

Competències de pensament científic

CIÈNCIES 12-15

Unitat 4

2n d'ESO / 1



La Terra: un planeta que canvia



Nom:

Nivell i grup:

Curs escolar:

Editen:



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació



Universitat Autònoma de Barcelona

Col·labora:



Obra Social "la Caixa"

(Imatges de la portada:
pixabay – USGS – Pompei Turismo – pròpia)

Núria Ribas
Conxita Márquez

Competències de pensament
científic – Ciències 12-15

Unitat 4
Novembre 2023

ISBN:
978-84-920738-8-7

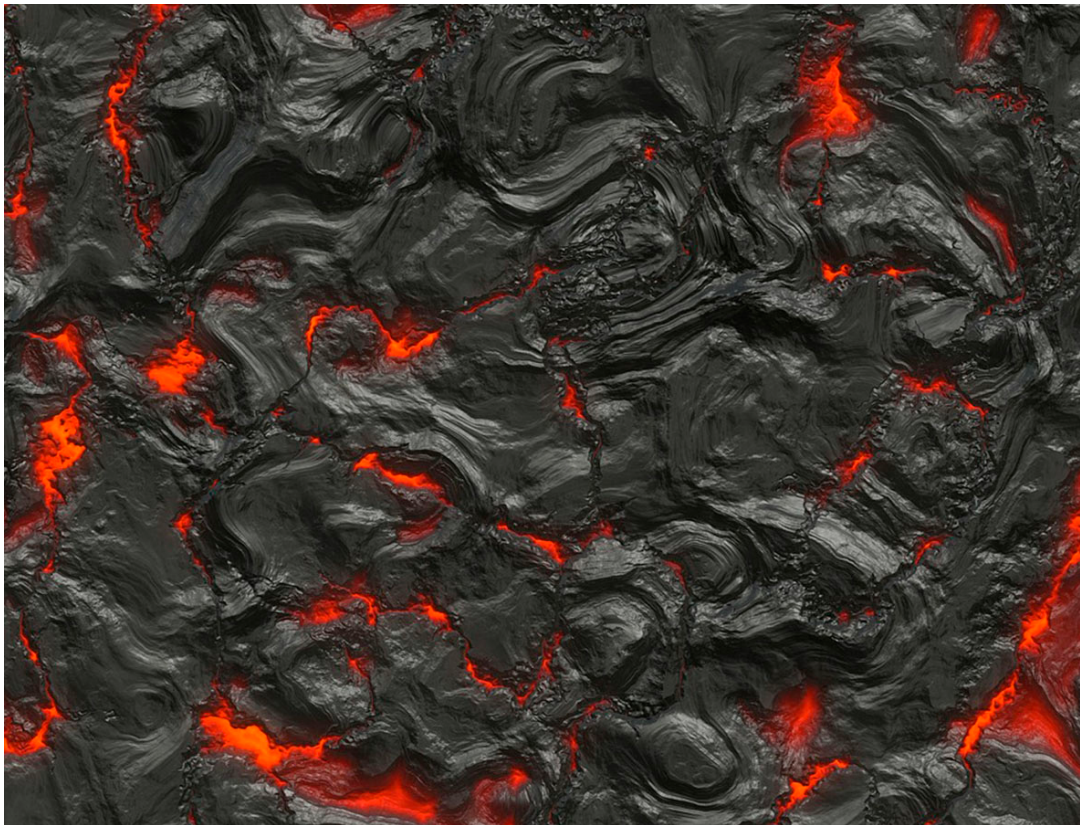
4



La Terra: un planeta que canvia

Contingut

SA1 Una Terra ni tan sòlida ni tan ferma com sembla	7
1.1 La Terra, en activitat contínua	8
1.2 Indaguem sobre els terratrèmols	24
1.3 Com és la Terra per dins?	37
1.4 Explorem els volcans.....	41
1.5 La lava ens dona pistes sobre l'interior de la Terra.....	52
SA2 El planeta Terra, un trencaclosques.....	65
2.1 Què li passa a la Terra quan tremola?	66
2.2 Els continents es desplacen: Per què? En quina direcció?.....	74
2.3 Com són i què revelen les fractures que limiten les plaques?	78
2.4 Podem aprofitar l'energia de la Terra?	85
SA3 Les roques també es reciclen	91
3.1 Les roques: la gran enciclopèdia històrica del planeta Terra	92
3.2 Roques que venen d'unes altres: el cicle de les roques.....	97
Annexos.....	109
1. Roques: a tot arreu i per a tot	109
2. La Terra ens dona sorpreses.....	117
3. L'escala de Richter.....	123



La Terra que habitem és un planeta que canvia al llarg del temps. Canvien els materials que la formen i canvien les espècies que hi viuen. Hi ha canvis ràpids i n'hi ha de lentíssims. Hi ha canvis radicals i n'hi ha de subtils. N'hi ha de previsibles i de sorprenents. Canvis devastadors i canvis que podem arribar a controlar.

Els éssers vius intenten aprofitar els canvis i provocar-los, controlar-los o evitar-los d'acord amb els seus interessos. Els humans també, i la ciència ens ajuda a fer-ho amb una gran eficàcia, que implica també una gran responsabilitat.

Al llarg d'aquesta unitat anirem descobrint algunes de les lleis i principis que governen els canvis geològics, per aprendre la forma de controlar-los amb intel·ligència i seguretat.



1. Una Terra ni tan sòlida ni tan ferma com sembla

Avui comencem la geologia de segon d'ESO: aquesta matèria que va de roques, de minerals... de tot el que ni té vida ni es mou. O així ho sembla. Les roques, si només depèn d'elles, sempre són al mateix lloc. Per més que les trepitgis, ni parlen, ni es queixen, ni s'aparten... si no és que tu mateix ho facis.

El curs passat vas veure que la Terra és l'únic astre –que sapiguem– del Sistema Solar on hi ha vida. Vas comprovar com aquesta vida ha anat canviant al llarg dels anys. També l'any passat vas descobrir la importància de la atmosfera, de l'aigua i dels éssers vius. Aquest curs ens proposem pensar en la part sòlida de la terra.

Però abans d'endinsar-nos-hi, és important pensar en l'evolució del mateix planeta; concretament, preguntar-nos sobre la seva història geològica. Ja saps que en la història és molt important saber què ha passat al llarg del temps, com sabem què va passar i així poder ordenar els fets i comprendre els canvis que han resultat importants.



(pixabay)

1.1 La Terra, en activitat contínua

Més de 5.000 evacuats a l'illa de La Palma per l'erupció del volcà Cumbre Vieja



El foc provocat per la caiguda de rocs de lava ha arribat molt a prop de zones habitades (Televisió de Canàries) Font: 324

El 19 de setembre de l'any 2021 hi va haver, a l'illa canària de la Palma, una erupció volcànica que va durar 85 dies i va causar nombrosos danys en infraestructures, edificacions, vehicles, etc. i a més, una persona hi va perdre la vida per inhalació de gasos.

Tot i així, els serveis d'emergències van fer una gran feina i durant els primers dies ja hi va haver evacuacions de la població que es va veure afectada. De fet, des de feia una setmana que a la zona s'havien comptat més d'un miler de terratrèmols. Podeu llegir la notícia sencera aquí: <https://www.ccma.cat/324/erupcio-volcanica-a-lilla-de-la-palma-que-obliga-a-evacuar-persones-amb-mobilitat-reduida/noticia/3119059/>

El repte de protegir-nos de l'activitat geològica

1. Ens preguntem com podem preveure una erupció d'aquest tipus, i el més important, com podem actuar per evitar-ne al màxim les conseqüències? També ens preguntem que fariem nosaltres si ens trobéssim a l'institut i ens avisessin de que hi ha un risc imminent de patir un terratrèmol, un esllavissament o una erupció volcànica. Què suggereixes?



El temps de la terra i el nostre

2. Es tractarà de fer una comparació entre el nostre temps històric –el de la vida d’una persona que viu a la Terra– i el de la Terra com a planeta que existeix des de fa uns 4.600 milions d’anys.

a) Per realitzar-la, caldrà que elaboreu la vostra *línia del temps* i la de la Terra a través del web: <http://www.tiki-toki.com/> Seguiu les instruccions que us va donant el mateix web (primer de tot us hi heu d’enregistrar “SIGN UP NOW”). Us anirà bé treballar per parelles. Mentre un de vosaltres obre un compte per fer la seva història personal, l’altre obre un altre compte per fer la història de la Terra i així poder comparar-les.

Per fer la línia del temps de la història personal no tindreu problemes, perquè ja disposeu de tota la informació sobre vosaltres mateixos.

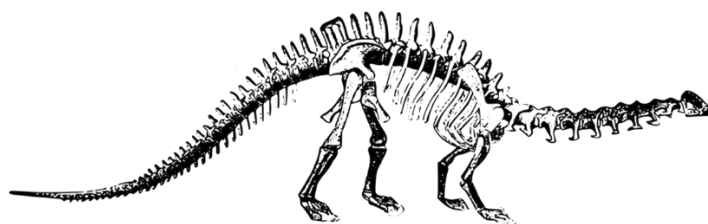
b) Per fer la de la Terra, utilitzeu la taula que hi ha a la pàgina següent. Trieu-hi 10 dels esdeveniments que hi ha, entre els que no hi poden faltar:

- el seu origen com a planeta
- l’aparició de la primera cèl·lula (primer ésser viu)
- l’aparició dels éssers vius pluricel·lulars
- l’aparició de l’espècie humana

c) En haver finalitzat les dues línies del temps, compareu-les i expliqueu aquí què és el que trobeu més sorprenent de l’una respecte l’altra.

Síntesi d'història de la Terra

Era	Període	Època	Milions d'anys enrere	Esdeveniments principals
Cenozoic	Quaternari	Holocè	0,011784 *	Avui: any 2014 dC L'home trepitja la Lluna: 1969 dC Naixement de Crist: any 1 Dinasties egípcies: 4500 aC Evolucionen els humans moderns: 35 000 aC
		Plistocè	3	Cicles de glaciacions Evolució dels humans
	Neogen	Pliocè	5	Primers humans (Australopitecs)
		Miocè	25	Va tenir lloc la dessecació de la Mediterrània
	Paleogen	Oligocè	35	Orogènia Alpina (es van alçar els Alps, els Pirineus, etc.)
		Eocè	60	Primers primats
		Paleocè	65	Extinció dels dinosaures
Mesozoic	Cretàcic		150	Màxim dels dinosaures. Primitius mamífers
	Juràssic		200	Mamífers marsupials, primeres aus, primeres plantes amb flor
	Triàsic		250	Extinció massiva del Triàsic-Juràssic. Primers dinosaures, mamífers ovípars
Paleozoic	Permià		300	Extinció massiva ,95% de les espècies desapareixen
	Carbonífer		320	Abundants insectes, primers rèptils, boscos de falgueres-
			360	Arbres grans primitius
	Devonià		420	Apareixen els primers amfibis
	Silurià		440	Primeres plantes terrestres fòssils
	Ordovicià		490	Dominen els invertebrats Extincions massives
	Cambrià		540	Explosió càmbrica. Primers peixos. Extincions massives
	Orosíric		2050	Atmosfera oxigènica. Primers éssers vius pluricel·lulars
Paleoarcaic			3600	Comença la fotosíntesi. Primers possibles fòssils i estromatòlits
Eoarcaic			3800-4000	Primeres cèl·lules
Críptica			4600	Formació de la Terra



Esquelet d'estegosaure
(pixabay)



L'aparent immutabilitat de les roques ha creat controvèrsia entre els científics: si el planeta està fet de roques, llavors també estarà sempre quiet i estable com elles, oi?

Vegem què hi diu un petit grup d'estudiants:

Carles: Vaja! A mi sempre m'ho ha semblat que la Terra és del tot estable i sòlida!

Andrea: I a mi, per molt que ho penso no puc imaginar-me una terra trencadissa i flonja.

Laura: És clar, perquè el terra que trepitgem sempre ho és, de dur i de ferm.

Judith: Sí. Però i quan hem vist a la tele que tot trontolla pels terratrèmols?

Roberto: *"Ciertó, en Chile no ponen jarrones en los muebles porque se caen"*

Lena: I els volcans? No és pas tan sòlida la Terra allà on hi ha volcans, eh?

Víctor: Sí, és veritat, les imatges canten, encara que no ens ho sembli!

Judith: No sempre és tan estable la Terra, doncs!

Dolors: Sí, això, i tan quietes que són les roques, com és que hi ha volcans i terratrèmols?

Carles: A veure, tampoc són tan freqüents, eh!

Judith: No, però quan passen, se'n sent a parlar, oi?

I tu, com t'ho imagines?

3. Tot i que alguna vegada ja has vist alguna il·lustració de l'interior de la Terra, tu com te l'imagines? Tot reflexionant en els següents interrogants, et convidem a fer, aquí al costat, una representació de la manera que t'imagines que hi deu haver.

a) Com deu ser el que hi ha sota el pati del teu Centre? Què hi deu haver? Quins materials? I de quina manera estan? Representa-ho en el dibuix.

b) On creus que aniria a parar un possible forat d'una profunditat màxima?

c) Fins a quina profunditat has arribat en el teu dibuix?

d) Què creus que deu fer que, de vegades, la Terra tremoli?



Llegim notícies als diaris sobre volcans i terratrèmols

A fi de constatar la inestabilitat interna del planeta proposem la lectura de tres notícies, força populars en el seu moment, sobre volcans i terratrèmols. L'activitat té dues parts:

Part 1. Ajunteu-vos en grups de treball de 3 o 4 alumnes. Cada grup de treball treballareu una de les tres notícies.

- Cada alumne del grup, individualment, llegirà la notícia per després contrastar-la amb els dos companys/es. Entre tots tres respondreu el qüestionari preparat sobre la notícia.

