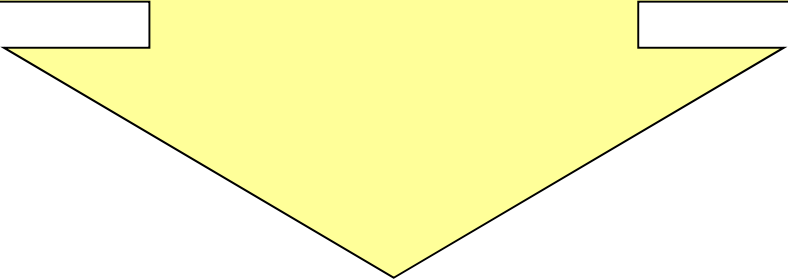
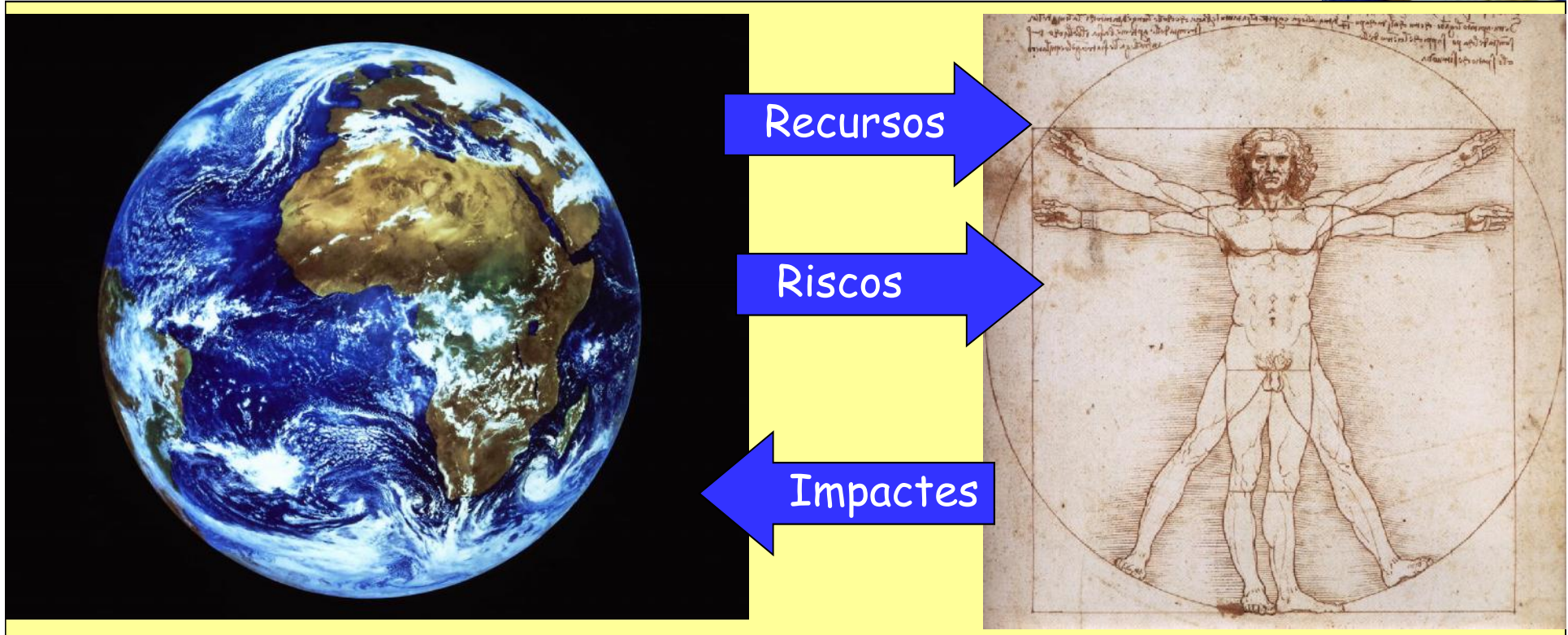
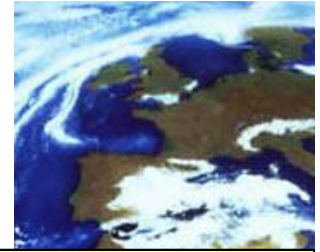


- ✓ El planeta Terra i la vida han coevolucionat i s'han influït mutuament.
- ✓ El planeta té capacitat per controlar el canvis més enllà dels mecanismes químics.

**Es comporta com un ésser viu**



# Els éssers humans com a part del sistema Terra



**Gestió**



Mercè del Barrio Arranz



# Recursos

**Son béns del medi ambient que l'espècie humana utilitza per satisfer les seves necessitats i afavorir el seu desenvolupament.**

Un element natural es considera un recurs quan és útil per a la humanitat i és escàs.

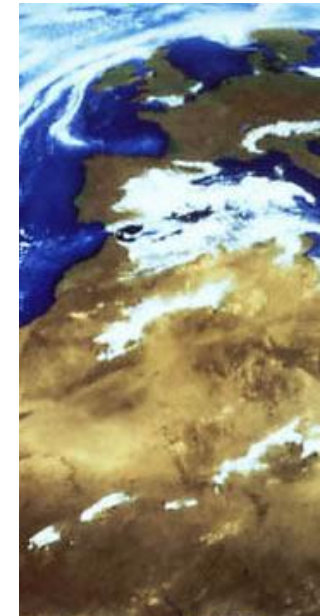
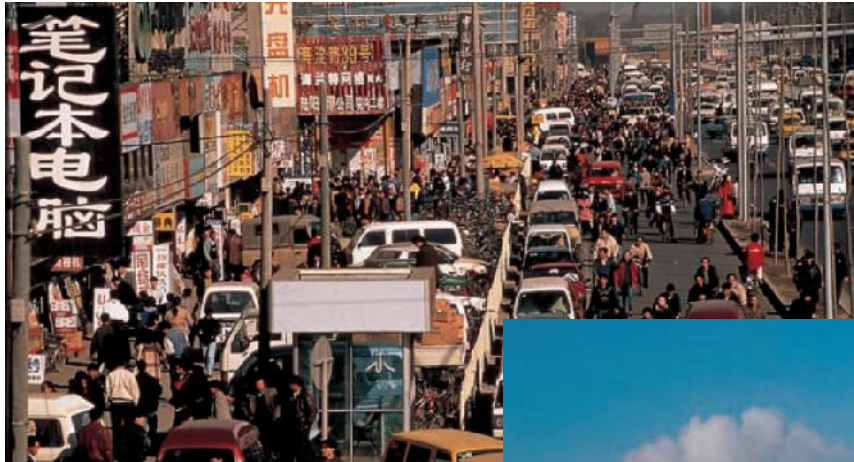
- ✓ **Matèries primeres**
- ✓ **Productes energètics**
  
- ✓ **Recursos renovables.**
- ✓ **Recursos no renovables**



# Impactes

Diversos impactes ambientals provocats per l'ésser humà:

L'explosió demogràfica ha donat lloc a ciutats densament poblades.



Les indústries alliberen diversos contaminants a l'atmosfera.



Moltes substàncies nocives van a parar a les aigües dels rius.



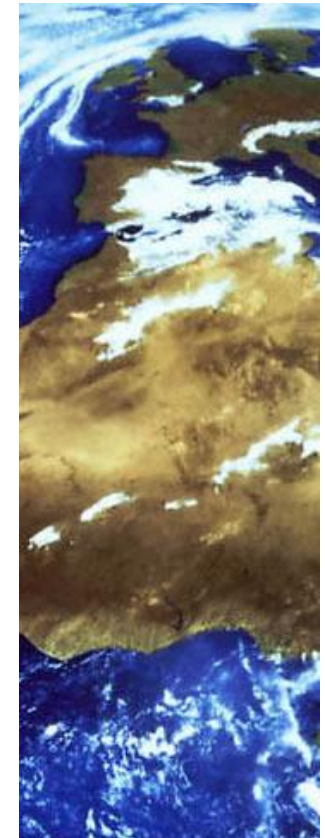
Mercè del Barrio Arranz



# Riscos

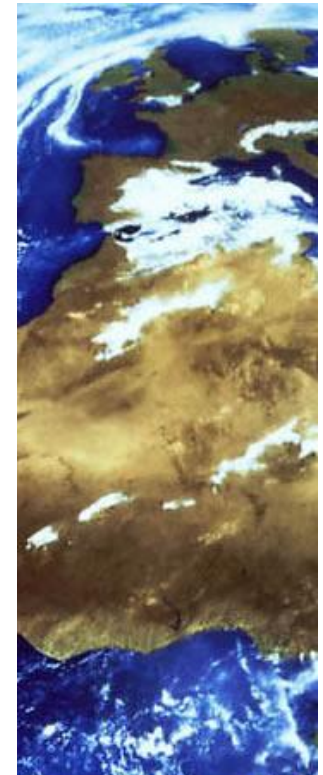
La Terra està evolucionant constantment en una sèrie de cicles. Aquests cicles poden donar lloc a processos que afectin a la població humana ocasionant danys, en aquest cas s'anomenen **riscos geològics**.

- ✓ La majoria de riscos geològics són previsible i mesurables malgrat que son difícils d'acotar en el temps.
- ✓ Alguns són fenòmens de gran violència amb cicles de repetició molt llargs i per tant l'opinió pública els considera inesperats ➡ **desastres o catàstrofes naturals**.





- ✓ En ocasions hi ha accions humanes que ajuden a desescadenar-los ➡ **Riscos induïts**





# Gestió

Procés d'analitzar planificar i controlar la manera com cal utilitzar els recursos per no esgotar-los o malmetre el medi ambient com a conseqüència del seu ús.

Per dur a terme això cal prendre una sèrie de **MESURES**.

## Mesures preventives

Intenten evitar els impactes o els riscos a partir del coneixement del medi.



AIA



## Mesures correctores

Intenten disminuir els danys produïts quan ja s'ha presentat el problema.





A satellite view of Earth showing the African continent and surrounding oceans. The text "La geosfera" is overlaid in white. The image shows the Earth's surface with blue oceans, white clouds, and brown and green landmasses. The African continent is the central focus, with the Atlantic Ocean to the west and the Indian Ocean to the east. The text "La geosfera" is written in a white, sans-serif font across the middle of the image.

# La geosfera



# Origen de l'univers i del sistema solar

## Origen del univers

Vídeo 1 [http://www.youtube.com/watch?v=\\_AmFcBWBAoY&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=_AmFcBWBAoY&feature=related)