Part 2. Canvieu de grup (reagrupeu-vos en grups de 3 o 4 alumnes que us heu ocupat de notícies diferents)

- Amb aquest canvi heu d'explicar la vostra notícia als dos companys que no saben de què va (i que han estat treballant notícies diferents de la vostra).
- A la vegada, els dos companys us explicaran, cadascun, la seva. Haureu de fer una posada en comú i elaborar una síntesi de les tres notícies (pautada).





Notícia 1: El Punt Avui

Un tsunami colpeja el Japó després del terratrèmol i amenaça tot el Pacífic

Onades de fins a deu metres afecten la costa nord-est després del sisme de magnitud 8,8 que ha sacsejat el país aquesta matinada

Apareixen entre 200 i 300 cadàvers en una platja de la ciutat de Sendai

11/03/11 07:50 - Tòquio – Agències



(elpuntavui.cat)

La nit ja ha caigut al Japó i ara comencen a arribar les conseqüències del tsunami originat pel terratrèmol de 8,8 graus a l'escala de Richter que aquesta matinada ha sacsejat la costa nord-est del Japó. El nombre de víctimes mortals augmenta a mesura que passen les hores i de les 90 víctimes que ha confirmat fins ara el govern, s'hi hauran d'afegir les desenes de cadàvers que s'han trobat ara en una platja de la població de Sendai, al nord-est. Entre 200 i 300, segons la televisió local. El govern també parla de 349 desapareguts en tot el Japó.

El tsunami, que s'ha endinsat a terra fins a uns cinc quilòmetres, ha colpejat la ciutat de Sendai, on l'aigua ha arrossegat cases, cotxes, vaixells i tot el que ha trobat al seu pas.

A Tòquio, segons informen les autoritats locals, el moviment de terres ha provocat l'incendi de diversos edificis. I s'ha interromput el tràfic aeri a l'aeroport de Narita. Els trens bala estan aturats arreu del país. També s'han mostrat cotxes surant a l'aigua al costat de vaixells de pesca.

El primer ministre japonès, Naoto Kan, ha qualificat de “grans” els danys causats avui pel terratrèmol i ha demanat calma a la població. Kan també ha afirmat que no s'han produït fuites radioactives en les dues nuclears que hi ha a la zona afectada.

L'alerta de tsunami s'ha estès a tot el Pacífic, a excepció del Canadà i els EUA, i a hores d'ara, ja s'han donat ordres d'evacuació dels ciutadans a Taiwan i Filipines. Precisament aquesta matinada, ja s'ha confirmat que el tsunami ha arribat a les costes de Hawaii amb força molt disminuïda, així com també a Indonèsia i les Filipines.

L'epicentre del sisme s'ha situat a l'oceà Pacífic, a 130 quilòmetres de la península d'Ojika i a una profunditat de 10 quilòmetres, en la mateixa zona on fa dos dies va tenir lloc un altre terratrèmol de magnitud 7,3 que no va causar danys.

“Els edificis han tremolat una estona que s'ha fet molt llarga, i molta gent a la sala de premsa s'ha posat els cascs i s'ha amagat sota les taules”, ha explicat la corresponsal de Reuters, Linda Sieg. *“Probablement és el pitjor que he patit des que vaig venir al Japó ara fa 20 anys”,* ha conclòs Sieg.

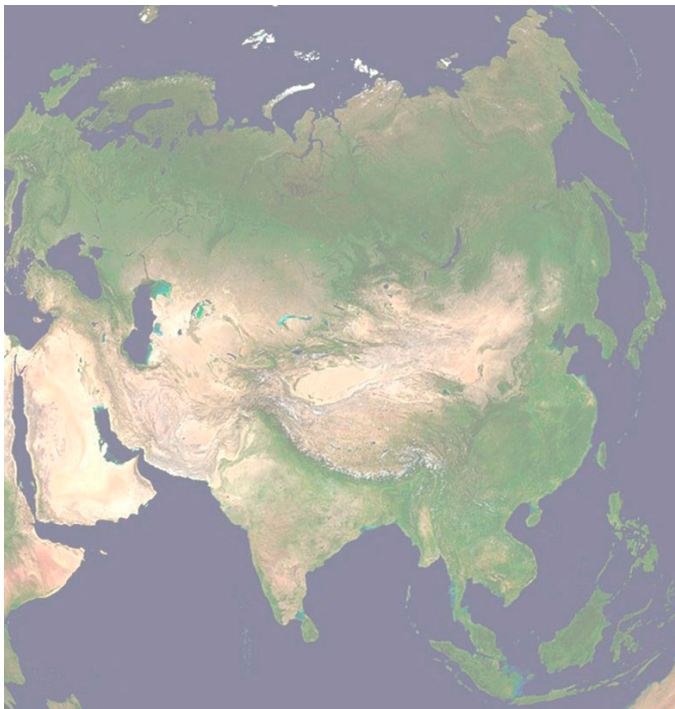
Els terratrèmols són habituals al Japó, una de les àrees sísmiques més actives del món. Un 20% dels terratrèmols de grau superior a 6 del planeta es registren en aquesta zona.

El terratrèmol és el més greu registrat en aquest país en els últims 140 anys, segons les autoritats sismològiques japoneses.

Segons el Centre d'Observació Geològica d'Estats Units (USGS), el terratrèmol ha tingut una magnitud de 8,8 i es va produir a només 10 quilòmetres de profunditat. L'epicentre s'ha localitzat a 130 quilòmetres mar endins davant de Sendai, a l'illa de Honshu.

4. Ara respon les següents preguntes:

a) On és el Japó? Indica'l amb una fletxa sobre aquest mapa:



(NASA)

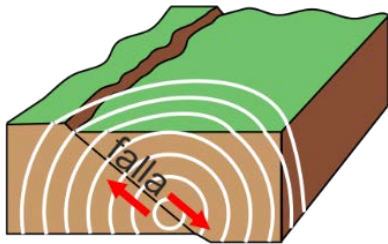
b) D'acord amb la notícia, quins són els fets més remarcables que han succeït?

c) Quines n'han estat les conseqüències?

d) Com explica la notícia la causa d'aquests fets?



5. A fi d'aprofundir en el coneixement d'un terratrèmol, de com es produeix i dels seus efectes, relaciona les imatges de la columna de l'esquerra amb alguna de les explicacions de la columna de la dreta:



- Moviments bruscos en superfície fan trontollar els edificis



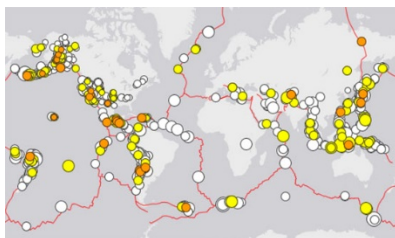
Chile, 2010 (wikimedia)

- Mapa de zones sísmiques arreu del planeta



(youtube)

- Ones sísmiques s'expandeixen a partir de l'hipocentre o focus



Terratrèmols significatius
octubre 2017 (USGS)

- Ones potents envaeixen la costa

6. Algunes preguntes sobre terratrèmols:

- a) On s'originen els terratrèmols? Per què deu ser que el planeta pateix terratrèmols?
- b) Com t'expliques que el Japó sigui una de les àrees sísmiques més actives del món? Podríem dir el mateix de Catalunya?
- c) Tot i així, creus que és possible un tsunami en algun indret de la costa catalana? Per què?
- d) Què deu significar una magnitud de 8,8 a l'escala de Richter? Es tracta d'un terratrèmol gaire fort? Quines conseqüències pot tenir? Per aclarir-ho pots consultar l'Annex 3 i també els webs:

<http://www.angelfire.com/ri/chterymercalli/>

i

<http://www.angelfire.com/nt/terremotosTnt/>

Notícia 2: Diari "Islas Canarias"

El Hierro registra indicis d'una erupció submarina a 7 quilòmetres de l'illa

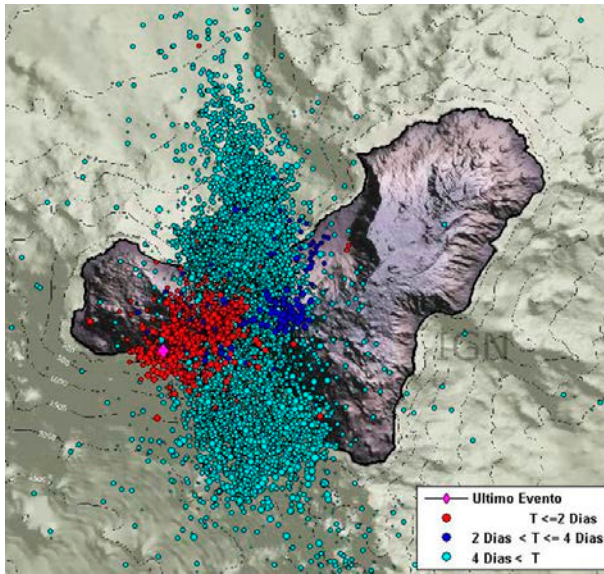
Redacció Actualitzat a les 21:16 h 14/10/2011

Les últimes dades dels serveis d'observació sísmica indiquen que hi podria haver una erupció submarina a 7 quilòmetres de l'illa canària d'El Hierro. El fenomen ha passat poc abans de tres quarts de dotze i, segons els experts, hauria comportat un canvi brusc en el procés sísmic a la zona. Això significaria que s'han aturat els tremolors que contínuament es detecten a l'illa des de fa setmanes i hauria començat l'erupció.

El Comitè de Protecció Civil i Emergències per Risc Volcànic s'ha reunit d'urgència en vista de les dades, i el director general de Seguretat i Emergències del govern canari, Juan Manuel Santana, ha explicat que s'han detectat gasos entre 600 i 1200 metres de profunditat sota el mar, a uns set quilòmetres de la zona de La Restinga, indicis que apunten a una erupció.

Santana ha afirmat que, en qualsevol cas, l'erupció no suposaria un perill per a la població i només s'ha demanat als pescadors que feinegin amb precaució a les proximitats de la zona afectada. També s'ha llançat un missatge tranquil·litzador als bussejadors, ja que es tracta d'una de les zones més apreciades per fer immersions.

Per la seva banda, el president del cabildo d'El Hierro, Alpidio Armas, ha anat més enllà i ha assegurat que "l'erupció és en marxa", però que no se sap en quin estadi es troba, si en l'alliberament de gasos o en una segona fase en què també expulsaria magma.

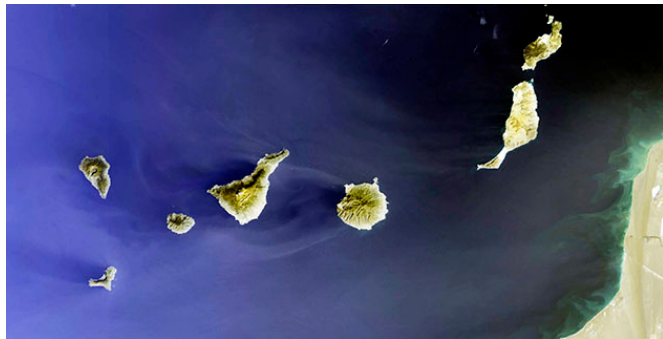


Tot això passa després que aquest dissabte a la nit es va registrar un terratrèmol de magnitud 4,3, el moviment més potent des que va començar aquest episodi volcànic, que ja suma més de 9000 moviments sísmics des del juliol. Si es confirma la dada, a més, serà la primera erupció de què es té constància a Espanya des del 1971, quan es va produir la del volcà Teneuía, a l'illa de La Palma.

Moviments sísmics detectats a l'illa del Hierro entre juliol i novembre del 2011
(IGN, Instituto Geográfico Nacional)

7. Respon les següents preguntes:

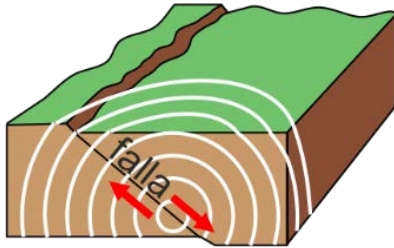
- a) On és l'illa del Hierro? Marca la ruta per arribar-hi en vol directe des d'aquí. Assenyala l'illa en cadascuna d'aquestes fotos:



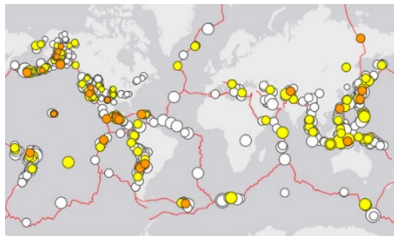
(NASA)

- b) D'acord amb la notícia, quins són els fets més remarcables que hi tenen lloc?
c) Quins deuen ser els gasos que s'emeten?: N_2 ? O_2 ? CO_2 ? SO_2 ? H_2O ?...
d) En conseqüència, quins canvis s'estan produint o es preparen en aquest territori?
e) Com afecta tot això als habitants de l'illa?

8. A fi d'aprofundir en el coneixement de terratrèmols o d'erupcions, de com es produeixen i dels seus efectes, relacioneu les imatges de la columna de l'esquerra amb alguna de les explicacions de la columna de la dreta:



- Mapa de zones sísmiques arreu del planeta



Terratrèmols significatius
octubre 2017 (USGS)

- Emissió de gasos submarins



(Gobierno de Canarias)

- Ones sísmiques que s'expandeixen a partir de l'hipocentre o focus



(El Periódico)

- Erupció submarina a El Hierro



9. I ara, pensem-hi una mica:

- a) On s'originen els terratrèmols? Per què deu ser que el planeta pateix terratrèmols?
- b) El vulcanisme a les Illes Canàries sembla un fenomen força corrent. Què diries que és una erupció volcànica?
- c) A Catalunya hi ha volcans? Creus que en el fons de la Mediterrània també és possible que hi pugui haver una erupció?

Notícia 3: Diari de Girona.cat

Dels últims 2 anys i mig

El terratrèmol de Caldes és el més fort de Catalunya

La majoria dels 45 sismes que s'han registrat aquest 2010 s'han produït a la Selva i al Ripollès

FRANCESC BENEJAM. El terratrèmol de magnitud 3,7 registrat el passat diumenge a Caldes de Malavella ha estat el més intens que hi ha hagut a Catalunya en els últims dos anys i cinc mesos. Segons dades de l'Institut Geològic de Catalunya, ens hem de remuntar fins el 16 d'agost de 2008 per trobar un sisme de magnitud similar. En aquella ocasió el terratrèmol, de 3,8 graus va tenir lloc al Maresme només un mes després que se'n registrés un altre d'igual a Sant Feliu de Buixalleu.

I és que Catalunya és una zona amb una activitat sísmica moderada degut al seu emplaçament en una zona de col·lisió entre les plaques tectòniques d'Europa i Àfrica. Aquest 2010 hi ha hagut, només a la demarcació de Girona, un total de 45 terratrèmols. Aquesta xifra es troba bastant per sota de la setantena de sismes que hi va haver el 2009, però segueix essent un clar indicador de l'activitat tectònica a casa nostra.

Una vegada més, les comarques que van registrar el major nombre de sacsejades van ser les de La Selva, Ripollès i Cerdanya. En la primera es van detectar un total de 22 terratrèmols i si exceptuem el de diumenge, tots els altres van ser de baixa intensitat (no superior a magnitud 1). El mateix passa amb els del Ripollès (11 terratrèmols) i la Cerdanya (8).

La llista la completen les comarques de la Garrotxa i l'Alt Empordà amb dos sismes cadascuna, tots amb una relativa baixa magnitud. Les dades de l'Institut Geològic indiquen que exceptuant febrer i març, en tots els mesos de 2010 hi ha hagut terratrèmols a la demarcació de Girona, i la freqüència ha augmentat sobretot a partir de la segona meitat de l'any. En aquest sentit, el desembre ha estat, amb 9 terratrèmols, un dels més prolífics, bona part dels quals són rèpliques del sisme de Caldes de Malavella.

En poc més d'una hora es van produir en aquesta localitat sis sacsejades més provinents del sisme detectat a les 7 del matí, però segons destaquen des de l'Institut Geològic, "*no van ser de gaire importància*".

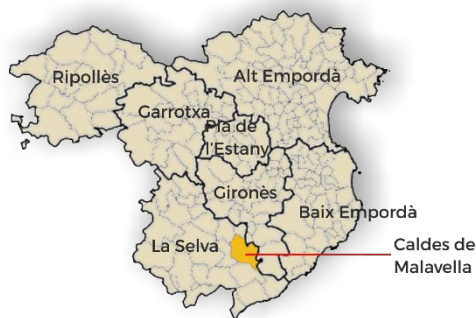
Sacsejada de M 2,8

Malgrat l'elevat nombre de terratrèmols que hi ha a la província de Girona, la gran majoria són de tan poca intensitat que no es solen notar. Fonts de l'Institut Geològic destaquen que la força d'un sisme es comença a fer evident a partir de M 2,8. És en aquest punt que els objectes de menys pes comencen a sacsejar-se degut a la vibració que provoquen les plaques tectòniques. Entre M 4,5 i M 5 el terratrèmol comença a ser intens i pot provocar les primeres destrosses materials, tant en objectes lleugers com en estructures d'edificis.

Sense anar més lluny, el sisme de més magnitud en els últims 20 anys va tenir lloc l'any 2004 a Ripoll. Tot i que no es van lamentar ferits, alguns edificis van quedar malmesos.

10. Respon ara les següents preguntes:

a) On es situa Caldes de Malavella en el context de Catalunya?



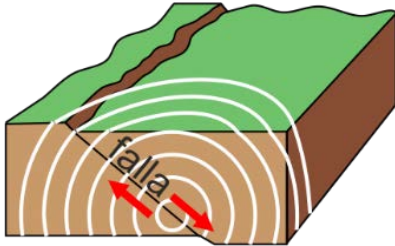
b) Quins són els fets més remarcables que explica la notícia?

c) En conseqüència, quins canvis s'estan produint o es preparen en aquest territori?

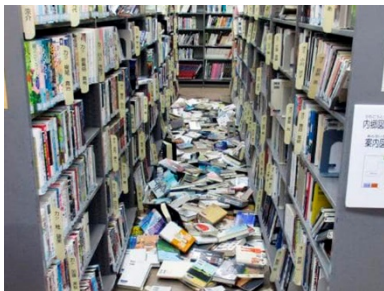
d) Com afecten aquests canvis els habitants de Caldes de Malavella i de Catalunya en general?



11. A fi d'aprofundir en el coneixement de terratrèmols i de com es produeixen, relacioneu les imatges de la columna de l'esquerra amb alguna de les explicacions de la columna de la dreta:

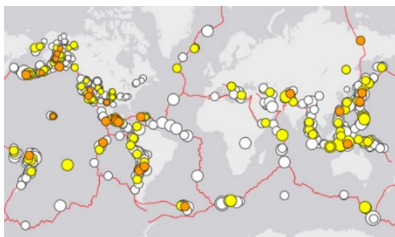


- Moviments bruscos en superfície fan trontollar els edificis



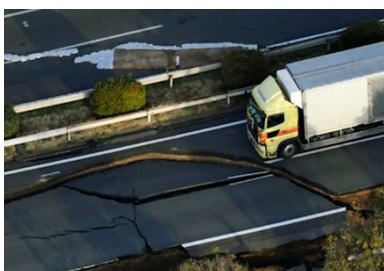
Fukushima, el Japó, 2016 (Kyodo News)

- Mapa de les zones sísmiques



Terratrèmols significatius
octubre 2017 (USGS)

- Esquerdes produïdes per un terratrèmol



El Japó, 2016 (Reuters)

- Ones sísmiques que s'expandeixen a partir de l'hipocentre o focus

12. Parlem-ne.

- a) On s'originen els terratrèmols? Per què deu ser que el planeta pateix terratrèmols?
- b) Pel que fa a Catalunya, com explica la notícia la freqüència dels sismes que s'hi registren?
- c) Són igualment susceptibles de patir terratrèmols totes les zones de Catalunya? Quines poden ser les més afectades?
- d) Creus que es podria parlar de perill sísmic en algun indret de Catalunya? Justifica la resposta.
- e) Si a Caldes hi ha terratrèmols, vol dir que hi pot haver també una erupció volcànica alguna vegada?

Posada en comú

13. Ara, entre alumnes que heu estat en grups diferents en la part 1 de l'activitat feu una síntesi de les tres notícies, tot lligant les respostes a aquestes preguntes:

- a) Per començar, la notícia sobre el Japó tracta sobre...
- b) I la notícia sobre l'illa del Hierro explica...
- c) En canvi, la notícia sobre Catalunya tracta de...
- d) Les tres notícies coincideixen en el fet que el planeta és sacsejat d'alguna manera. Ara bé, hi ha algunes diferències en la manera com es manifesta aquest impuls que surt de l'interior de la Terra. Així, comparant les notícies sobre el Japó i l'illa del Hierro podem dir que...
- e) I entre aquestes dues i la de Catalunya observem que...



- f)** En resum, totes tres notícies, es refereixen a canvis que el planeta experimenta en la seva superfície. De fet s'elaboren de forma (gradual?/sobtada?) però es manifestenNo podem veure l'interior de la Terra, però sí els efectes que pot produir l'escorça –amb emissió o sense emissió de materials– d'una activitat que ha de procedir per força de i que es podria explicar per què la Terra està en activitat contínua.

1.2 Indaguem sobre els terratrèmols

A Catalunya, el barranc de Monclús, a la Noguera, amaga un secret. Entre els seus monòlits de pedra hi ha escrita una història desconeguda d'un poble que va desaparèixer fa més de 600 anys. Durant segles es va atribuir el fenomen a la ira divina, perquè només en va quedar l'església. La llegenda parla del miracle de Monclús. Només segles més tard, els científics han aclarit que la desaparició del poble va ser causada per un terratrèmol.



(notícies canal 3/24)

<http://www.324.cat/noticia/1217126/noguera/>

Els alumnes de 2n. d'ESO troben la història interessant i no paren de fer comentaris:

Andrea: Que curiós! Un altre cas on només queda l'església.

Judit: És veritat. En unes imatges sobre terratrèmols també em va cridar l'atenció que només hi quedava el campanar.

Laura: A veure si serà veritat això del càstig diví... ja, ja...

Víctor: Llàstima, perquè entre les primeres imatges captades del terratrèmol de Llorca es veia com queia el campanar.

Roberto: *"Me pregunto que pensaria sobre ello la gente de aquella época."*

Laura: És veritat, tampoc és tan normal que el terra tremoli i tot caigui.

Víctor: Bé, que tremoli i tot caigui, potser no, però que hi hagi petits tremolors és més freqüent del que ens pensem. Segur que al 1400 també n'hi havia.



Terratrèmols: superstició o realitat?

14. Construeix un text cohesionat que respongui les següents preguntes:

- a)** I tu què n'opines d'aquest tema? Creus que en aquest cas la superstició podia estar justificada?
 - b)** Has estat mai en un edifici a la vora d'una màquina que comprimeix un terreny, com per exemple quan es fa una autovia? A les cases que es troben a desenes de metres es perceben petits tremolors de les parets que fan trontollar les copes o d'altres objectes fràgils. Pensa i escriu altres exemples de la vida diària en que notes petits moviments o vibracions del terra.
 - c)** Creus que alguns d'aquests tremolors es podien percebre als segles XIV i XV? Quins sí i quins no?
 - d)** Davant d'un mateix terratrèmol, creus que totes les edificacions responen igual? Quins factors poden contribuir a fer que una edificació caigui abans que una altra? Com explicarien aquests factors el fet que històricament moltes esglésies siguin més resistents als terratrèmols?
-

Els sismògrafs mostren que el terra es belluga

Utilitzem un sismògraf casolà

Petits o grans, els terratrèmols, avui en dia, poden ser detectats amb uns aparells ancorats a terra que s'anomenen **sismògrafs**. Tot i que ja es fabriquen sismògrafs amb una tecnologia molt avançada, el seu funcionament es basa en principis senzills que nosaltres podem tractar d'entendre i aplicar.

Un sismògraf enregistra l'amplitud i la durada d'un sisme. Encara que a la teva vida no experimentis un terratrèmol real, aquesta activitat et donarà idea de com funciona un sismògraf. Tot seguit s'explica la manera de construir-ne un, amb el material necessari.

Simulació per a tot el grup classe: 3 alumnes s'ofereixen voluntaris



Material:

- Un llibre gruixut
- 2 m de cordill ben resistent
- Un llapis amb punxa
- Cinta adhesiva
- Paper (com el portafolis del dibuix, amb alguns fulls de paper)
- Una taula que es pugui moure

Procediment

- Col·loqueu el portafolis sobre la taula i enganxeu-lo allà amb cinta adhesiva. En cas de no disposar de portafolis es pot enganxar el full de paper directament a la taula.
- Enganxeu el llapis amb cinta adhesiva sobre la tapa del llibre, de manera que la punta sobresurti de la tapa.
- Passeu el cordill per la meitat de les pàgines i lligueu-ne els extrems.
- Ara, un dels tres alumnes pot sostenir el cordill i suspendre-hi el llibre perquè pengi sobre el paper de la taula. Eviteu que el llibre s'obri, (podeu segellar-lo amb cinta adhesiva).
- Col·loqueu el llibre de manera que el llapis toqui el paper.
- Amb un moviment tan uniforme com sigui possible, moveu el llibre (amb el llapis incorporat) al llarg del paper, de manera que es dibuixi una línia (aquesta serà la *línia de referència*). Si és necessari, practiqueu diverses vegades fins que us acostumeu al moviment necessari per dibuixar una línia estable i continua.

15. Pensem-hi una mica.

- a) De quina manera creieu possible simular un terratrèmol? Feu una predicció de com aquest terratrèmol afecta la línia de referència. Dibuixeu-ho:

Línia de referència:
continueu-la
cap a la dreta



Per comprovar com deu ser aquesta línia quan hi ha un moviment (terratrèmol), dos dels tres companys voluntaris han de moure la taula perpendicularment a la direcció en que viatja el llapis.

És interessant que repetiu el procediment utilitzant moviments més forts i mes febles. Compareu els resultats.

b) A què s'assemblen les línies que han sortit?

Acabeu de dibuixar línies molt semblants a les que perfila un sismògraf quan enregistra les ones d'un terratrèmol. Aquests enregistraments es coneixen amb el nom de **sismogrames**.

Com heu pogut comprovar, un sismògraf inclou una eina d'escriptura connectada a una massa suspesa, que queda força immobilitzada per inèrcia, encara que tot el seu voltant es mogui. També té una superfície d'escriptura que descansa sobre un suport que toca a terra (entorn que es mou).

La física ens diu que la **inèrcia** és la propietat que tenen els cossos per romandre en el seu estat de moviment o de repòs mentre no se'ls apliqui cap força. O, dit d'una altra manera, la inèrcia és la resistència que oposa la matèria a modificar el seu estat de repòs (en el cas que contemplem) o de moviment. Es diu que un sistema té més inèrcia com més difícil resulta provocar-li un canvi de moviment: accelerant-lo, frenant-lo o desviant-lo. Això s'aconsegueix amb una **massa** elevada.

En el nostre exemple, la inèrcia depèn de la quantitat de massa (gruix del llibre que sosté el llapis) i del tensor d'inèrcia (cordill que sosté llibre i llapis).