Vídeo 2 <http://www.youtube.com/watch?v=j0wksT7UuRk&feature=related>

Vídeo 3 <http://www.youtube.com/watch?v=QOat1I9VzBE&feature=related>

Vídeo 4 <http://www.youtube.com/watch?v=qeBOQxLNNMk&feature=related>

Vídeo 5 <http://www.youtube.com/watch?v=42tpWBY7r6o&feature=related>

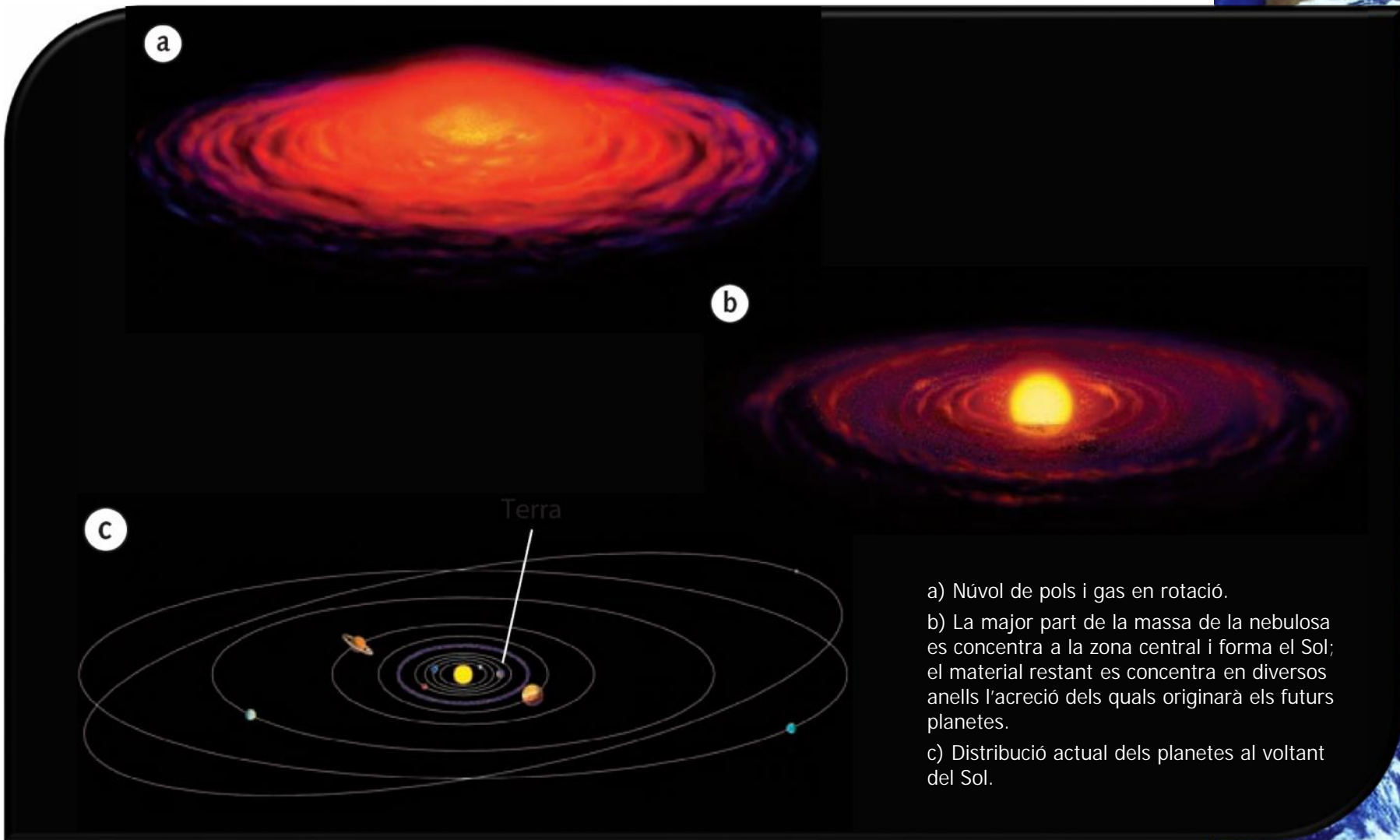
## Origen sistema solar

Resum: <http://www.youtube.com/watch?v=OzU8-Q1jGtQ&feature=related>

Capítol 1: [http://www.youtube.com/watch?v=IR\\_daID5shc&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=IR_daID5shc&feature=related)



## La formació del sistema solar: model nebular



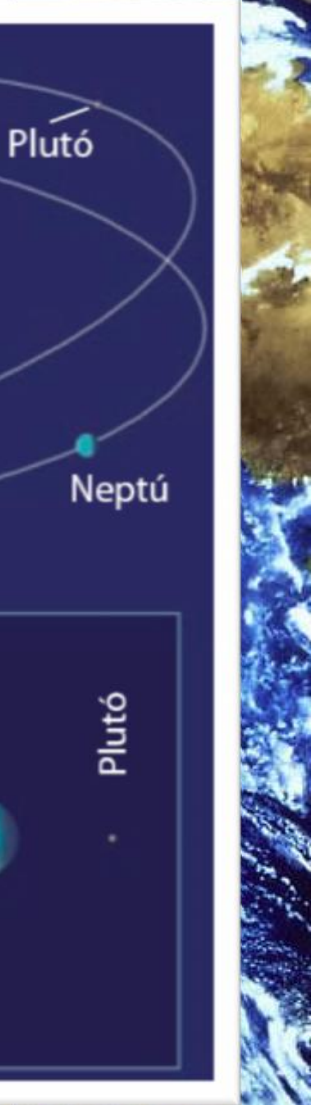
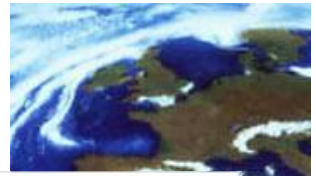
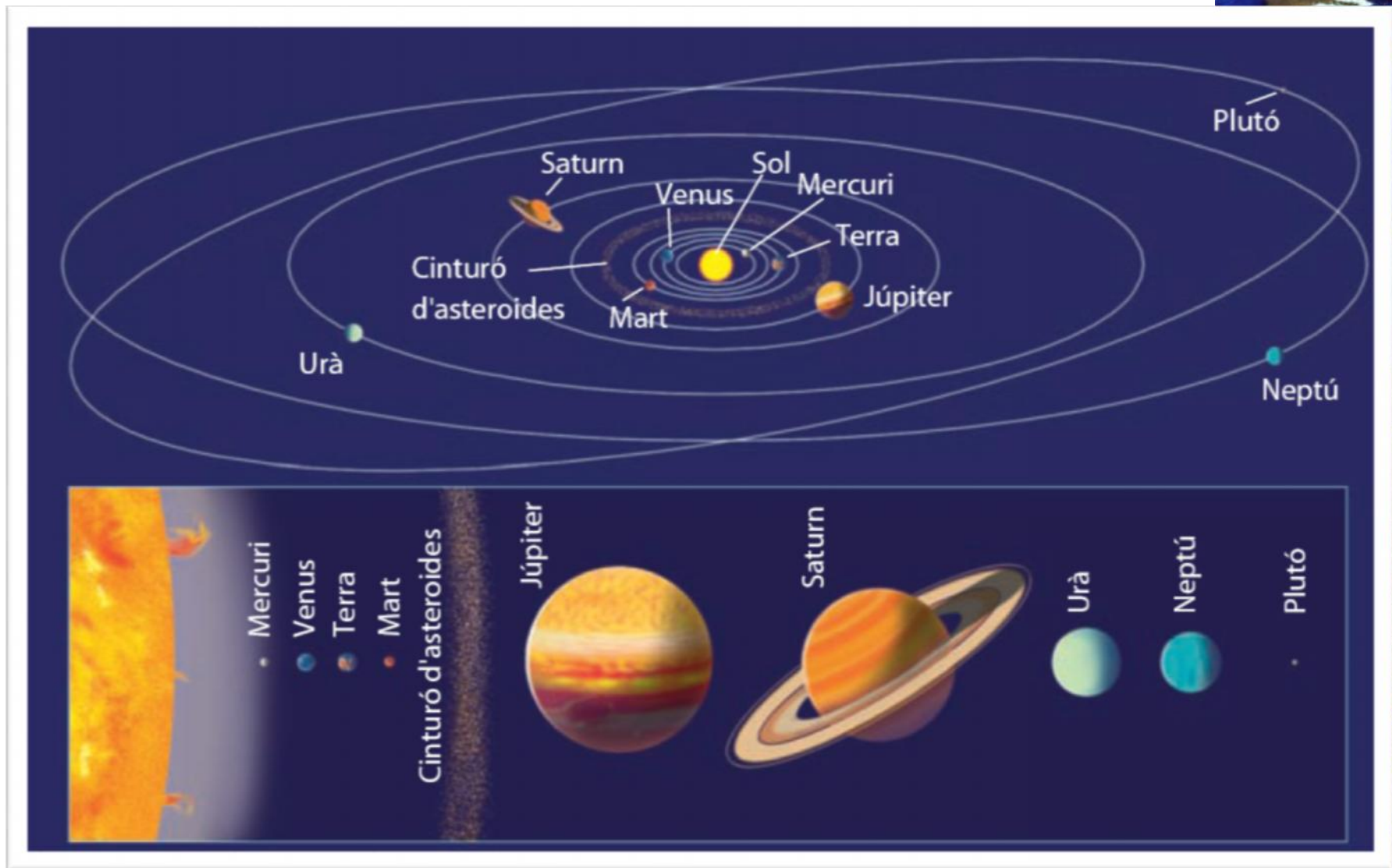
a) Núvol de pols i gas en rotació.

b) La major part de la massa de la nebulosa es concentra a la zona central i forma el Sol; el material restant es concentra en diversos anells d'acreció dels quals originarà els futurs planetes.

c) Distribució actual dels planetes al voltant del Sol.



# La Terra, un planeta dins el sistema solar



# La Terra, un planeta dins el sistema solar



## Document

### Algunes dades del sistema solar

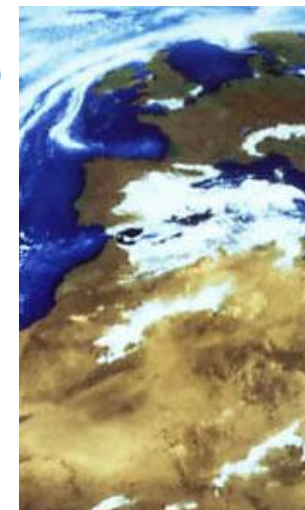
A partir de les dades de la taula contesta les preguntes següents:

Nom astres	Distància al Sol (milions de km)	Densitat	Massa ( $\times 10^{21}$ kg)	Diàmetre (km)		Durada any (unitats terrestres)	Durada dia (unitats terrestres)	Sistema solar a escala	
				equatorial	polar			diàmetre	distància
Sol		1,41	$19\,866 \cdot 10^5$	1 392 530	1 392 530			3 metres	
Lluna		3,33	81	3 476	3 476	27,3 dies	27,3 dies		
Mercuri	57,9	6,1	326	4 878	4 878	88 dies	55 dies		
Venus	108	5,13	4 881	12 104	12 104	225 dies	243 dies		
Terra	150	5,52	5 975	12 756	12 714	1 any	1 dia		
Mart	225	3,38	643	6 794	6 759	1,9 anys	24,6 hores		
Júpiter	775	1,33	1 896 700	142 800	134 200	11,9 anys	10 hores		
Saturn	1 420	0,71	567 600	120 000	108 000	29,7 anys	10,5 hores		
Urà	2 866	1,3	87 130	52 000	49 000	83,7 anys	10,7 hores		
Neptú	4 500	2,2	101 900	48 400	47 000	166 anys	15,8 hores		

1. Segons les dades de la taula, les velocitats de rotació dels planetes interiors és més alta o més baixa que la dels planetes exteriors?
2. Quin és el planeta que més s'ajusta a una esfera? I el que menys?
3. Per quina raó és tan aplanat Júpiter?
4. Compara la densitat de la Terra respecte als altres astres del sistema solar.
5. A la Lluna, com és la durada de l'any respecte a la durada del dia? Quina conseqüència té aquest fet?
6. Omple les dues columnes finals de la taula a escala partint d'un Sol de 3 m de diàmetre.



# La Terra, un planeta del sistema solar: Rotació i translació



Simulador de translació/rotació:

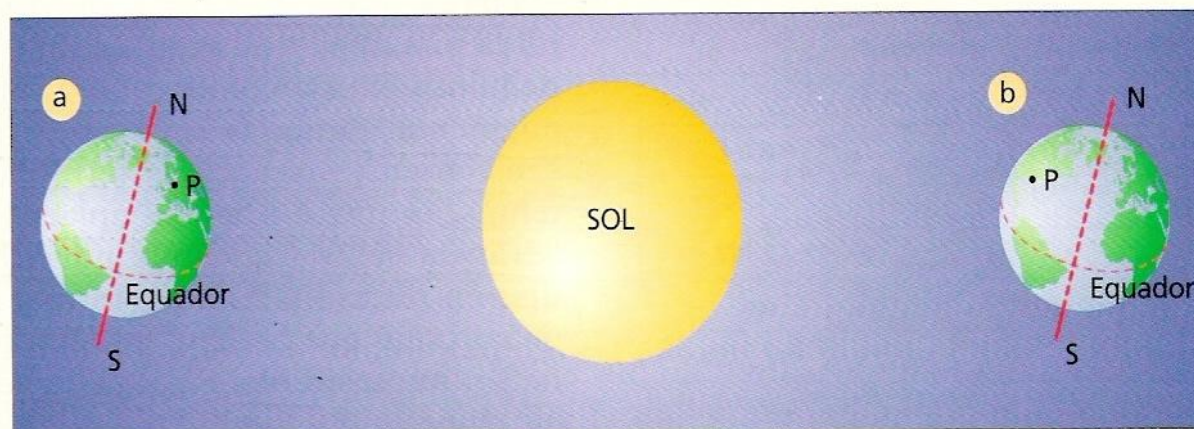
<http://www.xtec.cat/~mmulet/SimSol/index.htm>

## Interpretació

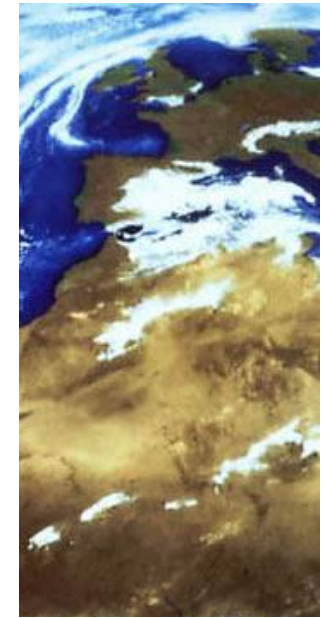
El que determina les estacions de l'any és l'angle d'incidència de les radiacions solars sobre la superfície de la Terra.

Fixa't en els punts *P* de la figura.

1. Quin dels dos hemisferis rep més quantitat de radiació en cada cas?
2. En quin dels dos casos, *a* o *b*, serà hivern? Justifica la resposta.
3. En quin dels dos casos hi haurà la nit més curta? Perquè no és igual en tots dos casos?
4. Què passaria si l'eix de rotació de la Terra fos perpendicular a l'eclíptica?



# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra



- Mètodes directes: treball de camp, pous, sondatges, mines,....

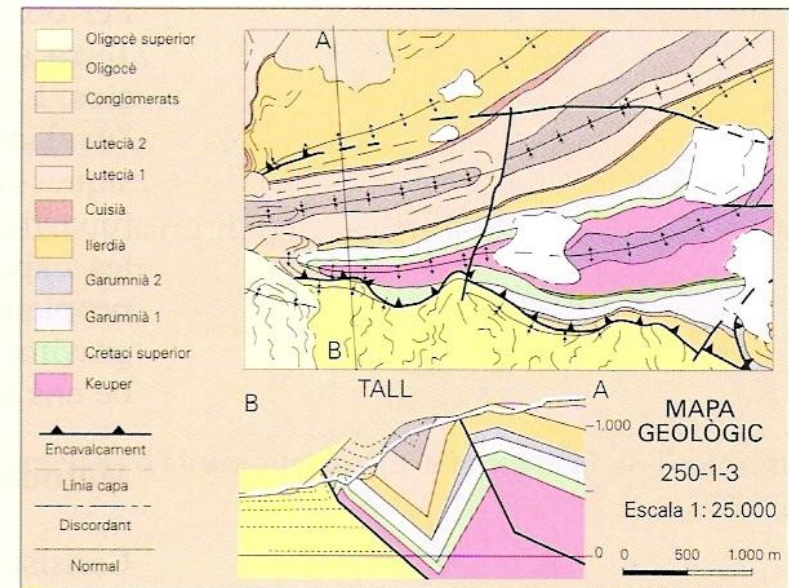
## Document

### El mapa geològic

La figura mostra la representació, en un mapa topogràfic, dels afloraments rocosos. En aquest mapa es distingeixen les diferents litologies amb colors diversos i, amb una simbologia convencional, els tipus de contactes entre les unitats litològiques.

A partir del mapa es fan talls interpretatius de l'estructura per sota de la superfície. Una altra informació addicional són les columnes estratigràfiques, esquemes sedimentaris, esquemes tectònics, etc.

1. En aquest mapa, què representen els colors verdosos?
2. A quina profunditat arriba el tall geològic?
3. Explica alguna aplicació del mapa geològic.





# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra

- Mètodes indirectes (geofísics):

- ✓ Mètode sísmic
- ✓ Mètodes gravimètrics
- ✓ Mètodes magnètics
- ✓ Mètodes elèctrics
- ✓ Mètodes geotèrmics
- ✓ El estudi dels meteorits

Gravímetre



Camps d'aplicació i instruments de mesura dels principals mètodes geofísics utilitzats per a l'estudi de l'interior de la Terra.

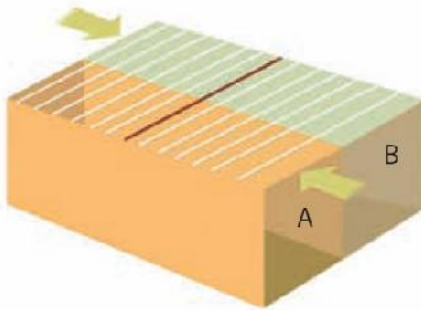
Mètode	Sísmic	Tèrmic	Magnètic	Gravimètric
Informació que aporta de l'interior de la Terra	Estructura i composició	Flux de calor	Variacions del camp magnètic	Distribució de masses i densitat, i estudis d'isostàsia
Altres camps d'aplicació	Exploració d'hidrocarburs i risc sísmic	Risc volcànic	Exploració minera	Exploració d'hidrocarburs i de jaciments minerals
Instrument de mesura	Sismògraf i geòfon	Termògrafs i instruments per mesurar l'emissivitat infraroja a partir d'imatges aèries	Magnetòmetre	Gravímetre

# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

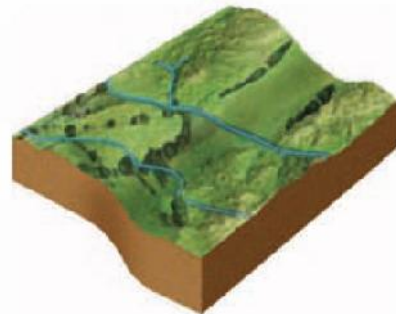
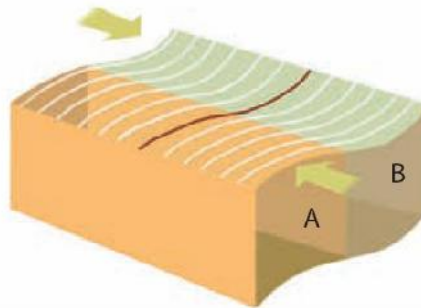
## Terratrèmols

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

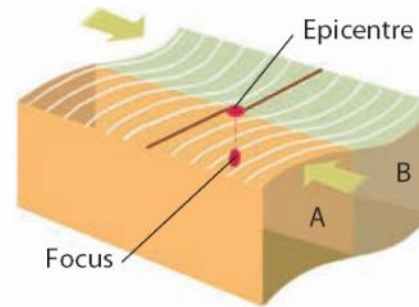
A. Posició original



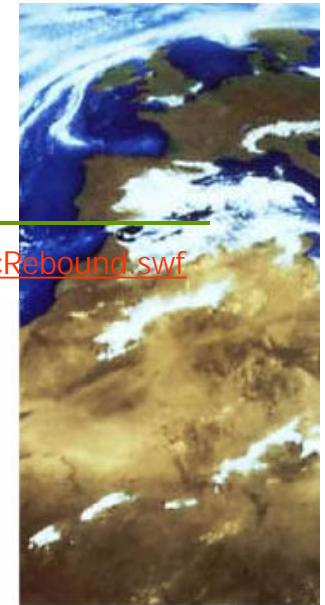
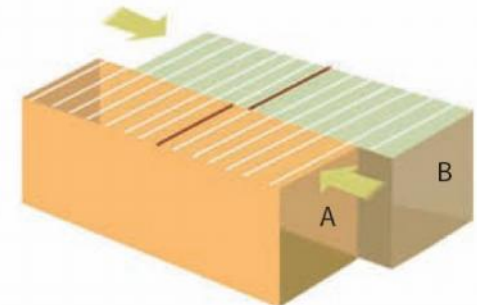
B. Augment de la deformació



C. Terratrèmol



D. Relaxació d'esforços

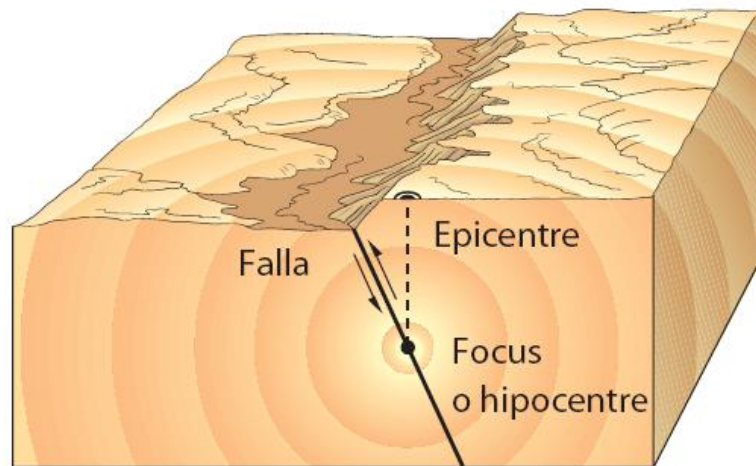


Mercè del Barrio Arranz



## Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

### Terratrèmols: epicentre i hipocentre

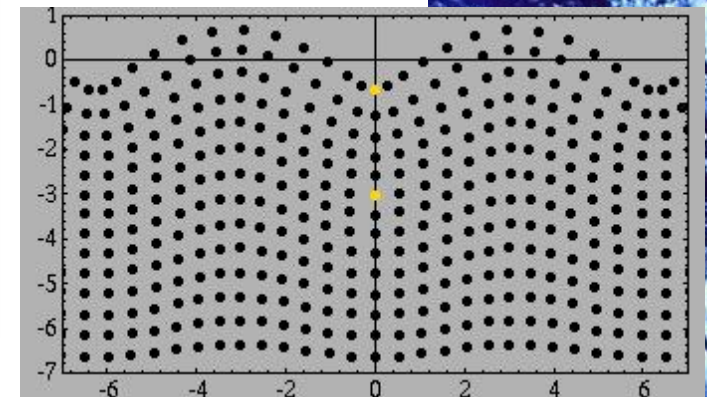
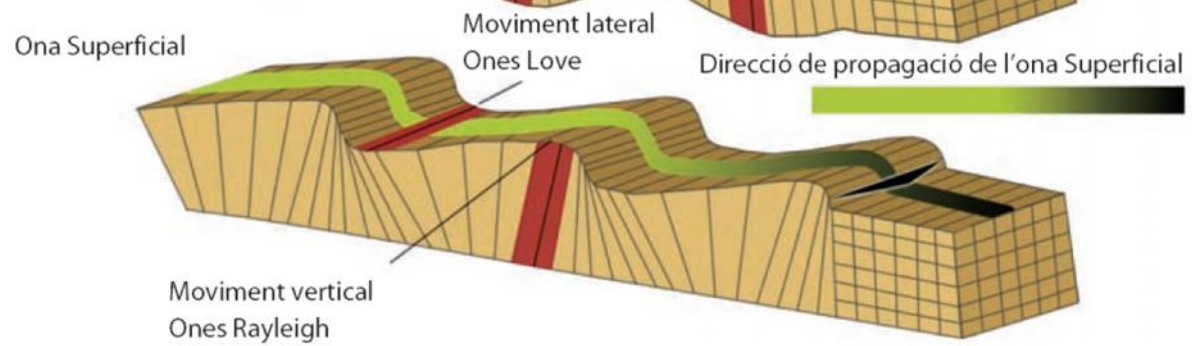
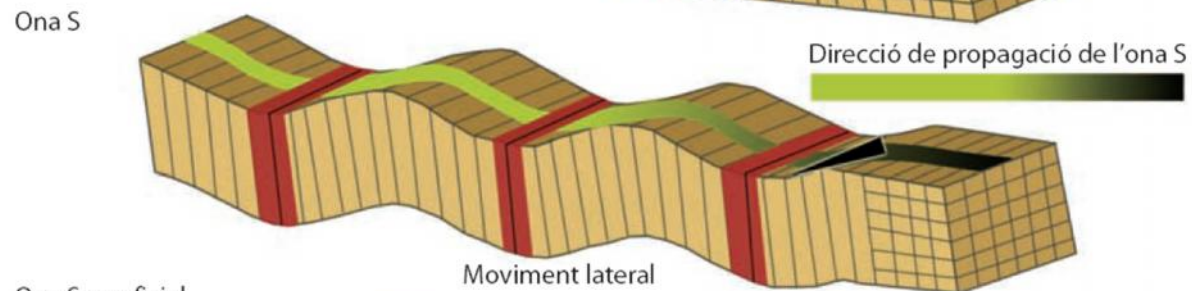
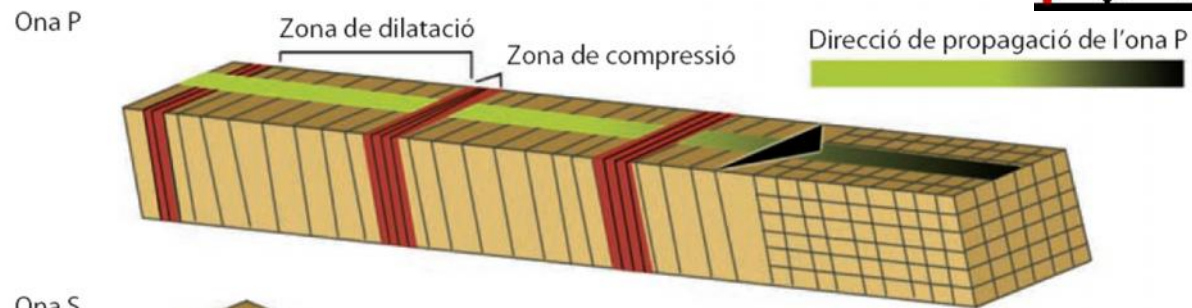
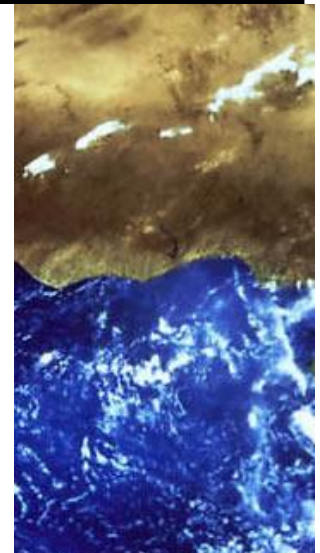
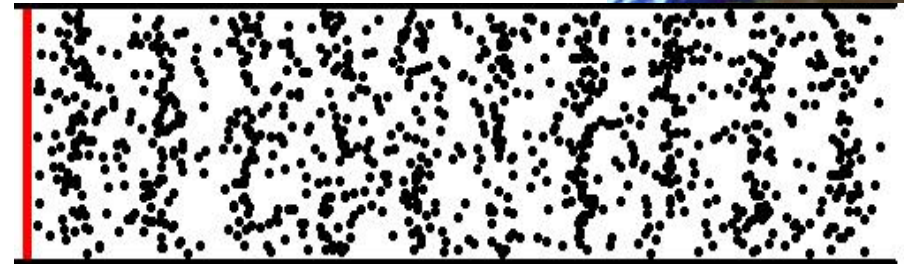


Relació entre l'epicentre i l'hipocentre, o focus, d'un terratrèmol. En aquesta figura també es mostra el front d'ones que radia en totes direccions a partir del focus del terratrèmol.



# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

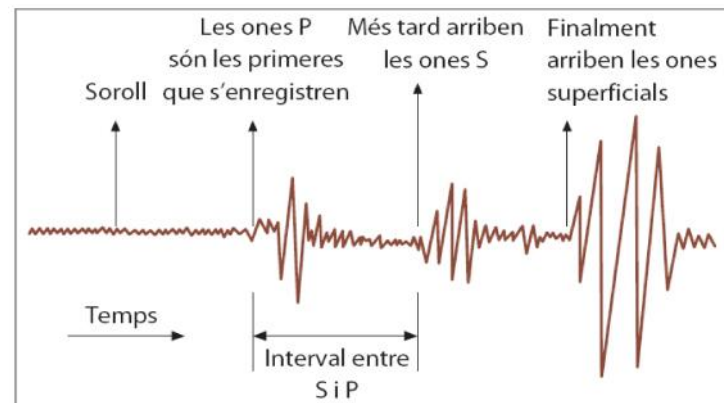
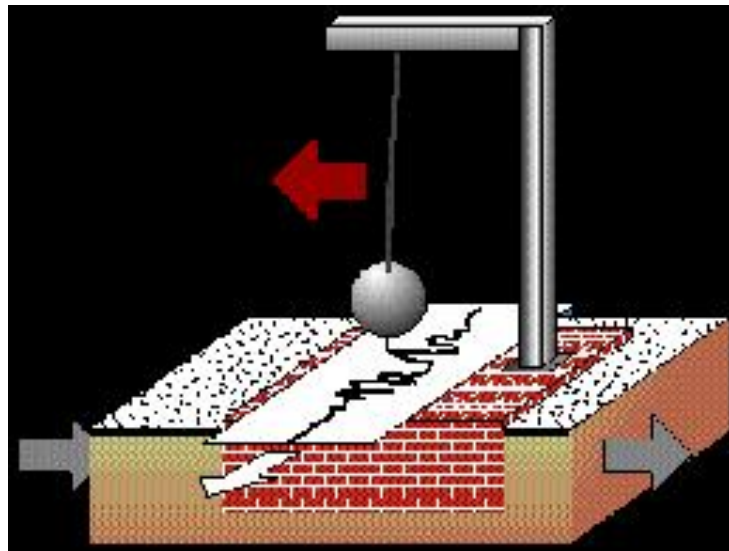
## Terratrèmols: ones sísmiques (1)





# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

## Terratrèmols: ones sísmiques (2)



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

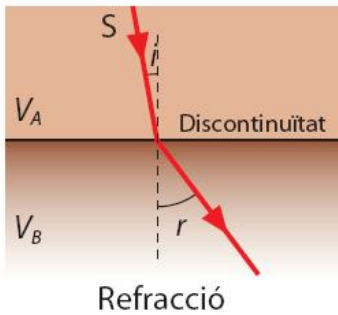
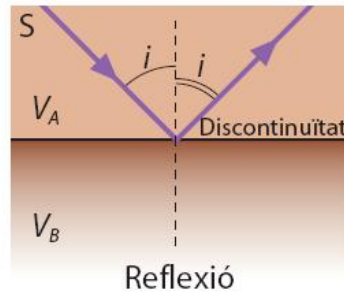
[Animació 1 / 2](#)



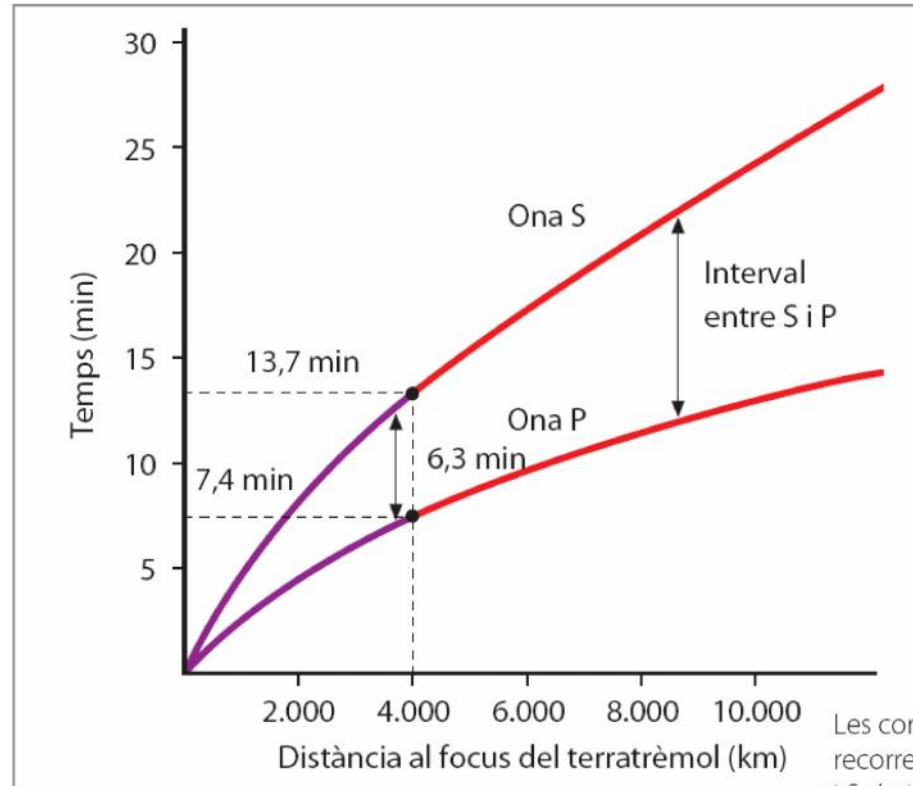
Mercè del Barrio Arranz

# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

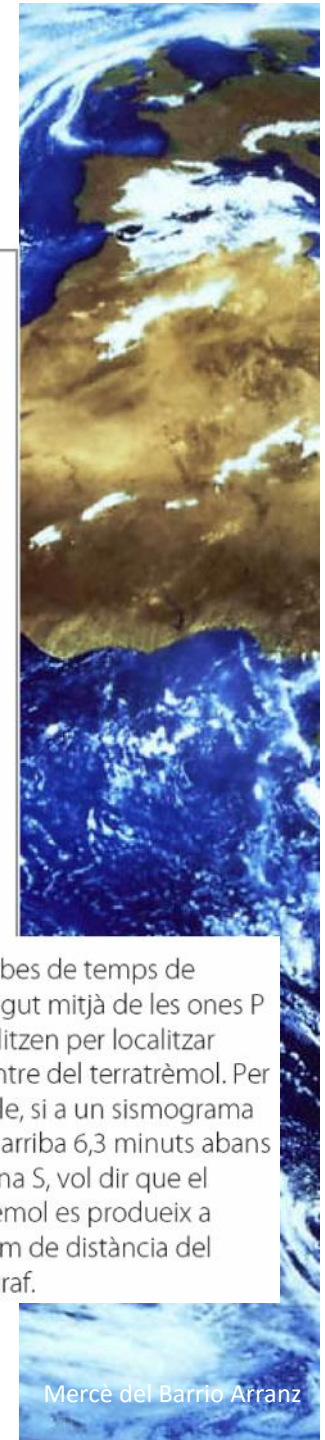
## Terratrèmols: ones sísmiques (3)



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



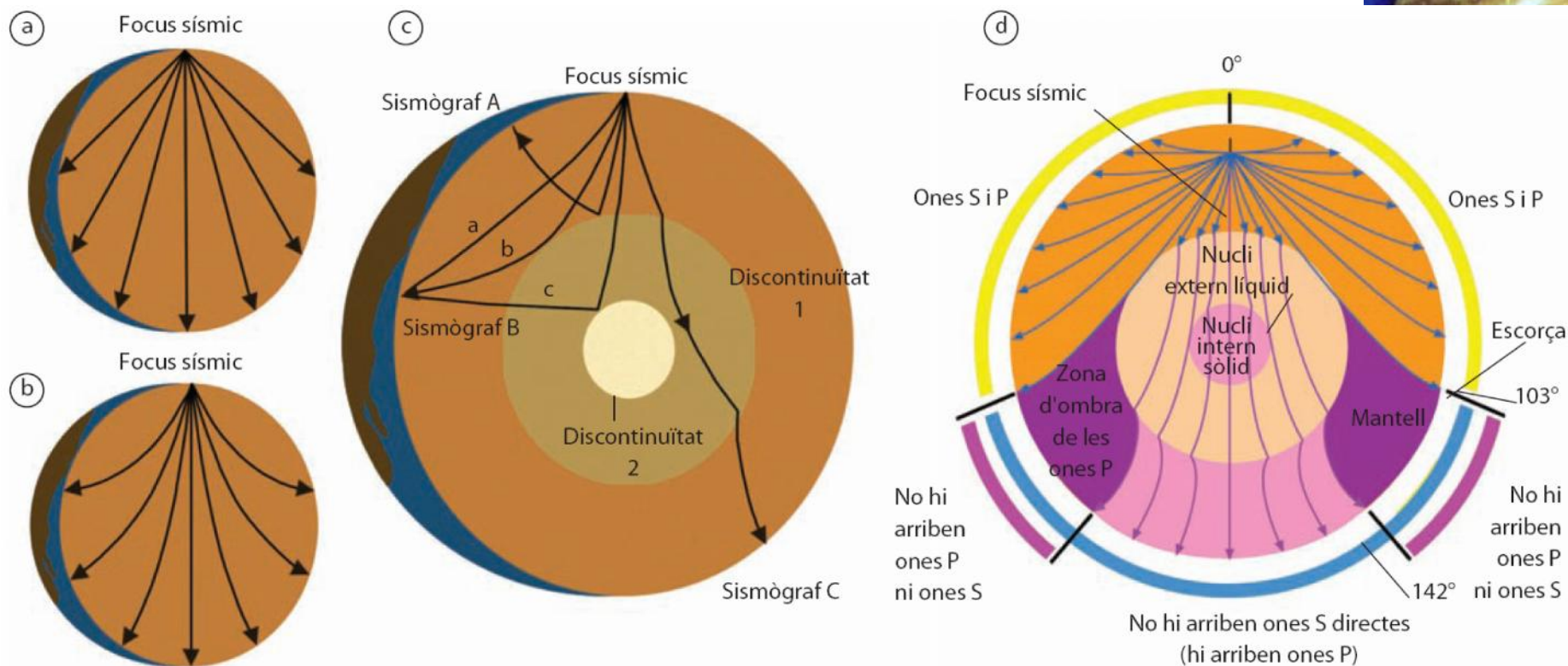
Les corbes de temps de recorregut mitjà de les ones P i S s'utilitzen per localitzar l'epicentre del terratrèmol. Per exemple, si a un sismograma l'ona P arriba 6,3 minuts abans que l'ona S, vol dir que el terratrèmol es produeix a 4.000 km de distància del sismògraf.





# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

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

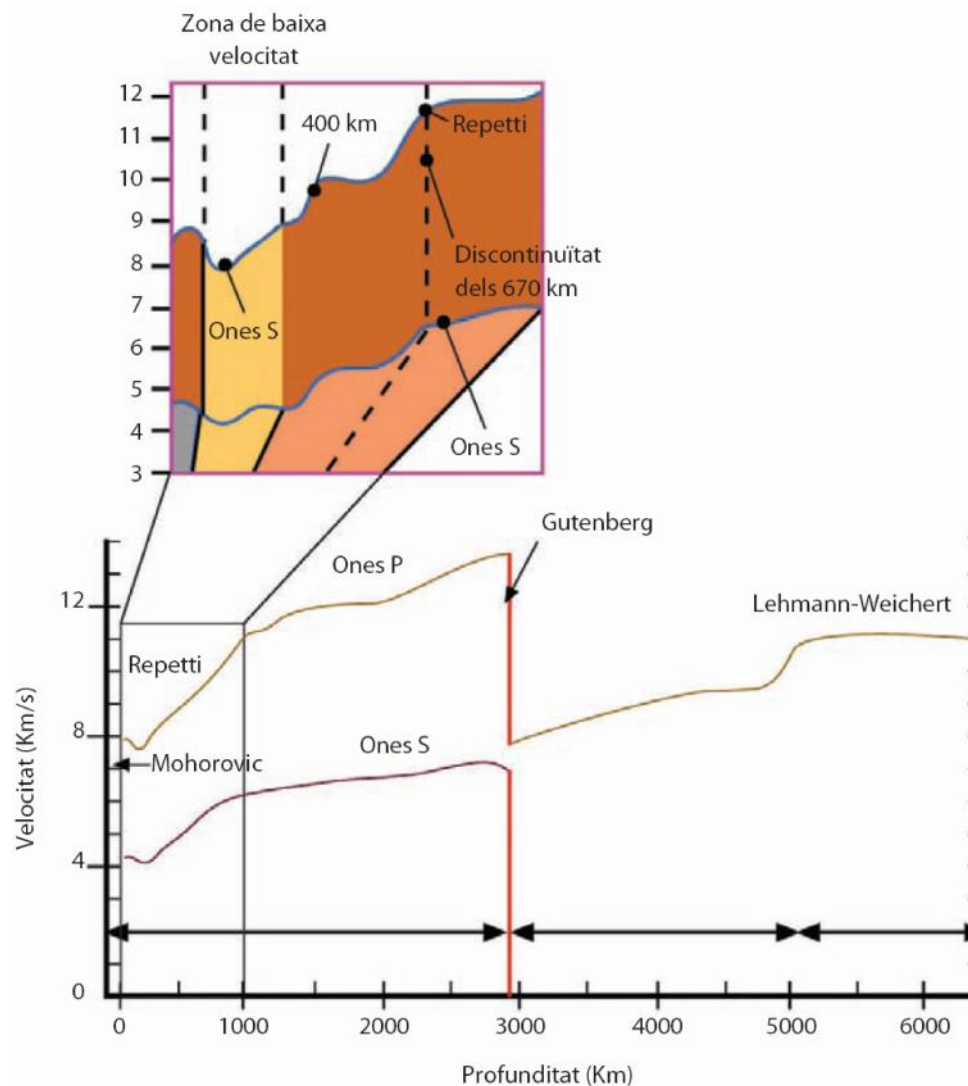
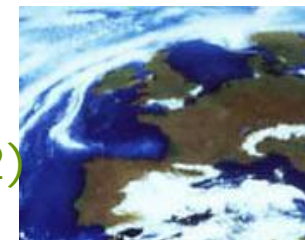


Trajectòries de les ones sísmiques a l'interior de la Terra. a) Trajectòries esperades si la Terra tingués un material homogeni al seu interior (trajectòries rectilínies); b) trajectòries causades per l'increment de la velocitat de propagació amb la profunditat (trajectòries corbes); c) possibles trajectòries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



# Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra: Mètode sísmic

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



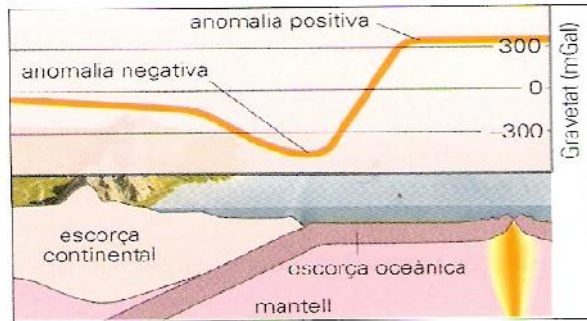
Variació de la velocitat de propagació de les ones P i S amb la profunditat. A l'ampliació s'hi detallen els canvis de la velocitat en els 1.000 km més superficials.



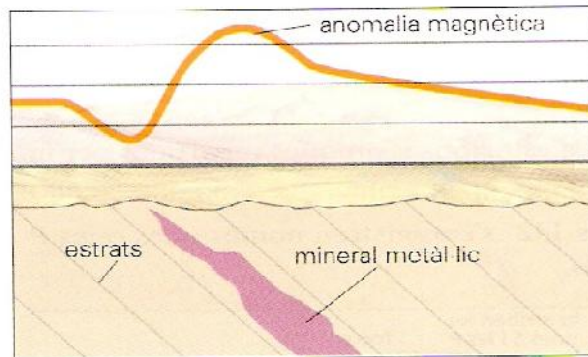
## Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra

- Altres mètodes indirectes (geofísics):

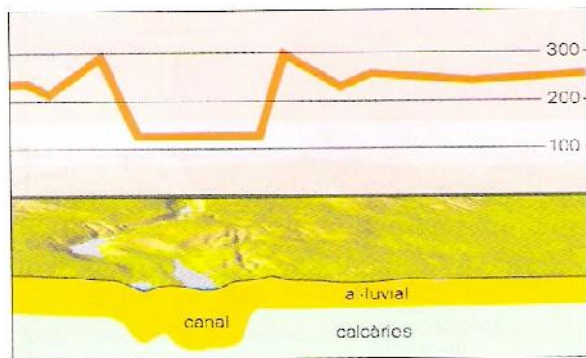
- ✓ Mètodes gravimètrics
- ✓ Mètodes magnètics
- ✓ Mètodes elèctrics
- ✓ Mètodes geotèrmics
- ✓ El estudi dels meteorits



*La corba d'anomalia mostra que la proximitat en superfície de l'escorça oceànica (molt densa) dona lloc a anomalies positives; en canvi, l'engruiximent de l'escorça continental, crea anomalies negatives.*



*L'anomalia magnètica posa de manifest l'existència d'un possible jaciment mineral.*

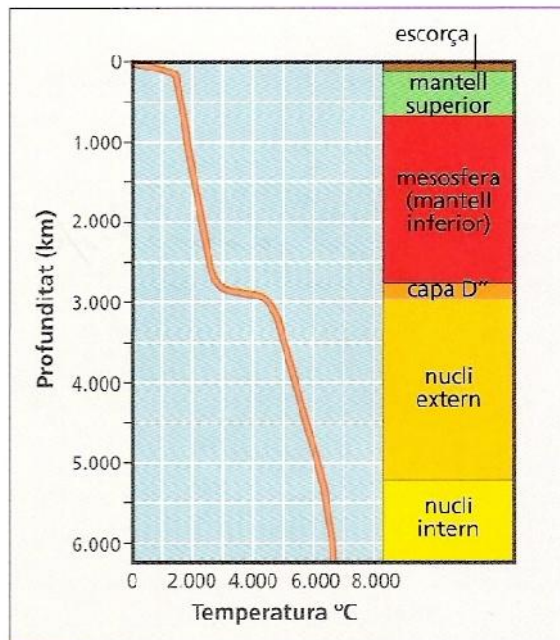


*Els perfils elèctrics no tenen gaire profunditat però són útils en les prospeccions d'aqüífers.*



Mercè del Barrio Arranz

## Mètodes d'estudi de l'interior de la Terra



Corba de temperatura.

- Altres mètodes indirectes (geofísics):

- ✓ Mètodes gravimètrics

- ✓ Mètodes magnètics

- ✓ Mètodes elèctrics

- ✓ Mètodes geotèrmics

Gradient geotèrmic – La temperatura augmenta de mitjana 1°C cada 33 metres de profunditat.

Però a partir dels 100 Km, el gradient se suavitza, de manera que en el límit del nucli la temperatura de ser d'uns 3700°C i cap al centre de la terra uns 5000°C

- ✓ El estudi dels meteorits

Són fragments d'un planeta que no es va arribar a formar o va esclatar per tant ens proporcionen informació sobre els materials de l'interior del planeta.

Aerolits

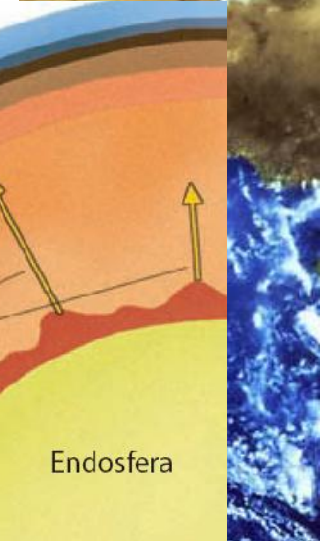
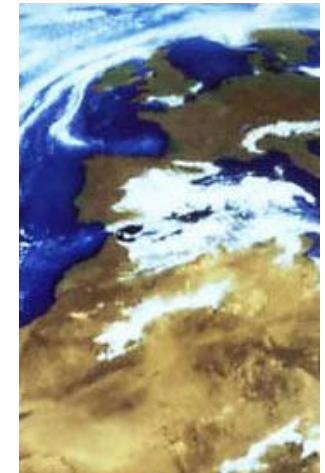
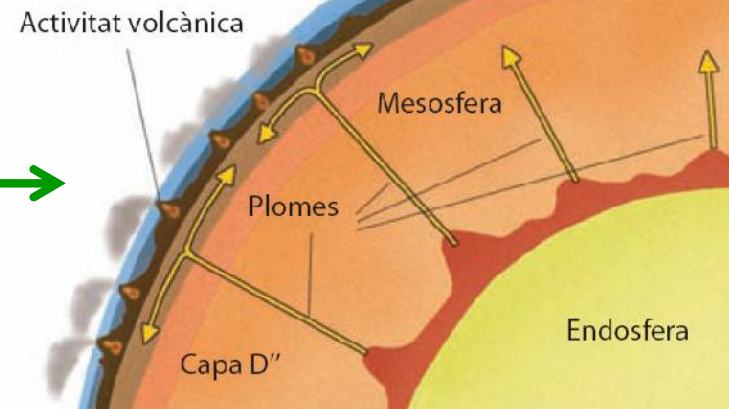
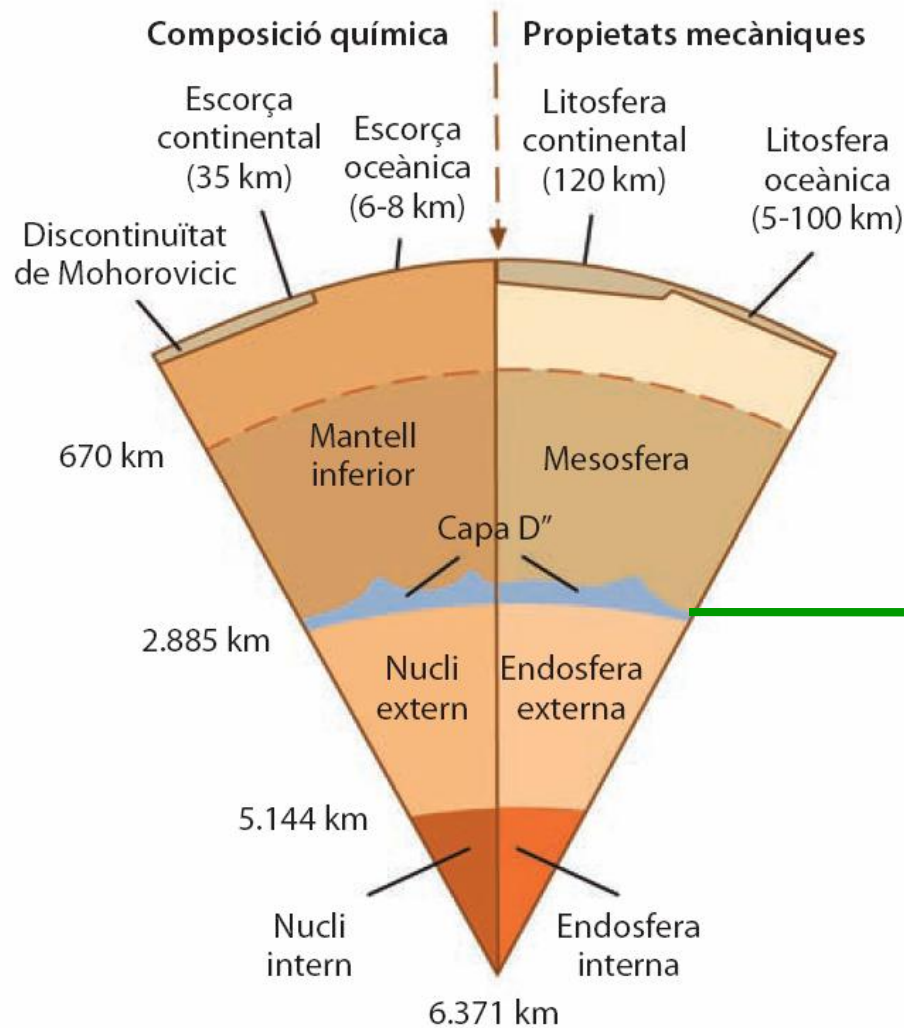
Siderolits

Siderits



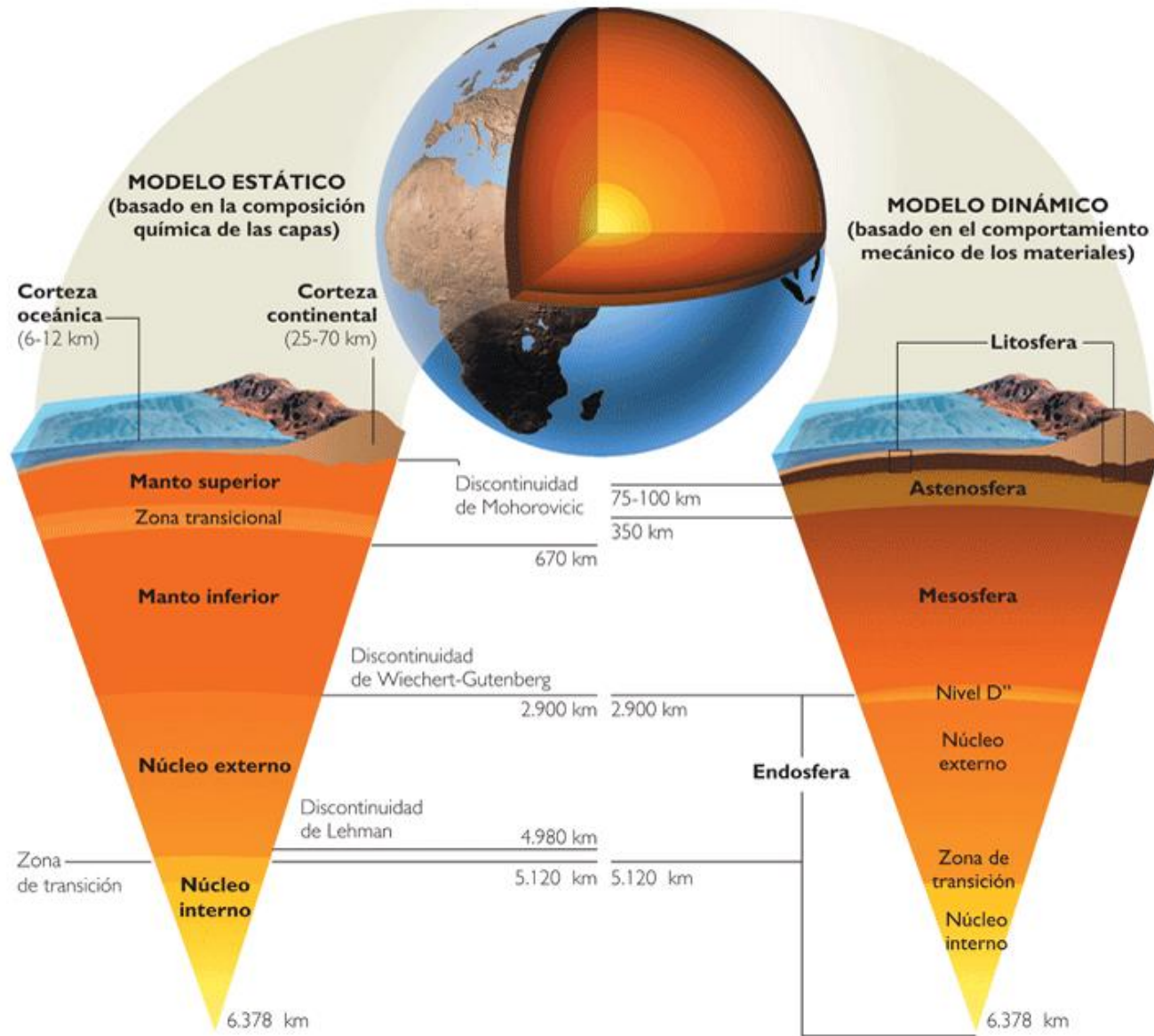


# Les capes de la Terra



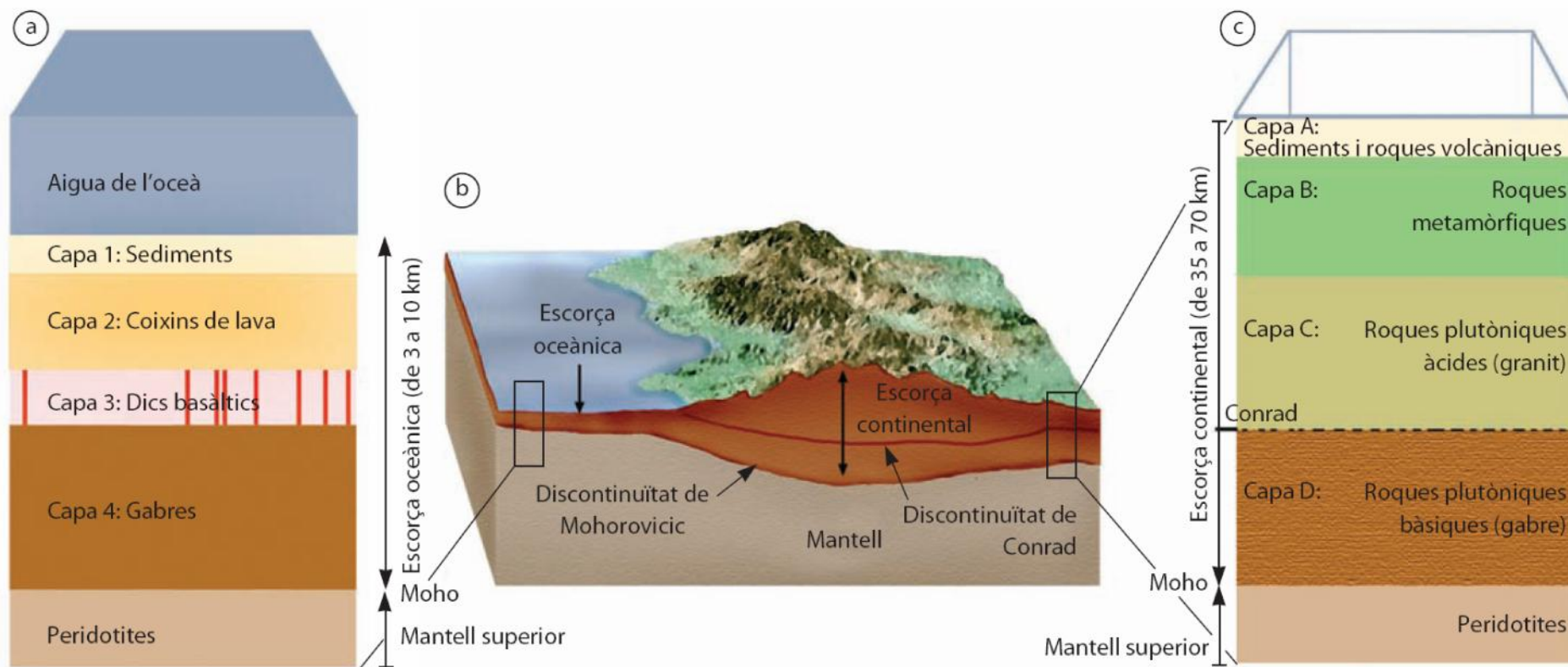
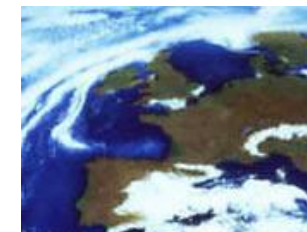
<http://www.bioygeo.info/Animaciones/ConvectionTectonics.swf>

# Les capes de la Terra

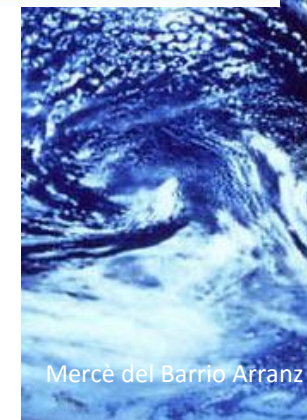




# Les capes de la Terra segons la composició: l'escorça

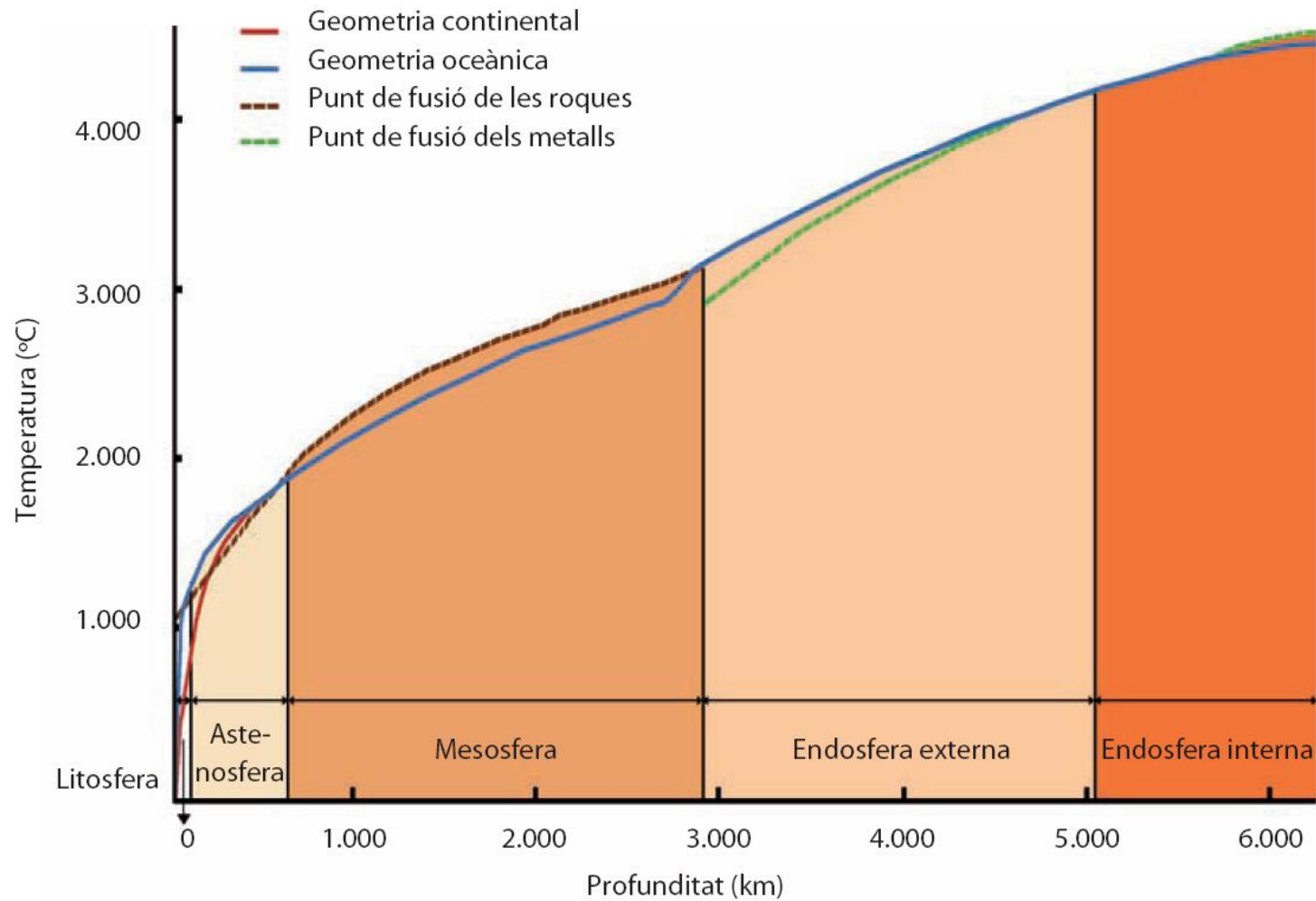


L'escorça. a) Capes (1, 2, 3 i 4) i tipus de roques de l'escorça oceànica;  
b) estructura de l'escorça continental i de l'oceànica;  
c) capes (A, B, C i D) i tipus de roques de l'escorça continental.