16. Formula les conclusions en forma d'un text que doni resposta a aquestes preguntes:

- a) Què passa, doncs, quan es produeix un terratrèmol?**
- b) De què depèn que les línies surtin més o menys irregulars?**
- c) Quina funció creieu que fa la massa suspesa del llibre? Quin element del vostre model representa la Terra?**
- d) Quins avantatges, utilitats o tipus de dades creieu que es poden obtenir a partir de la confecció de sismogrames?**
- e) Busqueu imatges a internet i informació addicional sobre sismògrafs moderns i compareu-ho amb el "sismògraf" que acabeu d'utilitzar.**

Ones:
les conseqüències d'una pertorbació
ens arriben viatjant a diverses velocitats

Els alumnes de 2n. d'ESO estan entusiasmats amb l'apassionant món de les ones sísmiques, però...

Roberto: *Todo esto está muy bien, pero francamente lo veo un poco abstracto.*

Carles: Per què? Si els sismogrames hem comprovat com es fan: surten a partir d'un fet molt real com és un terratrèmol!

Víctor: I que els terratrèmols no es noten poc, eh!

Laura: Sí, és veritat, però, com són les ones quan viatgen? T'imagines poder-les veure?

Andrea: Sí que n'has vist d'ones! Tira una pedra a una bassa i les tornaràs a veure!

Roberto: *Pero lista, la Tierra está hecha de rocas y no de agua.*

Dolors: I què?

Víctor: T'imagines un terratrèmol, en el moment que es produeix a l'interior de la Terra?

Dolors: Com és que pot afectar tant de territori? És que les ones també s'escampen per les roques? I quan arriben a la superfície? Em costa d'imaginar-ho, tot plegat.

Aquests alumnes tenen raó, tot i que podem veure ones quan, per exemple, tirem una pedra a una bassa d'aigua:



L'energia de la pedra fa que l'aigua adopti aquest moviment circular al voltant d'un centre, un punt emissor. Però pot ser complicat entendre que un moviment semblant també es pugui traslladar per les roques a causa dels terratrèmols.

Què li passa a l'aigua d'una bassa quan es va expandint una ona en el seu si? Què creieu que els passa a les roques que van traspasant aquesta energia? Es queden igual o bé pateixen modificacions?



Simulem el pas de les ones sísmiques

A fi d'entendre com l'energia es pot expandir a través de les roques, experimentem amb les dues simulacions següents.

Simulació 1

Com si estiguéssiu fets del material sòlid de les roques, seureu un al costat d'un altre, de manera que les vostres espatlles es toquin, formant una llarga renglera. L'últim alumne de la renglera es posa al costat un objecte qualsevol de la seva mida (una cadira, una caixa gran de cartró...)

Tot seguit, el primer component de la renglera empeny a qui té al costat, de manera que l'empenya s'anirà transmetent progressivament a tothom fins arribar a qui estigui situat al final, que comunicarà l'impuls a l'objecte.

Simulació 2

Tots drets, l'un al costat de l'altre i agafats de la mà, tornem a formar una llarga filera. Tot seguit, el component d'un extrem comença a saltar, primer cap amunt amb les cames ben estirades i després cap avall, tocant de mans a terra, amb els genolls encongits. En la mesura que els companys del costat van acabant el seu salt, els següents de la filera l'inicien i repeteixen el moviment, de manera que el moviment es va traslladant a l'extrem oposat de la filera.

17. Després d'això, responeu les preguntes següents en un text:

- a) Fixeu-vos com ha quedat la renglera de companys i companyes després de realitzar el moviment en ambdues simulacions: s'ha quedat intacta, o bé ha resultat deformada?
- b) Com us ha afectat a cadascun de vosaltres (que simuleu ser roques) el pas de l'energia? Us heu quedat igual que abans?
- c) En quina de les dues simulacions es comunica millor i més ràpid l'impuls al següent component? Per què?
- d) Si cadascú de vosaltres sou una partícula de roca que vibra al pas de l'energia, dibuixeu ara, amb fletxes, la direcció que pren el moviment que feu en cadascuna de les dues simulacions.
- e) Com es comunica millor l'impuls: estant més junts o més separats?
- f) Si a l'interior de la Terra les roques han de suportar tot el pes de les que hi ha damunt seu, com creieu que estaran: més juntes entre elles o més separades?
- g) A mida que les ones viatgin cap a l'interior de la Terra, com es comunicarà aquest impuls: més de pressa o més a poc a poc?
- h) En conclusió, què creieu, doncs, que els passa a les roques de l'interior de la Terra quan propaguen l'energia que reben? Quin comportament creieu que tenen i què els passa? Com viatgen les ones sísmiques a través seu?

Aquestes dues simulacions es refereixen a les dues maneres que hem vist com l'energia es propaga per l'interior de la Terra:

http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/images/P-wave_animation.gif

http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/images/S-wave_animation.gif

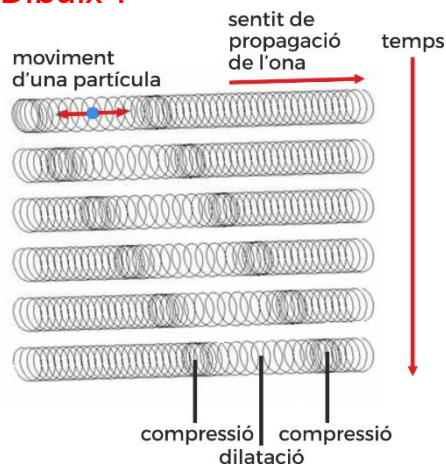
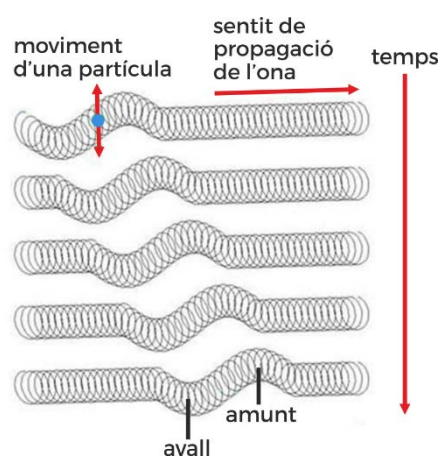
De fet, quan en un punt de l'interior es produeix un moviment de les roques es formen dos trens d'ones que transporten energia. Les que viatgen de manera més ràpida s'anomenen **ones primàries** o **P**. El següent tren d'ones viatja més a poc a poc i per aquest motiu arriben més tard i s'anomenen **ones secundàries** o **S**.

**18. Acabarem amb aquest parell de preguntes:**

- a) Quina d'aquestes dues simulacions anteriors creus que correspon al pas de les ones P i quina amb el pas de les ones S?**

Les dues reproduccions següents sobre ones s'han realitzat amb molles semblants a les que volten les mines d'alguns bolígrafs (si en tinguéssiu alguna amb una longitud adequada la podríeu provar).

- b) Escriviu a sota de cadascuna, a quina de les dues simulacions efectuades correspon:**

Dibuix 1**Dibuix 2**

Pel que fa a les ones generades a l'interior de la Terra, mai ningú no ha pogut baixar-hi per veure directament com es propaguen. No obstant això, tenim prou imaginació per imaginar-ho a partir de les dades i a partir del que sabem sobre ones, forces i materials.

Mireu-vos aquest vídeo que tracta d'una simulació basada en la generació d'ones sísmiques en un punt interior de la Terra i de la seva propagació, tant per l'interior com per la superfície:

http://www.youtube.com/watch?v=JY_o0DnEbeo&feature=player_detailpage

19. Elabora un text que respongui les següents preguntes:

- a) Selecciona la informació necessària per omplir la taula següent que, de ben segur, ja respondrà els interrogants que formulaven uns alumnes de 2n d'ESO al principi de la unitat.**

Tipus d'ones sísmiques	Viatgen pel interior (I) o per la superfície(S)	A una velocitat de...	Grau de perill per als humans
Love			
Rayleigh			

- b) Justifica la diferència de velocitat de les ones P i S tot relacionant-la amb les dues simulacions que heu fet al principi. Què era més fàcil i més ràpid: empènyer amb l'espatlla els companys del costat o posar-se a saltar amunt i avall?**

Com diuen al vídeo, com més a l'interior de la Terra, més materials hi haurà al damunt (més pressió) i molta més temperatura.

- c) També recordant la simulació anterior sobre les ones, creieu que viatjaran a la mateixa velocitat les ones sísmiques a 20 km de profunditat (les roques no estan a tanta pressió) que a 2000 km de profunditat (les roques estan molt més pressionades i, per tant, molt més juntes)? Per què?**

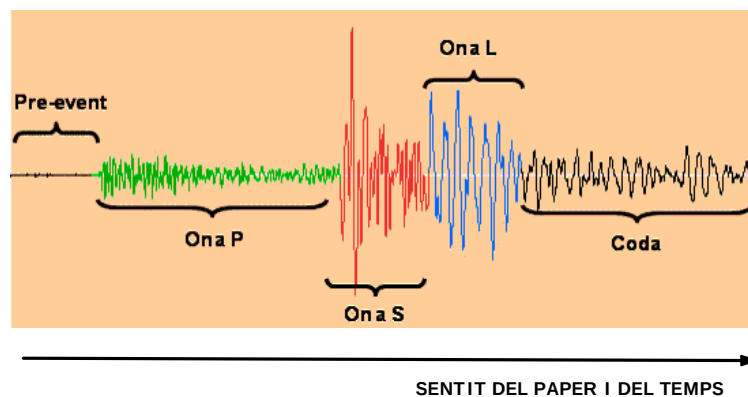


Efectivament, a partir de dades experimentals s'ha deduït que les velocitats de les diferents ones depenen de les característiques del medi que travessen. Per exemple, en roques ígnies o magmàtiques (que són força consistents) i que són les que formen l'interior del planeta, la velocitat de les ones P és de l'ordre de 6 km/s, mentre que en roques poc consolidades (graves vora un riu), que són sedimentàries, baixen a uns 2 km/s aproximadament.

Les **ones P** poden viatjar pel medi líquid. En canvi, les **ones S** només es poden transmetre per un medi sòlid; quan arriben a una zona líquida, desapareixen. Et serà fàcil trobar-hi explicació si penses en la diferència entre ones P i S i recordant què fan les partícules en un sòlid i en un líquid (model cinètic de la matèria).

20. Escriu un text que respongui aquestes preguntes:

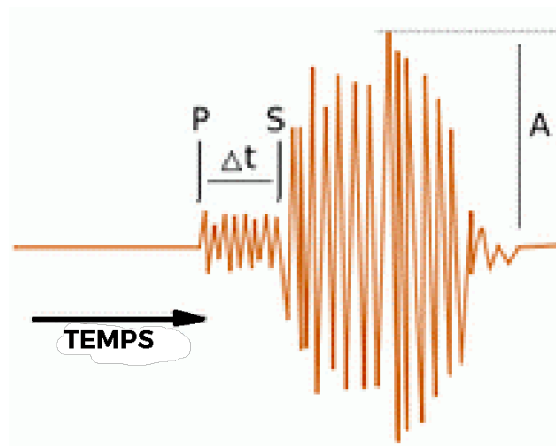
- a) Ara que ja en saps molt, d'ones sísmiques, com t'expliques els terratrèmols de Caldes i el més fort del Japó?
- b) Per què l'un és més intens que l'altre? De què depèn? Quines són les ones responsables dels desastres i com actuen?
- c) Què permeten deduir les diferents velocitats que adquireixen les ones sísmiques per allà on passen?
- d) Per acabar, compara el vostre sismograma amb aquest, que enregistra les ones P i S que han viatjat per l'interior de la Terra.



Sismograma enregistrat al *Laboratorio de Ingeniería Sísmica del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII)*

La **coda** és la part del sismograma que decau conforme passa el temps, fins arribar al nivell anterior al sisme (al gràfic, "pre-event").

S'hi pot veure que les ones **L** arriben encara més tard que les **S**.



(wikimedia)

- e) Després de veure aquests dos sismogrames, explica què hi veus d'igual i què de diferent, en comparació al sismograma que abans heu elaborat durant la simulació d'un terratrèmol.**

La distribució dels terratrèmols és aleatòria?

Acabem de veure que la Terra és un planeta que es belluga, com a mínim de tant en tant i en uns llocs més que en d'altres. Quan ho fa, les persones notem els efectes de l'energia alliberada des de l'interior, ja sigui en forma de terratrèmols o d'erupcions.

A fi de poder respondre la pregunta del títol i de tenir més informació sobre llocs del planeta que pateixen terratrèmols, busqueu al web:

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-88.53066,-78.04688&extent=88.51252,477.42188>

- Obriu la icona del món i trieu tot el món.
- Mitjançant la icona de configuració trieu veure els terratrèmols de totes les magnituds dels darrers 30 dies.
- Al mapa veureu que, d'acord amb la llegenda, els punts del planeta que han patit terratrèmols recentment estan marcats amb cercles de diferents colors i grandàries diferents.



On hi ha terratrèmols?

21. Representa, en el mapamundi de la pàgina següent, les dades de terratrèmols dels darrers dies. Fes-ho sobre un paper vegetal i en color blau. Contesta, en forma de text, les preguntes:

- a)** Explica el que hi observes: els terratrèmols estan distribuïts uniformement per tot el planeta o es concentren més en unes zones que en altres?
- b)** Entre quins valors es mou la seva magnitud? Aquests darrers dies, a quins llocs s'ha alliberat més energia amb un sol sisme?
- c)** Què creus que hi deu haver d'especial en aquestes parts de la terra sobre les quals es dona una concentració d'activitat sísmica?