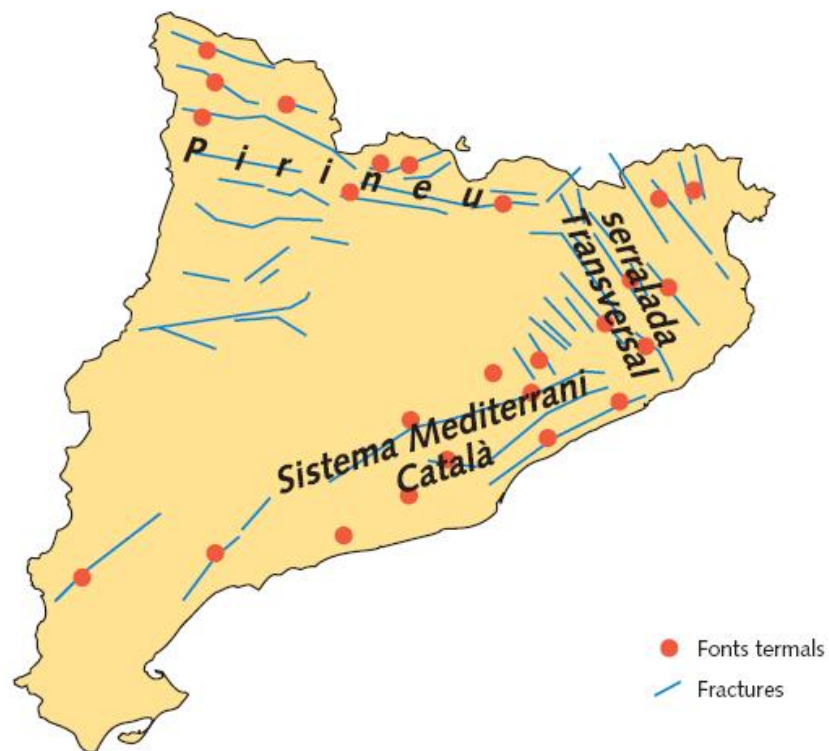
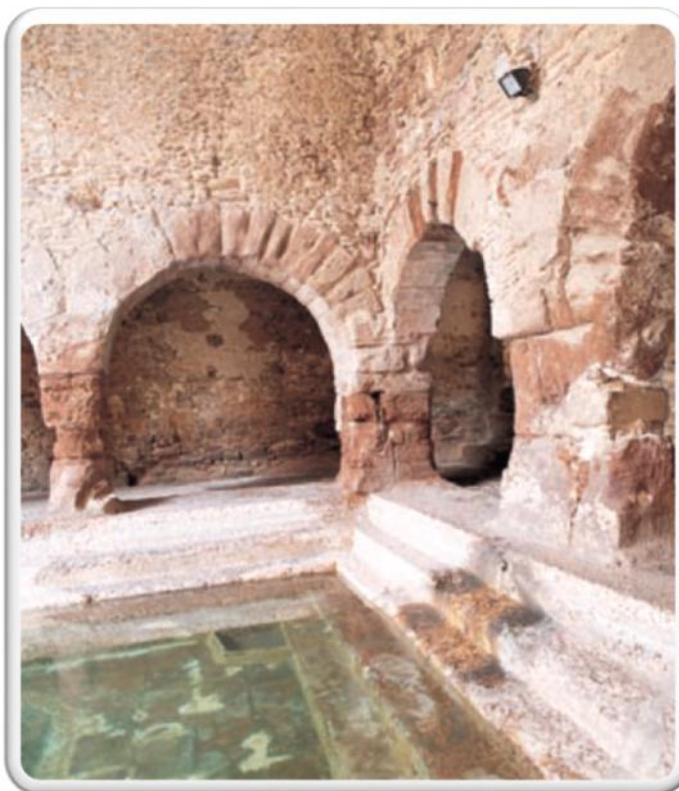
# Les capes de la Terra segons les seves propietats mecàniques

Variació estimada de la temperatura a mesura que augmenta la profunditat

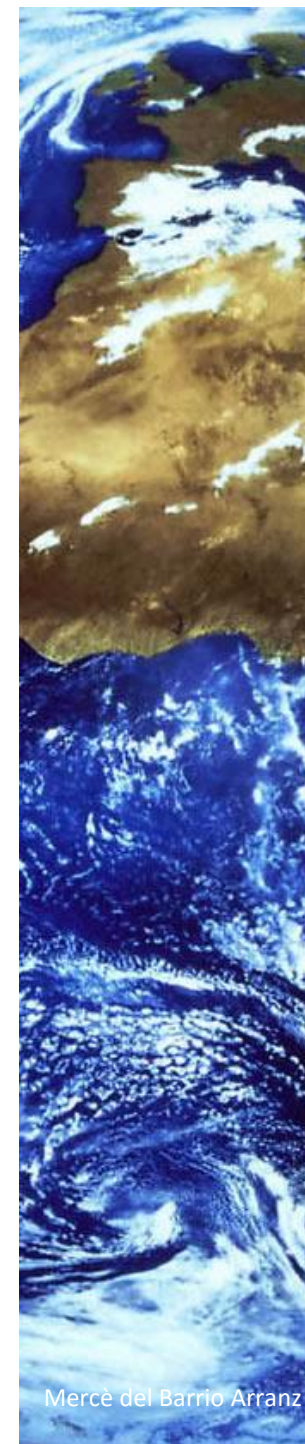




## La calor interna de la Terra i l'energia geotèrmica

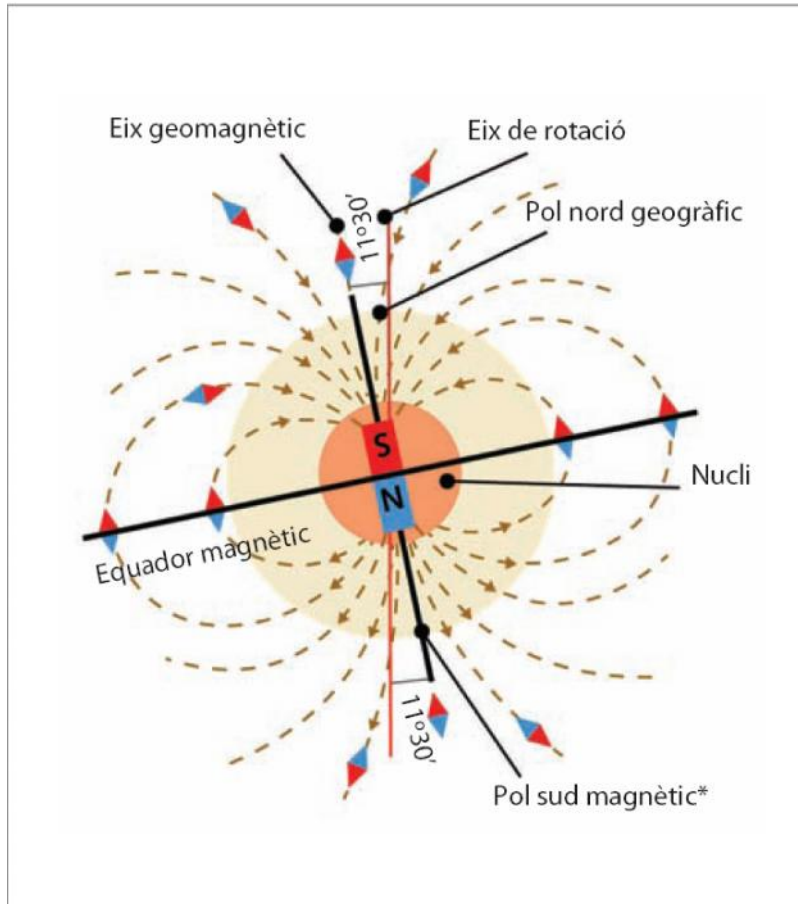


La majoria de les fonts termals de Catalunya es troben damunt les fractures més importants de les zones de muntanya.

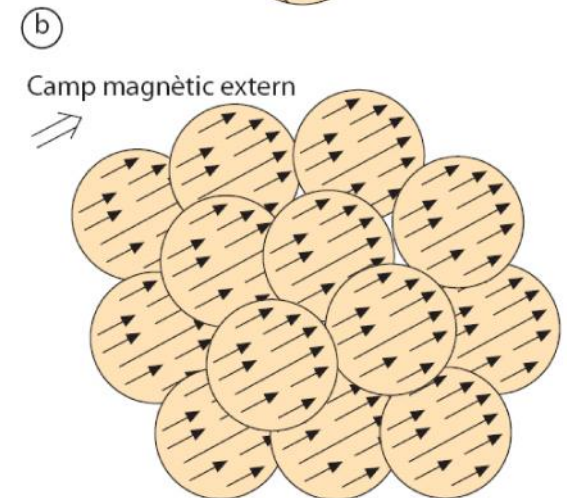
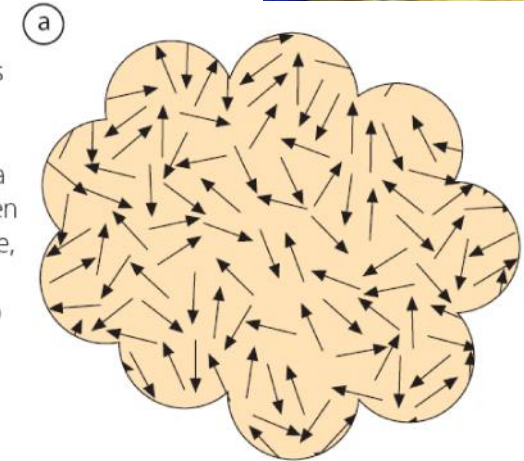


# El magnetisme terrestre

## El magnetisme terrestre i la magnetització de les roques



El punt de Curie controla la capacitat de les partícules de ferro per orientar-se paral·lelament al camp magnètic terrestre. a) Per sobre del punt de Curie, la calor agita els àtoms, de manera que aquests s'orienten aleatòriament; b) per sota del punt de Curie, i en presència d'un camp magnètic extern, els àtoms s'imanten i s'orienten en direcció paral·lela a aquest camp.



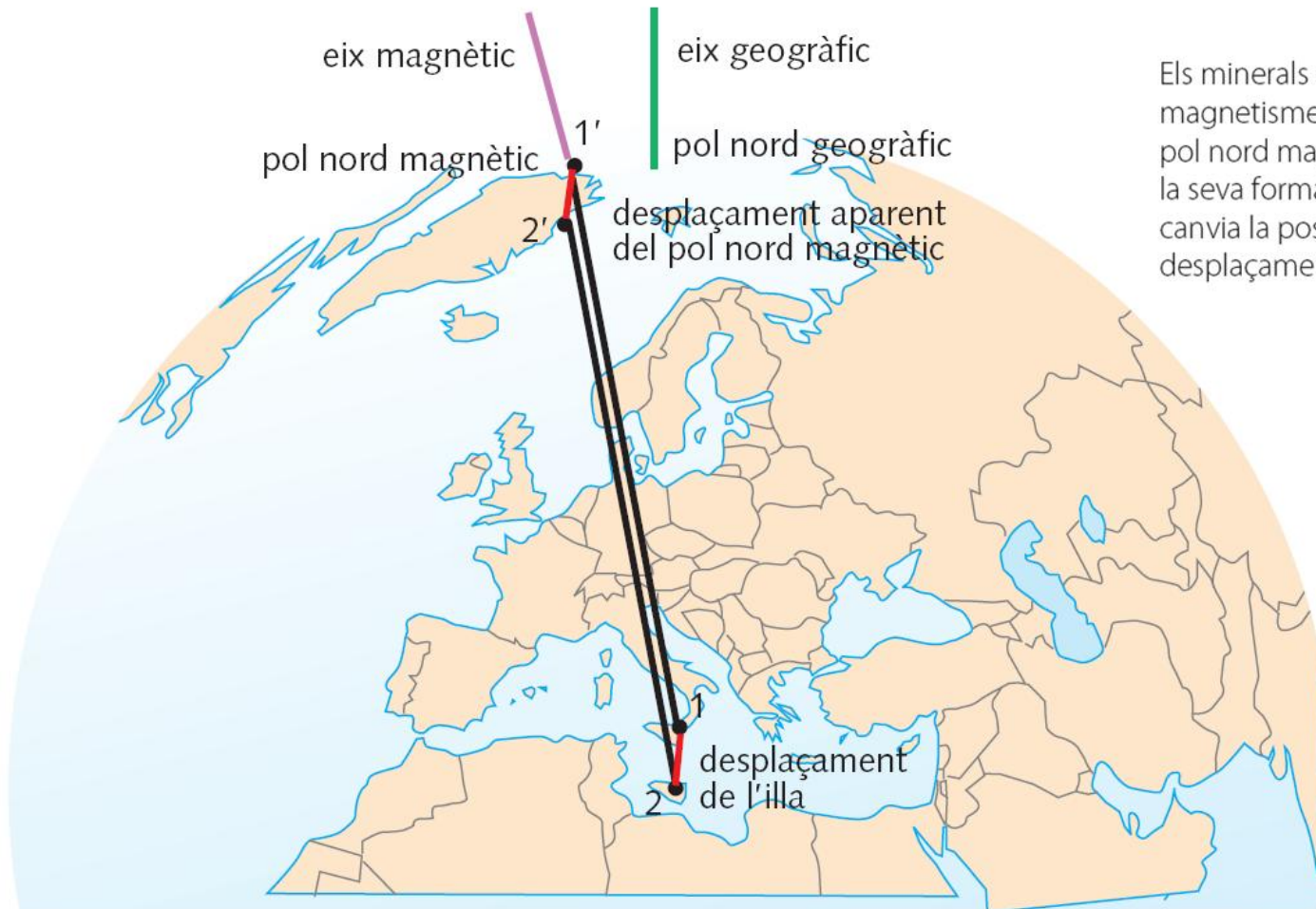
Una agulla imantada s'alinea en la direcció del camp magnètic terrestre. La inclinació de l'agulla varia amb la latitud, des de la posició vertical, als pols magnètics, fins a l'horitzontal, a l'equador magnètic.



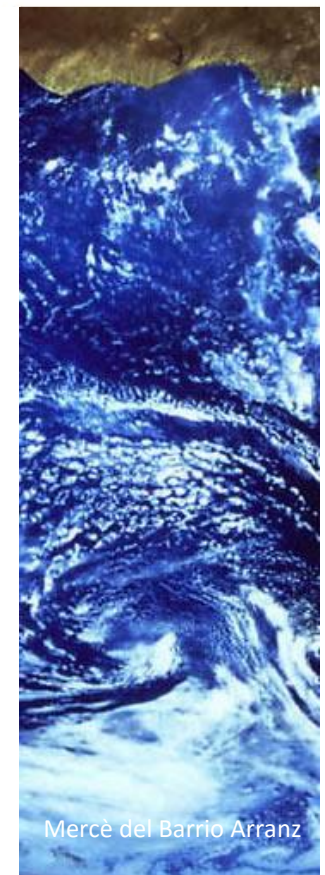


# El magnetisme terrestre

## Magnetisme fòssil

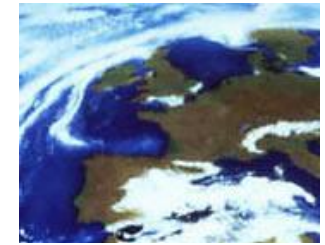


Els minerals magmàtics que adquireixen magnetisme fòssil (1) marquen la posició del pol nord magnètic existent en el moment de la seva formació (1'). Si amb posterioritat canvia la posició d'aquests minerals (2), el desplaçament hi queda enregistrat (2').



Mercè del Barrio Arranz

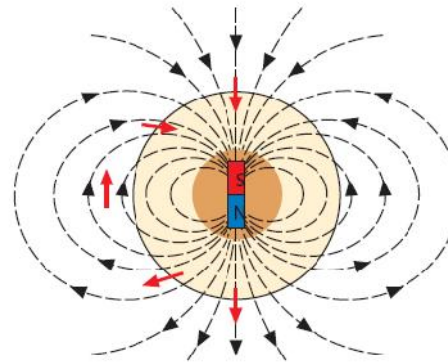
# El magnetisme terrestre



## Polaritat del camp magnètic de la Terra

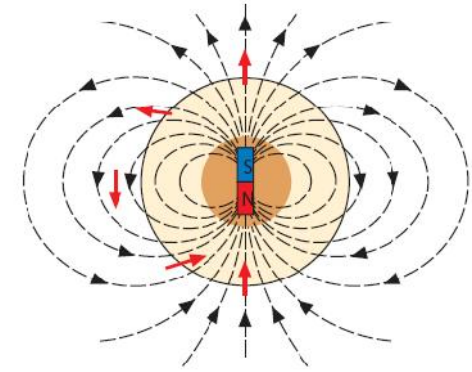
Canvi de polaritat del camp magnètic de la Terra.

Pol nord magnètic



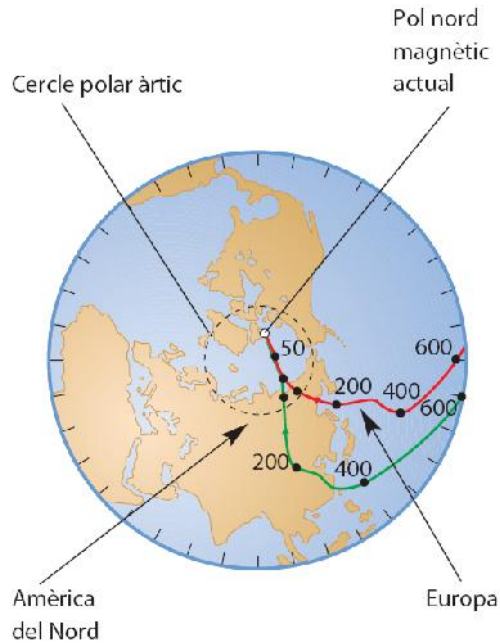
Polaritat magnètica normal

Pol sud magnètic

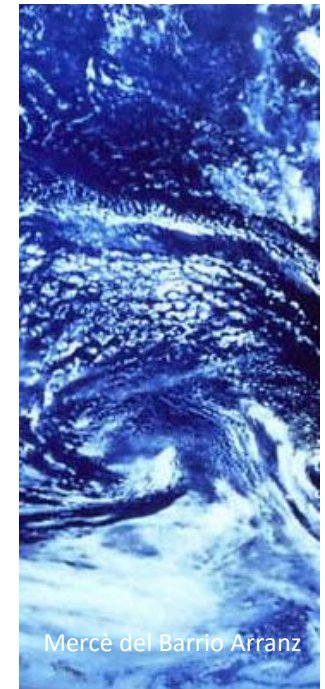


Polaritat magnètica invertida

- Inclinació magnètica
- Línies de força



Corba de deriva polar aparent per a Europa i per a l'Amèrica del Nord durant els últims 500 milions d'anys. El fet que s'observin trajectòries diferents per a cada continent demostra que són els continents els que s'han desplaçat.

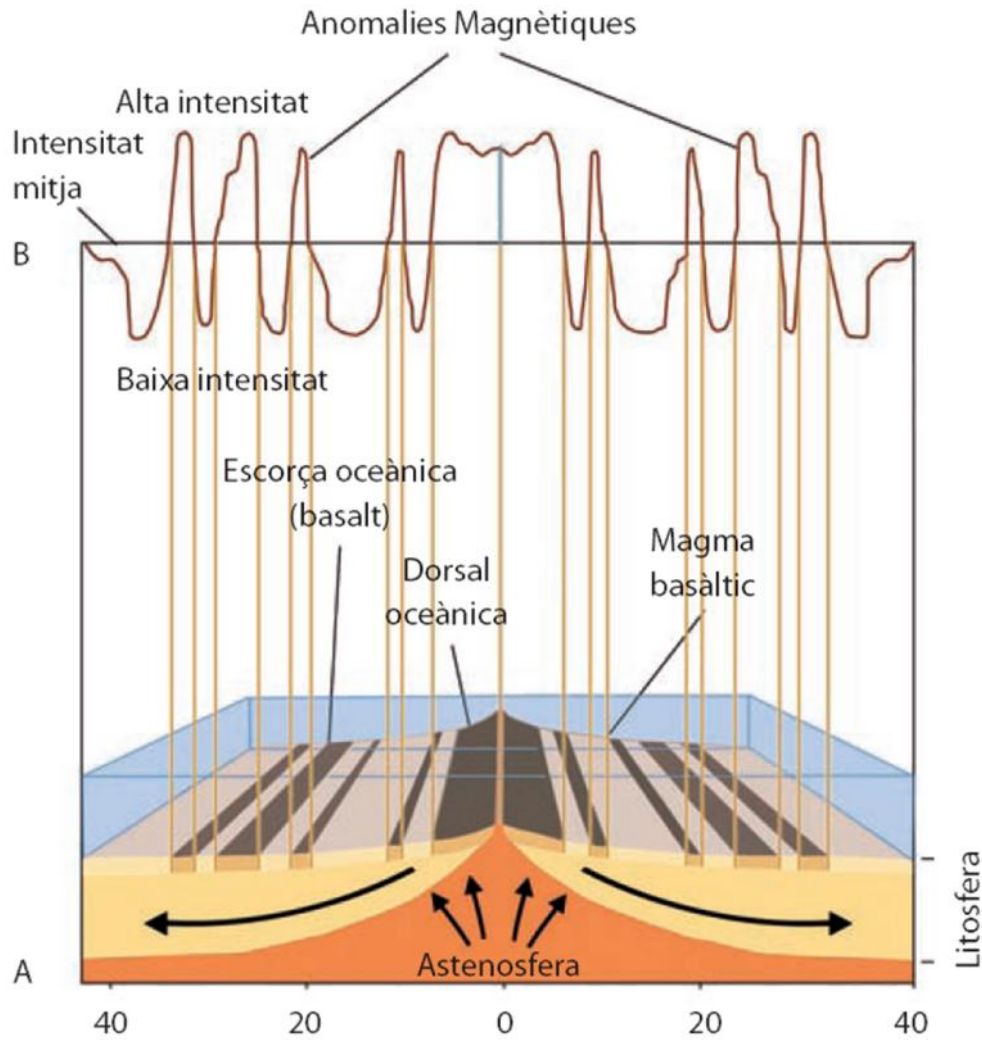


Mercè del Barrio Arranz

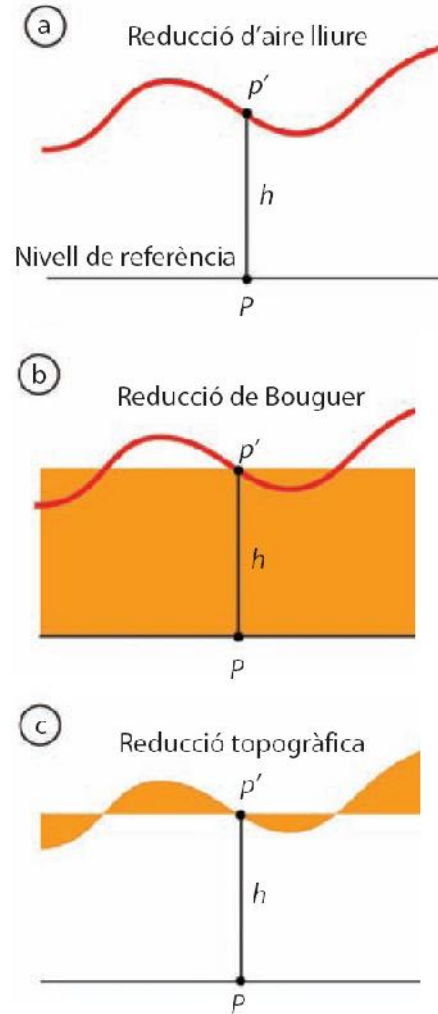


# El magnetisme terrestre

## Les anomalies magnètiques del sòl oceànic

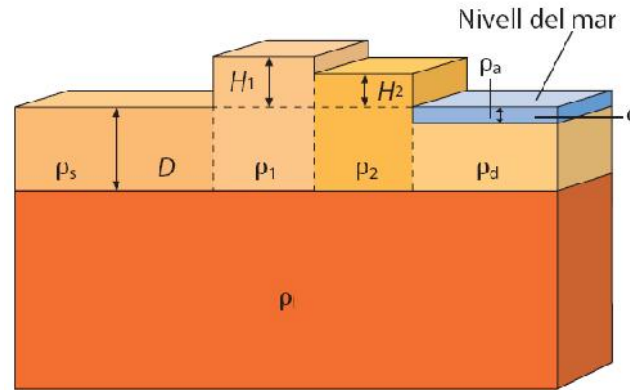


# Isostàsia i gravimetria

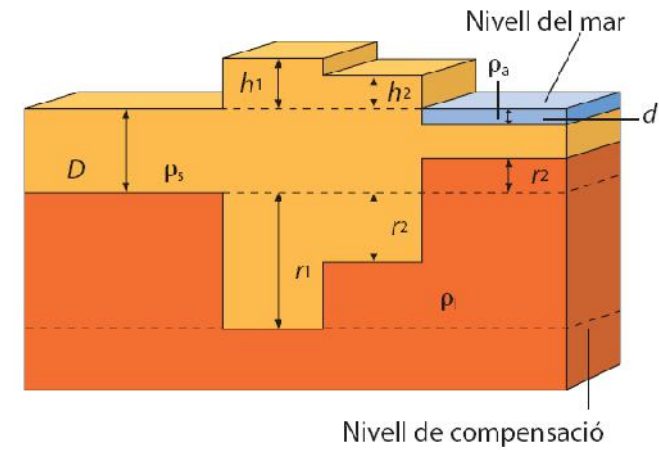


Reduccions gravimètriques

Hipòtesi de Pratt



Hipòtesi d'Airy





# Enllaços d'interès i bibliografia

<http://www.ecasals.net/>

Presentació: Santillana. Grup Promotor: <http://www.e-vocacion.es/>



Visionlearning – Earth Structure

[http://www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?c3=&mid=69&ut=&l=s](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?c3=&mid=69&ut=&l=s)

Animacions CTMA

<http://www.bioygeo.info/AnimacionesGeo1.htm>

[http://www.bioygeo.info/AnimacionesCTM2.htm#Balance\\_energetico](http://www.bioygeo.info/AnimacionesCTM2.htm#Balance_energetico)

<http://www.bioygeo.info/Consumer.htm>

<http://www.consumer.es/infografias/>



Mercè del Barrio Arranz