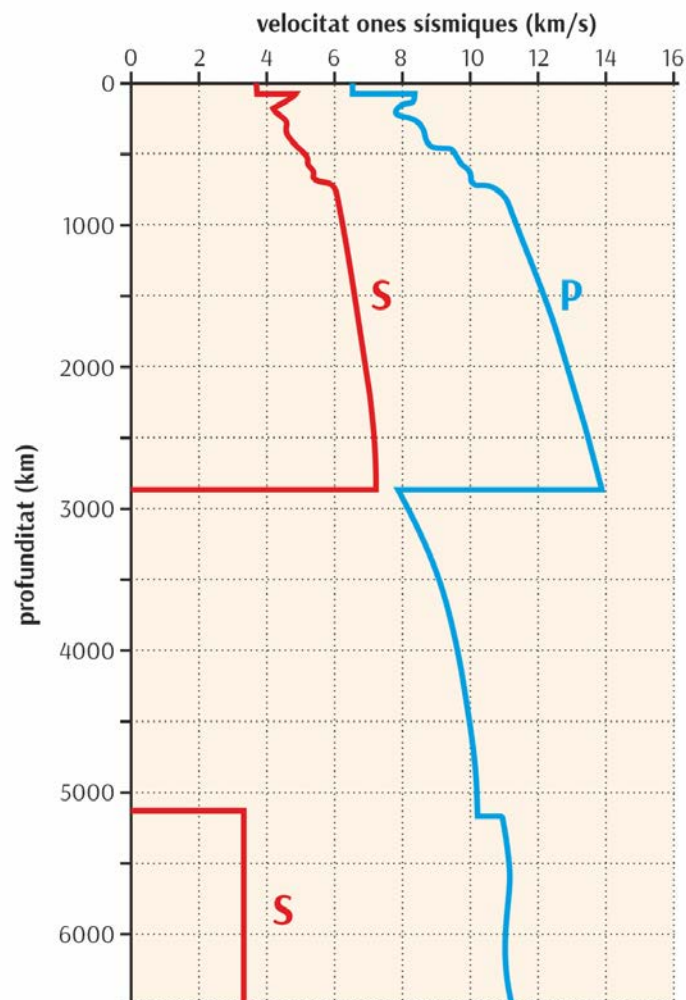


1.3 Com és la Terra per dins?

Les ones sísmiques ens en donen dades

Com ja sabeu, quan es produeix un terratrèmol, les ones sísmiques P i S s'escampen en totes direccions a través de l'interior de la Terra. Recordem que la velocitat de les diferents ones depèn de la densitat del medi que travessen: com més densitat tenen els materials, a més velocitat viatgen.

Gràcies a l'estudi de molts sismogrames –semblants al que heu realitzat amb el vostre sismògraf casolà– obtinguts arreu del planeta, s'han pogut elaborar gràfics com el següent:



L'eix vertical representa una secció de la terra que arriba fins el seu centre, a més de 6000 km de profunditat. L'eix horitzontal representa la velocitat de les ones sísmiques.

22. Contesta amb un text:

- a)** D'acord amb el gràfic, quines ones viatgen a més velocitat?
- b)** A quina profunditat hi ha un canvi molt brusc de velocitat en cadascun dels tipus d'ones?
- c)** Aquests canvis de velocitat tan sobtats, què ens diuen sobre els materials que formen el planeta?

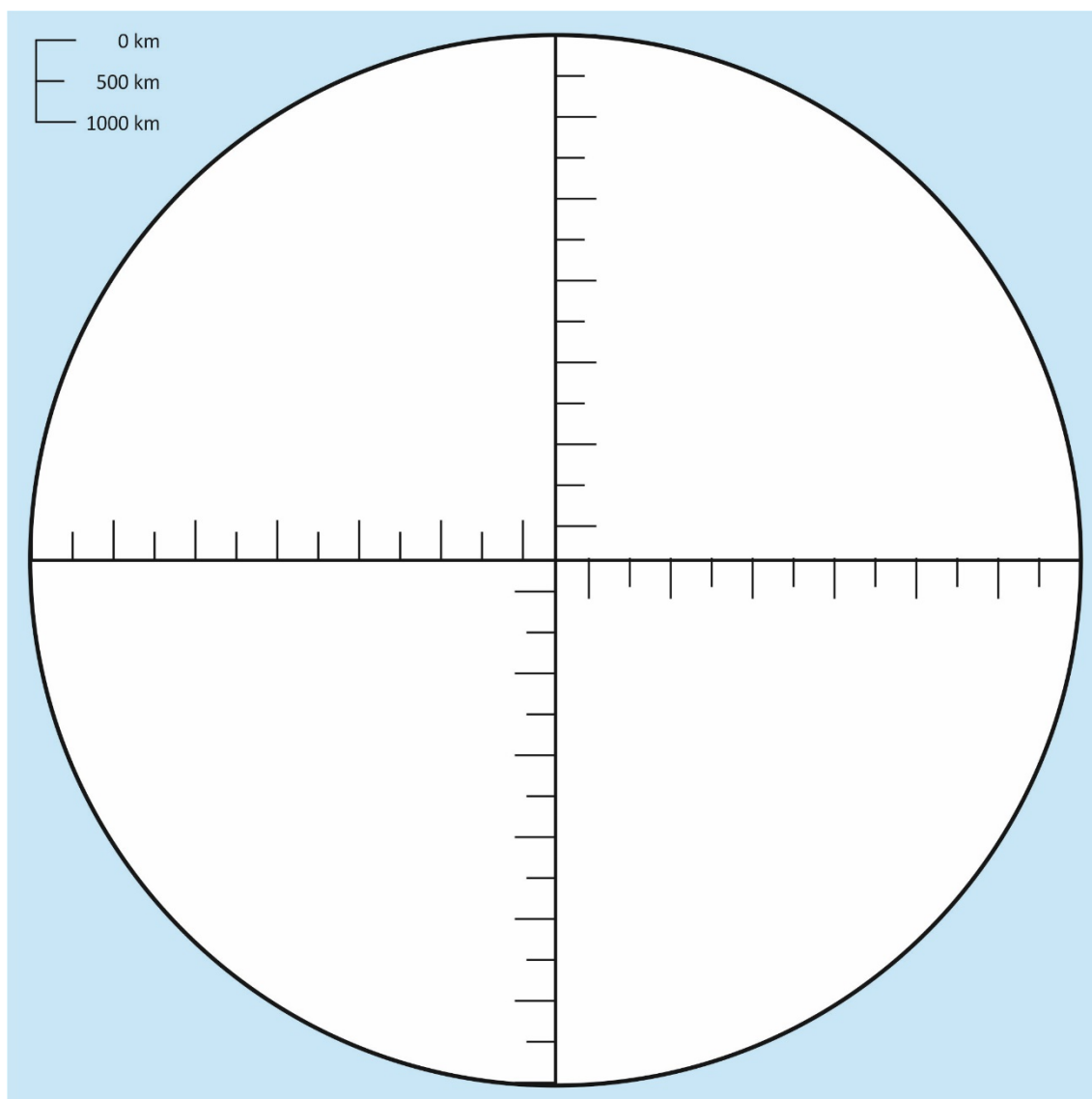
d) Finalment, omple els buits de la taula següent:

Velocitat de les ones		Profunditat (km)	Deduccions respecte de la naturalesa dels materials: Seran sòlids o líquids?
Ones P	Ones S		
		0 – 100	
		700 – 800	
		2800 – 3000	
		5100	



Aprofitem aquestes dades

23. Tracta de reproduir les capes de la Terra a partir de les dades de velocitat de les ones sísmiques del gràfic anterior. Tingues en compte l'escala o proporcions, utilitzant les dades anteriors. Indica també quin és el seu estat.



Bé, joves sismòlegs, acabeu de deduir que la Terra per dins queda distribuïda en capes! Es tracta de l'anomenat **model geoquímic**.

Gràcies a les dades obtingudes a partir de l'estudi dels terratrèmols, heu pogut fer com els científics: deduir com s'estructura l'interior de la Terra.

24. Completa-ho consultant la pàgina <http://www.xtec.cat/~imartin6/1/hotpot/terra/index.htm>

A partir de la informació que n'obtinguis, en els requadres següents fes una descripció dels materials que formen la Terra i de l'estat que es troben:

ESCORÇA	
MANTELL	
NUCLI	



1.4 Explorem els volcans

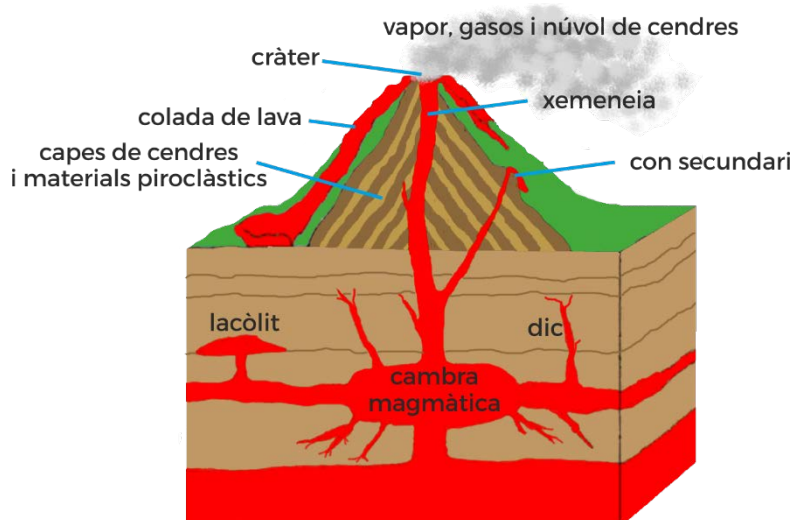
Volcans: el planeta s'expressa! Com i de quines maneres?

Els volcans sempre han inspirat un profund misteri entre els pobles que els han vist sorgir i desenvolupar-se. Com és possible que l'interior terrestre s'expressi amb tanta força i potència?

La paraula **volcà** prové de l'illa de Vulcano, al sud-est de la costa d'Itàlia, que té un volcà que els romans relacionaven amb Vulcà, el déu del foc i de la forja. A causa de la freqüència de les activitats eruptives en aquella illa, els romans consideraven que era on Vulcà tenia la forja.

Des d'aleshores un volcà és una manifestació de la dinàmica de la Terra, que s'expressa mitjançant la sortida a l'exterior de matèria fosa procedent del seu interior. Així doncs, hi ha volcans allà on les vies de pas són prou fondes per arribar a comunicar els llocs on hi ha la matèria fosa (**cambra magmàtica**) amb la superfície.

La lava surt del volcà a temperatures entre 700 i 1250 °C.



25. A quina capa de les deduïdes en l'estructura interna de la Terra situaries la cambra magmàtica d'aquest volcà?

Quan el Vesuvi va destruir Pompeia

Aquesta és una adaptació de la carta de Plini el Jove a l'historiador Tàcit descrivint l'erupció del Vesuvi l'any 79 dC i la mort del seu oncle Plini el Vell. És la mateixa erupció que va sepultar la ciutat de Pompeia.

Era prop de Nàpols. El dia novè abans de l'inici de setembre la meva mare va advertir al meu oncle que hi havia un núvol de grandària i forma poc freqüents. Després de menjar i estudiar, es va posar les sandàlies i va pujar a un lloc des d'on pogués observar millor aquella meravella. S'aixecava un núvol (els que s'ho miraven de lluny no sabien ben bé de quina muntanya sortia, després es va saber que era el Vesuvi). La semblança i la forma del núvol s'apropava més a la figura d'un pi que a la de cap altre arbre.



L'ombra fosca marca les zones més afectades per l'erupció del Vesuvi. (wikimedia)



Erupció d'un volcà a la illes Aleutianes, Alaska, el 2017.

Projectant-se en l'aire, com un tronc llarguíssim que s'anava obrint en branques. Jo crec que passava així perquè al afeblir-se el corrent que impulsava en aquell moment el núvol, que no tenia aquesta força, queia pel seu propi pes i es feia gran en amplada. En un principi era de color blanc, però després va anar agafant un color molt brut i amb taques, com si portés terra o cendra.

Al meu oncle, aquell espectacle li semblava extraordinari, digne de ser conegut de més a prop. Va agafar una petita embarcació; ja sortia de casa quan va rebre la carta de la dona d'un amic demanant-li ajuda. Llavors va canviar d'objectiu i decidí anar a ajudar-la agafant uns quants vaixells.

A la muntanya del Vesuvi relluïen flamarades amplíssimes, amb un esclat i una claror que s'accentuaven durant la nit. El meu oncle, per tranquil·litzar-se, no parava de repetir que serien fogaines dels pagesos. El pati de la casa on eren començava a omplir-se de cendres i pedruscall gros, així que van decidir-se per anar al ras i cobrir-se amb coixins.

Ja era de dia en altres llocs, però, en aquella zona, tot era negre fosc de la nuvolada que tenien a sobre. Van decidir anar cap a la platja, que estava deserta, i veure com estava el mar. Van seure allà i el meu oncle va demanar una mica d'aigua, i en va beure. De sobte van aparèixer flames i seguidament una olor forta a sofre, fent que fugissin de la zona. El meu oncle s'aixeca ràpid però va tornar a caure, segurament empès per la dificultat de respirar provocada per la boira que s'havia format. Quan es va tornar a fer clar el van trobar sencer, intacte, vestit tal i com anava, mort.



26. Possiblement la descripció que fa Plini el Jove sobre el que el seu oncle va observar abans de morir et recordi un fenomen volcànic que va impactar força la societat i l'economia europea l'any 2010.

a) Sabries descriure'l, què va passar i a on? Quines repercussions va tenir? Si convé, consulta aquest web:

http://internacional.elpais.com/internacional/2010/04/15/actualidad/1271282405_850215.html

L'observació del vídeo de Youtube <http://www.youtube.com/watch?v=M2oLhd0I0PI> (*Pompeya y el Vesuvio*) et permetrà valorar pel teu compte la grandiositat del vulcanisme i la seva repercussió històrica. Però aquest esdeveniment tan tràgic va fer possible que ara puguem contemplar la ciutat de Pompeia pràcticament igual que era fa 2000 anys.



El volcà de Santa Margarida, avui en dia recobert de vegetació i amb una ermita al bell mig del cràter.

(wikimedia)

I a Catalunya? Hi podem trobar volcans? Poden arribar a entrar en erupció?

Al nostre país és força coneguda la zona volcànica de la Garrotxa. Si anéssim 15 000 anys enrere, hi podríem viure esdeveniments semblats als que ens ofereixen algunes notícies actuals, ja que hi havia hagut molta activitat volcànica en aquella època.

b) Dibuixa la formació d'un volcà, en el següent diagrama. D'acord amb el teu coneixement sobre les diferents capes de la Terra, Indica d'on creus que prové el material expulsat en una erupció.



La lava crea nou terreny i construeix relleu

Com recordem de les notícies comentades anteriorment, a l'Estat Espanyol hi ha mostres de vulcanisme actual ben actiu (Illes Canàries).

En Víctor, que viatja molt amb els seus pares, va visitar l'any passat les illes de la Palma i Lanzarote i ens n'ensenyà algunes fotografies:



Lava *encoixinada* a Nova Zelanda. També se'n troben a les Canàries. (wikimedia)



Colada de lava al parc nacional de Timanfaya, a les Illes Canàries. (J.L. PEREA / CENEAM - MMA)

En Víctor els explica que les Illes Canàries, van emergir del fons del mar:

Judith: Què són aquestes boles que es veuen formant aquesta paret?

Víctor: Són laves encoixinades que es formen quan la lava molt calenta es troba amb l'aigua freda del mar i es separa en aquestes boles, a la vegada que solidifica. Aquestes boles són el testimoni que l'illa va començar a créixer per aquesta zona. Correspon, així doncs, a la part més antiga de l'illa.

Dolors: Fixa't en tota aquesta taca negra, es veu perfectament per on passava el riu de lava...

Víctor: Sí, és el que ha solidificat a partir de l'erupció; a partir de successives erupcions, una sobre l'altra, l'illa va creixent i es va formant relleu.

Laura: Però són sempre igual les erupcions?

PER APROFUNDIR-HI Illes volcàniques

27. A partir d'aquesta lectura, i consultant més documentació, com explicaries la manera com es pot formar una illa a partir d'erupcions volcàniques? En quines condicions és possible?

Quan ho tinguis clar, prepara una bona presentació per als companys.



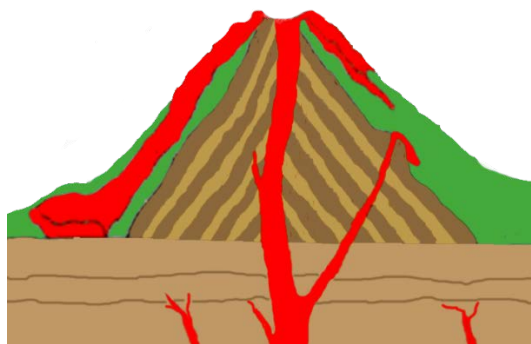
Diferents paisatges volcànics: analitzem-los

Però, és que tots els volcans son iguals?

Tot seguit ho contemplem. Les dues imatges següents fan referència a volcans. Sovint pensem en un volcà com un con circular al capdamunt d'una muntanya. Realment és així en tots els casos?

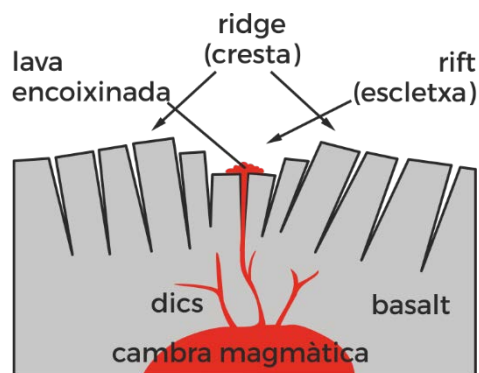
28. A fi de comprovar-ho, compareu les dues imatges i penseu quines diferències trobeu entre el volcà de la imatge 1 i el de la imatge 2.

Imatge 1



El volcà Vesuvi (Pompei Turismo)

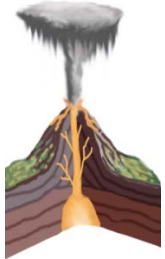
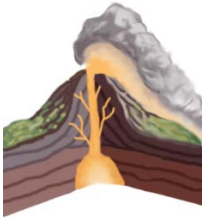
Imatge 2

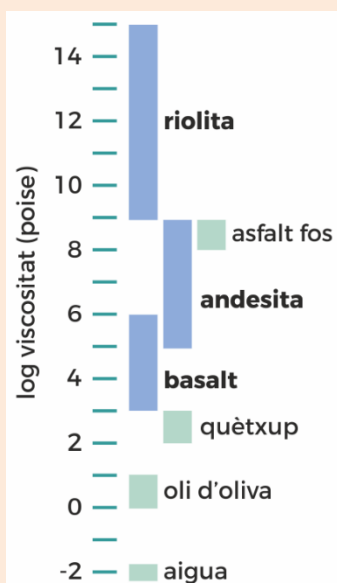


Una passejada pel rift islandès (wikimedia)

Hi ha volcans més explosius que d'altres!

29. Començarem a pensar sobre els diferents tipus d'erupcions que apareixen tot seguit.

	erupció vulcaniana S'alliberen grans quantitats de gasos d'un magma poc fluid, que es consolida amb rapidesa; per això les explosions són molt fortes i la lava molt viscosa que emet es polvoritza, produint molta cendra, llançada a l'aire acompanyada d'altres materials fragmentaris.	a) Quins materials diferents en surten? Quin creus que és el volcà més explosiu de tots? Quins creen més pendent o desnivell sobre el terreny? Quins d'aquests són més semblants entre si?
	erupció pliniana Difereix de la vulcaniana en el fet que la pressió dels gasos és molt forta i produeix explosions molt violentes. Forma núvols ardents en forma de pi o bolet, que, en refredar-se, produeixen precipitacions de cendres. Els fluïxos piroclàstics poden baixar pel vessant a velocitats enormes i arribar a centenars de quilòmetres.	b) De quins factors creus que depenen aquestes diferències que has observat entre uns i altres?
	erupció peleana Lava extremament viscosa que es consolida amb gran rapidesa, arribant a tancar per complet el cràter. L'enorme pressió dels gasos, sense sortida, aixeca aquest tap que s'eleva formant un gran coll volcànic o bé destrossa la part superior de la muntanya.	c) Quina diferència hi deu haver entre les laves d'una erupció vulcaniana i una d'estromboliana?
	erupció estromboliana Erupció és permanent, amb freqüents paroxismes explosius, amb gasos abundants i violents i projeccions d'escòries, bombes volcàniques i lapilli i, de tant en tant, de colades de lava fluïda, però menys extenses que en el cas hawaiana. No es produeixen cendres.	d) Creus que la viscositat de la lava pot tenir relació amb la violència de les erupcions? Argumenta-ho.
	erupció hawaiana Laves molt fluïdes, sense desprendiments explosius de gasos. Les laves formen un llac de lava en el cràter fins que el desborden i llisquen fins a grans distàncies, creant un con volcànic de poc pendent.	
	erupció islandesa Efusions de lava basàltica fosa que flueixen a partir de fissures llargues i paral·leles. Aquests efusions solen construir altiplans de lava.	



Què és la viscositat?

Abocar un vas d'aigua o d'oli no és igual de ràpid. La **viscositat** d'un fluid és una mesura de la seva resistència a fluir. La seva unitat és el *poise*. L'aigua té poca viscositat i l'oli d'oliva en té més.

El diagrama mostra la viscositat de diversos materials. Tenint en compte que l'escala és logarítmica, has de comptar que una diferència de 2 en el diagrama suposa una viscositat $10^2 = 100$ vegades superior entre els dos materials. Segons això, l'oli d'oliva és entre 100 i 1000 vegades més viscos que l'aigua i unes 100 milions de vegades menys viscos que l'asfalt fos.

La viscositat del magma és una propietat important quan volem explicar el comportament d'un volcà concret. Per això hem posar en negreta els noms de tres roques formades a partir de lava de viscositat diferent. Vegem-ne les conseqüències.

30. Per veure l'efecte de la viscositat del magma i de la quantitat de gasos que conté sobre la violència de les erupcions volcàniques, aneu a la pàgina

https://www.cosmeo.com/braingames/virtual_volcano/index.cfm?title=Virtual%20Volcano

on podreu explorar diversos aspectes dels volcans.

Aquesta és la traducció d'alguns dels termes que hi trobareu:

Shield = escut / *Tephra* o *cinder cone* = Con d'escòries o cendres / *Stratovolcano* = Estratovolcà o volcà compost / *Dome* = Cúpula / *Caldera* = Caldera

- a) Ara que ja en sabeu una mica, aneu al menú principal i construïu diversos volcans virtuals, posant-hi lava amb molta o poca viscositat, combinat amb molts o pocs gasos dissolts. A partir de les quatre combinacions possibles, anota aquí la violència de les erupcions corresponents (molta, força, poca, gens...):

violència de l'erupció		viscositat de la lava	
		molta	poca
gasos dissolts	molts		
	pocs		

- b) Tenint en compte els tipus d'erupció de la pàgina anterior, de quin tipus diries que és la més violenta de les que has simulat? I la més tranquil·la?

c) Completa la taula següent, tenint en compte aquestes informacions:

- Els magmes basàltics són els que contenen menor proporció de sílice (diòxid de silici, SiO_2) i els riolítics els que més, mentre que els magmes andesítics tenen una composició intermèdia.
- D'acord amb la composició del magma, quan la lava que surt del volcà es solidifica es poden formar tres grans tipus de roques: basalt, andesita i riolita.
- Com més alt és el seu contingut en sílice d'un magma, més viscos és.
- Una viscositat elevada afavoreix que les erupcions siguin més explosives.
- L'escorça continental és més rica en silici que el mantell. Per això, a les vores divergents (rifts) i en els punts calents oceànics la lava té poca sílice, mentre que en els punts calents continentals en conté molta. I en les vores de subducció, n'hi ha una proporció intermèdia.

Magma	Contingut en SiO_2 (%)	Temperat. fusió ($^{\circ}\text{C}$)	Grau de viscositat	Erupció explosiva?	Localització
	50	1100			
	60	1000			
	70	800			

d) Converteix les següents línies en fletxes que indiquin cap a on augmenta cada variable:

basalt	andesita	riolita
contingut en sílice		
temperatura de fusió		
erupció explosiva		
viscositat		
color fosc		

La localització dels volcans és aleatòria?

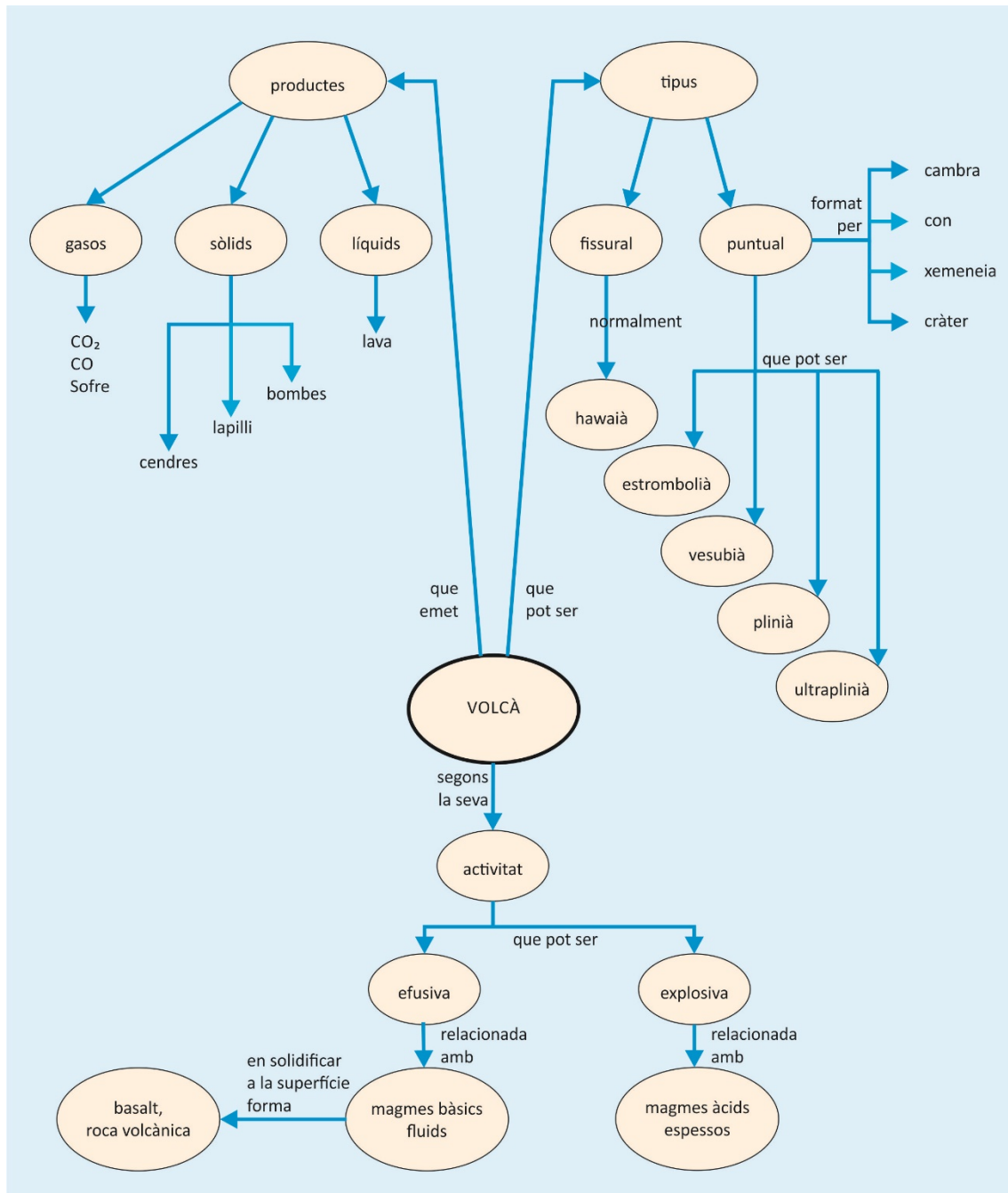
A fi de poder respondre aquesta qüestió, busqueu al webde l'*Smithsonian Institution/USGS Weekly Volcanic Activity Report*: http://volcano.si.edu/reports_weekly.cfm



- 31.** Representa, en aquest mapamundi la localització de les erupcions volcàniques més recents. Fes-ho sobre un paper vegetal i amb color vermell.



Organitzem el que sabem dels volcans



32. Les explicacions següents sobre volcans, numerades de l'1 a l'11, es refereixen a alguns dels conceptes del mapa conceptual d'aquesta pàgina. Decideix a quin d'ells es refereix cadascuna de les explicacions i col·loca sobre el lloc adequat del mapa el número que hi correspon:

1. El magma és ric en gasos perquè ha estat sotmès a grans pressions. Hi ha gasos no combustibles (nitrogen, CO₂, vapor d'aigua) però també n'hi ha de combustibles o inflamables (hidrogen, hidrocarburs, sofre) que en contacte amb l'atmosfera produeixen flamarades a causa de la seva elevada temperatura i de la seva reacció amb l'oxigen de l'aire.



2. *En un vulcanisme explosiu es poden expulsar trossos de lava i solidificar-se a l'aire, d'una mida de l'ordre dels centímetres. Tenen forma esferoïdal o de fus, adquirida en la ràpida rotació que experimenten durant el seu vol. De vegades tenen una escorça esquerdada com la crosta d'un pa.*
3. *És líquida i correspon al magma ja alliberat dels gasos; forma extenses colades que poden ser més o menys fluïdes depenent de la seva composició química (contingut en sílice). La lava molt densa, que li costa lliscar, té molta sílice. També, en la mesura que es refreda va quedant més espessa.*
4. *Són partícules com pols expulsades pel volcà, de diàmetre inferior als 2 mm. En realitat són trossos minúsculs de lava solidificada a l'aire, mentre és expulsada en un vulcanisme explosiu.*
5. *Rep el nom de la petita illa de Stromboli a la costa italiana. La lava és poc fluïda. L'erupció és contínua, però quan la lava es posa en contacte amb l'aire atmosfèric, els gasos que empra es desprenen violentament i donen lloc a explosions.*
6. *La lava surt en molta quantitat a través d'una fissura de gran longitud i pot arribar a cobrir grans extensions de terreny.*
7. *És el magatzem intern on s'acumula la matèria sotmesa a elevada temperatura i pressió, anomenada magma. Es situa a una profunditat de 10 a 70 Km.*
8. *Activitat volcànica amb emissió lenta de laves i alliberament pacífic dels gasos continguts en el magma.*
9. *Magmes amb poc contingut de sílice (SiO_2).*
10. *És l'elevació de terreny formada pels materials emesos pel volcà.*
11. *És una roca que s'ha format a partir de la solidificació d'un magma efusiu.*

1.5 La lava ens dona pistes sobre l'interior de la Terra

Els terratrèmols ens han permès deduir que la Terra està dividida en capes de densitats diferents; però la lava que surt d'un volcà ve directament del seu interior.

Però si la Terra —a excepció del seu nucli extern— és sòlida, com s'ha format la lava? De quina profunditat ve? Aquesta és la pregunta que es fan ara els alumnes de 2n d'ESO. Vegem què en diuen:

Judith: Doncs s'haurà hagut de fondre l'interior no?

Carles: Tampoc és tan impossible, si més avall hi ha més temperatura!

Andrea: Sí, però per què es fon a determinats llocs i a d'altres no?

Carles: I per què a El Hierro surt lava i a Caldes no?

Helena: Perquè El Hierro és un volcà!

Dolors: Llavors les roques de l'interior són la lava quan encara no s'ha fos.

Victor: Ni idea. No crec que mai ningú hagi baixat allà a veure-les...

La densitat dels materials i les diferències de temperatura i de pressió expliquen moltes coses... fins i tot ajuden a entendre els volcans.

A l'interior del planeta, les pressions i temperatures elevades fan que els seus materials estiguin en un estat semifós, entre el líquid i el sòlid. Seria semblant a una esponja, que és sòlida, els porus de la qual estan plens de substància líquida o fosa.



Esponja vista de prop



Lava fluïnt d'un volcà, a Guatemala

De vegades, si la temperatura puja o la pressió disminueix, pot arribar a fondre del tot i es forma magma. La paraula **magma**, prové del llatí, que la va importar del grec *μαῖγμα*, que significa *pasta*, *ungüent*.

Per saber més sobre el magma i les roques de l'interior de la Terra, tot seguit us proposem la simulació següent, en la que tindrem en compte el factor temperatura.



Simulació sobre la formació i moviment del magma



En aquesta activitat hi haurà manipulació de foc, per tant, tot i que l'activitat és més segura del que pugui semblar, serà el professor qui efectuarà les operacions mentre els alumnes observen què passa.

Procediment

Ompleu el vas de precipitats amb els següents productes, començant per baix:

- un centímetre de gruix de cera fosa de color vermell
- un centímetre de gruix de sorra ben neta
- i aigua freda lleugerament tenyida fins a dalt de tot

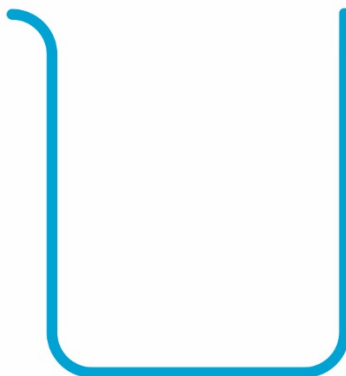
Material necessari

- un vas de precipitats de 500 mL
- cera fosa de color vermell
- sorra ben neta
- aigua freda tenyida lleugerament amb colorant alimentari
- font de calor

33. Ara es tracta d'anar fent el següent:

- a) Representa en aquest vas de precipitats la manera com creus que quedaran disposats aquests materials inicialment:**

Dibuix 1



- b) Completa la correspondència entre aquest experiment i un volcà:**

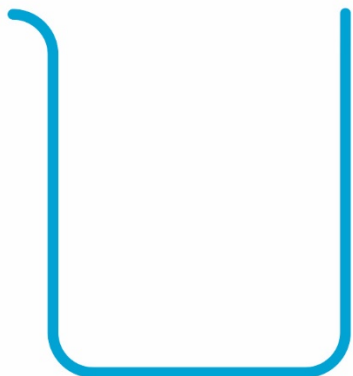
cambrà magmàtica

lava

sorra

aigua

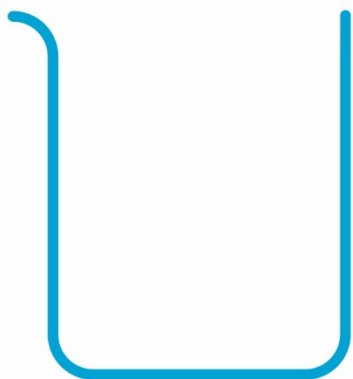
Dibuix 2



c) Què creus que passarà quan escalfem per sota el vas de precipitats? En el vas de precipitats dibuixa la teva predicció.

En aquest punt, el professor escalfarà el vas de precipitats, col·locat sobre un trespeus, amb un bec Bunsen.

Dibuix 3



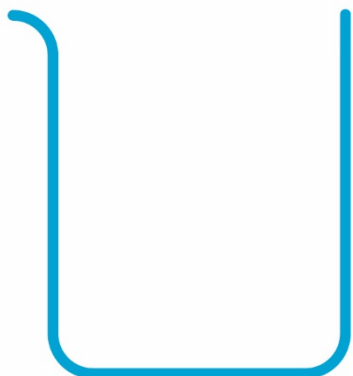
d) Què li ha passat a la cera un cop s'ha escalfat: s'ha quedat al seu lloc, o ha seguit algun tipus de trajectòria? Dibuixa-ho. Fins a quin punt s'ha complert la teva previsió?

En aquest experiment he vist com la cera fosa es va solidificant mentre travessa els materials del damunt, la sorra i l'aigua tenyida.

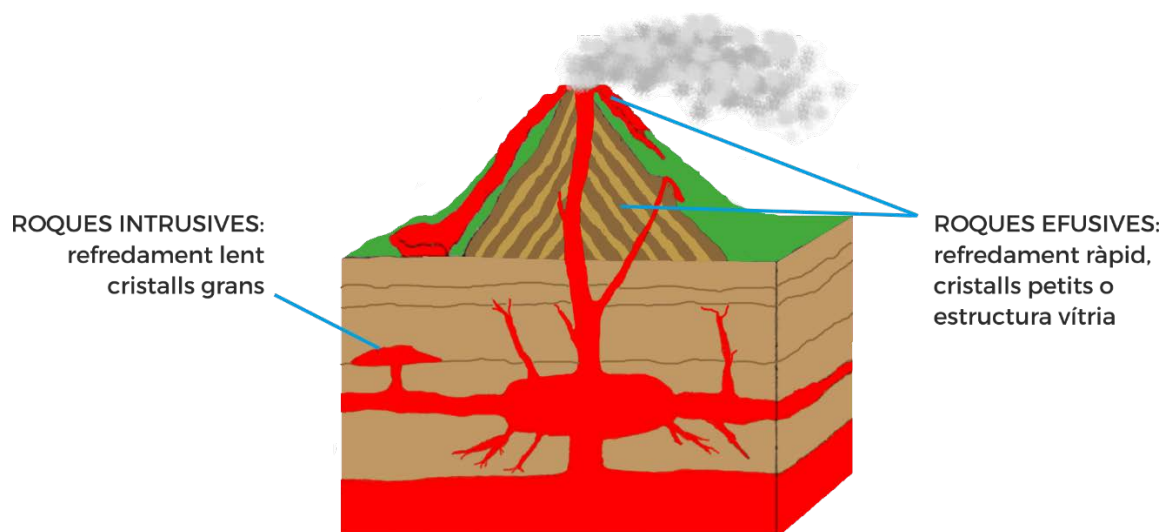
A l'interior de la Terra passa una cosa semblant: quan el magma (en comptes de la cera) de l'interior de la cambra magmàtica ascendeix cap a la superfície, es va refredant. Aquest refredament es produeix tant en el seu recorregut com en la superfície terrestre en contactar directament amb l'aire atmosfèric.

Pensa que en la simulació que hem fet tota la cera es fon de cop i ascendeix cap a la superfície. A la Terra, però, la cambra magmàtica persisteix a sota ja que no tot el magma ascendeix de cop cap amunt.

Dibuix 4



e) Tenint en compte el comportament dels materials de la teva simulació (dibuix 3,) dibuixa ara el mateix que tens, afegint-hi una suposada cambra magmàtica a sota, que no ha desaparegut amb la fusió.



S'anomenen **roques efusives o volcàniques** les que es formen quan el magma solidifica a la superfície. Degut a la rapidesa del refredament, els cristalls –si n'hi ha– resulten petits. Anomenem roques **intrusives o plutòniques** les que es formen quan el magma es refredi a l'interior. Al refredar-se a poc a poc, els diferents components de la lava es poden separar formant cristalls visibles.

Un exemple de roca intrusiva o plutònica és el **granit** i un de roca efusiva o volcànica és el **basalt**. Ambdues roques formen l'**escorça** o litosfera: el granit l'escorça **continental** i el basalt l'**oceànica**.

f) Quines semblances i diferències hi ha entre el model de cera i el representat pel dibuix d'aquesta pàgina?

Materials de la Terra que podem veure: roques, minerals, cristalls



Objectius

- Identificar el basalt i el granit i conèixer quins són i com són els seus minerals
- Conèixer les seves característiques, com per exemple quina roca és més densa

Material necessari

- safates amb les dues mostres de roca
- lupa
- mapa geològic de Catalunya
- claus d'identificació de minerals

Procediment

De cada tipus de roca cal preparar una **fitxa d'identificació** que indiqui:

- El *color*: si és clar o fosc
- L'*estructura*: dibuixant en un cercle els minerals diferents que s'hi veuen i amb la forma que presenten, així com la relació entre si
- La densitat
- La *composició* mineral: identificant cadascun dels minerals que forma la roca (color, duresa i cristal·lització, si és possible)
- La *utilitat* de la roca
- *Llocs* de Catalunya on es pot trobar (observant el mapa geològic)

Model de fitxa d'identificació per al granit

Nom de la roca:

Color:

Estructura:

Composició mineral: (consulteu la clau d'identificació)

Utilitat de la roca: (utilitzeu un cercador)

Llocs de Catalunya on es troba: (consulteu el mapa geològic annex)

Densitat:

Quina importància té aquesta roca en la dinàmica del planeta? Expliqueu-ho

**Model de fitxa d'identificació per al basalt**

Nom de la roca:

Color:

Estructura:

Composició mineral: (consulteu la clau d'identificació)

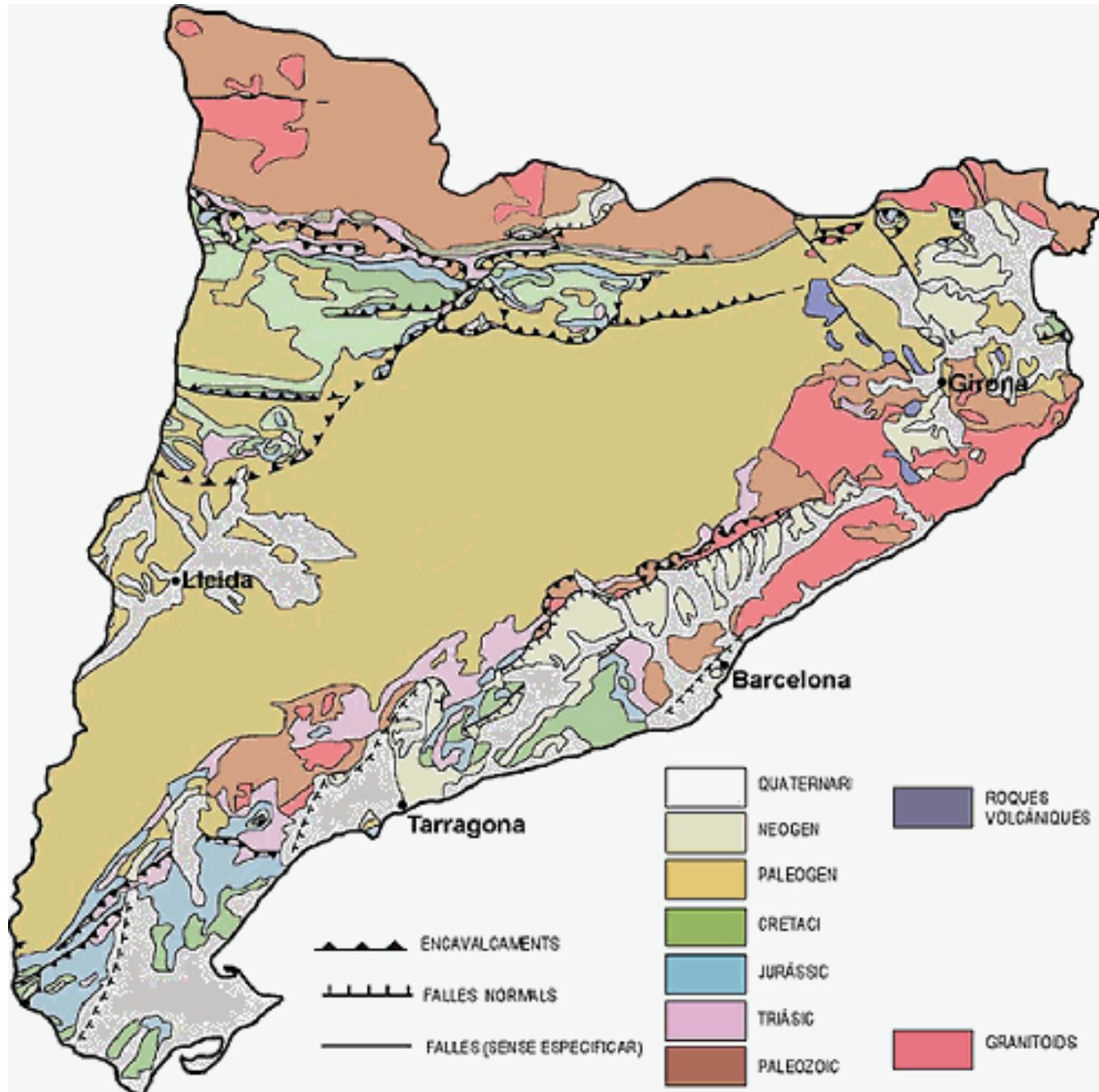
Utilitat de la roca: (utilitzeu un cercador)

Llocs de Catalunya on es troba: (consulteu el mapa geològic annex)

Densitat:

Quina importància té aquesta roca en la dinàmica del planeta? Expliqueu-ho

Mapa geològic de Catalunya



(Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat Catalunya)



Clau d'identificació de les mostres

Mostra de tonalitat clara

Mostra de roca magmàtica en què s'hi veuen tots els minerals ben cristal·litzats i de mida relativament gran:

minerals de color clar: blanc	grisós transparent (ratlla el vidre)	quars
	lletós (no ratlla el vidre)	feldspat
minerals de color fosc:	negre brillant laminar	biotita (mica negra)

NOM DE LA ROCA = **GRANIT**

Mostra de tonalitat fosca

Mostra de roca magmàtica en què s'observen alguns minerals grans, ben cristal·litzats, entre una massa de minerals tan petits que no es veu la seva forma cristal·lina a simple vista (s'observen com una massa homogènia):

minerals grans:	de color verd	olivina
	de color blanc	plagiòclasi
massa mineral fosca homogènia		formada d' olivines i altres minerals foscos (piroxens)

NOM DE LA ROCA = **BASALT**



34. Respon les següents preguntes relacionades amb les conclusions:

- a) De ben segur que, a tall de resum de com és la terra per dins i de què estan fetes les capes, sabràs omplir els buits del text següent:**

La capa més superficial, la que trepitgem amb els nostres peus és

Per tant, és l'única capa que és possible observar-ne directament les roques.

A l'interior de la Terra, a elevades temperatures i pressions, les roques són en estat sòlid o semi sòlid, però de vegades es poden arribar a fondre, tot originant

Les roques magmàtiques són les primeres que van existir i a partir d'elles deriven totes les altres: les metamòrfiques i les sedimentàries.

Algunes roques magmàtiques cristal·litzen a partir del magma a l'interior de la Terra; són les anomenades

Altres roques magmàtiques solidifiquen a partir del magma quan es refreda bruscament en contactar amb l'atmosfera; són les

Un exemple de cadascun del dos tipus és que és.....

.....ique és.....

Ambdues formen l'escorça; forma l'escorça continental i forma l'escorça oceànica.

- b) A la vista del mapa geològic, són abundants les roques magmàtiques a Catalunya?**
- c) Així com en començar vas llegir la notícia del terratrèmol de Caldes, creieu que, d'acord amb el mapa, és possible que en el futur en llegim alguna sobre una possible erupció? Per què?**
- d) D'acord amb els resultats de l'estudi de les dues mostres de roca, l'escorça més densa és, en canvi, la més lleugera és**
- e) Quina relació veieu entre aquesta dada i l'estructura general del planeta, deduïda a partir de la sismologia?**



PER APROFUNDIR-HI

L'aparició dels continents

35. Un vídeo interessant que explica com en la història de la Terra van aparèixer els continents (formats de roques): http://www.youtube.com/watch?v=Ey8uKu8R_ms
Després pots preparar-ne una bona presentació davant dels companys.

Simulació sobre la cristallització del magma

Les roques magmàtiques, com el granit o el basalt, provenen de la solidificació del magma. Però com es produeix, aquest procés? Què passa quan el magma va solidificant? La cera del model, en solidificar, queda homogènia a nivell macroscòpic i no permet diferenciar la seva estructura.

A fi de poder observar què passa en el procés de solidificació del magma, anem a realitzar l'experiment següent, canviant la cera fosa per una dissolució d'aigua amb sals minerals. A la realitat, el magma té un elevat contingut en aigua i porta en dissolució moltes substàncies químiques a una temperatura elevada.

En el nostre experiment mantindrem el component aigua a temperatura ambient, afegint-li dues o, com a molt, quatre substàncies químiques.

Fem cristalls



Objectiu

Imitem les condicions que es donen a la natura, tot observant què hi passa a partir d'una dissolució, que en aquest cas seria l'equivalent del magma.

Procediment

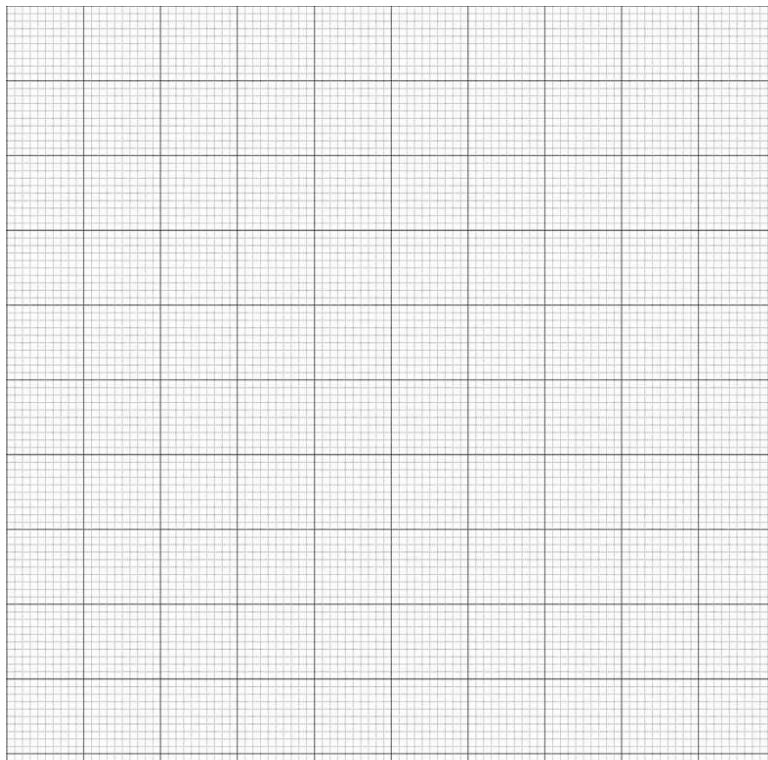
- Prepareu una dissolució sobresaturada de sulfat de coure i una dissolució sobresaturada de sal en dos vasos de precipitats diferents. Per aconseguir-ho, aneu afegint sal o sulfat de coure (segons el cas) i remenant fins que desapareguin visualment, afegint-hi solut fins que no se'n pugui dissoldre més; observareu que queda una mica de precipitat al fons. (Els ions clorur, sodi, sulfat i coure seran els ions que hi haurà en dissolució en aquest "magma").
- Amb un comptagotes, un company agafa una mica de la dissolució de sal i en col·loca dues o tres gotes sobre un portaobjectes. L'altre n'agafa de sulfat de coure i fa el mateix.
- Observeu, amb la lupa o el microscopi, la preparació sense cobreobjectes. Feu-ho tot movent la preparació i seguint amb la vista els marges de la gota de líquid.

Material

- sal (NaCl)
- espàtules
- dos portaobjectes
- sulfat de coure (CuSO_4)
- dos vasos de precipitats
- lupa o microscopi
- aigua (H_2O)

a) Què hi veieu, de bon principi? Què hi veieu al cap d'un minut? I al cap de 2? Aneu mirant, minut a minut, fins el que fa 10 o 15, si cal.

mida (mm)



temps
(min)

mida
(mm)

sal

sulfat de coure



37. Ara es tractarà d'elaborar unes conclusions que continguin les respostes a les següents preguntes.

- a)** D'on surten els cristalls que van apareixent? Com us expliqueu el seu origen i el seu creixement?
- b)** Per què tenen una forma geomètrica els cristalls observats?
- c)** Segons els tipus de substàncies químiques en dissolució que hem utilitzat, els cristalls obtinguts són...
- d)** I què passaria si encara hi haguessin més substàncies químiques en dissolució?

En definitiva, aquest experiment dóna a entendre la varietat de roques magmàtiques que hi pot haver, segons quines siguin les substàncies químiques que el magma porta en dissolució.

PER APROFUNDIR-HI**Roques a partir d'un magma**

- 38.** Mira't el vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=emTw0sybRXU>, que explica les característiques i tipus principals de roques formades a partir d'un magma. Després, prepara la millor forma d'explicar-ho als companys.

Resolem el repte de protegir-nos de l'activitat geològica

A aquestes alçades ja saps un munt de coses sobre els terratrèmols i els volcans i sobretot has pogut indagar en les causes que els provoquen. Ara toca treballar en grup i fer una proposta basada en tots aquests aprenentatges per tal de generar un protocol d'actuació en cas de detecció d'un volcà o un terratrèmol.

- 39.** Caldrà que tot el grup feu una presentació oral davant de la resta de companys. Podeu ajudar-vos d'un mural o d'una presentació digital en la qual constin els passos que hauríem de seguir a l'institut si hi hagués un risc imminent de terratrèmol, esllavissament o erupció volcànica.



2. El planeta Terra, un trencaclosques

Tothom ha pensat alguna vegada que la Terra és una bola de pedra. Però ja hem vist que no és tan senzill. Que hi ha parts que no són sòlides. Hem vist lava i gasos sortir dels volcans. L'interior de la Terra deu ser més interessant del que havíem imaginat. Seguirem indagant per treure'n l'entrellat. De mica en mica arribarem a entendre que la Terra està molt lluny de ser una simple bola de pedra: és força més interessant!



Un planisferi a Portugal (pixabay)

2.1 Què li passa a la Terra quan tremola?

Sabem que en un terratrèmol hi ha un alliberament d'energia provinent de l'interior de la Terra que es propaga a través d'ones sísmiques; fet que ens dóna a conèixer l'estructura del planeta i que, com ja vam veure a les tres notícies de l'activitat exploratòria, pot causar desastres.

Tot i saber com és la Terra per dins, els alumnes de segon d'ESO encara no els queda clar què és el que li passa a la Terra quan tremola.

Roberto: *Está claro que si los edificios se hunden es porque el suelo se mueve a sus pies... Yo he visto imágenes del suelo abriéndose en profundas grietas.*

Víctor: És clar que es mou, i si es mou és que hi ha d'haver un desplaçament del terra... com una cinta transportadora, vaja.

Cristina: A veure, també pot ser que tu caiguis d'un lloc que es belluga sense moure's de lloc; si vols fem la prova, puja a una taula i nosaltres la fem trontollar. I no et preocupis... que no la desplacem de lloc.

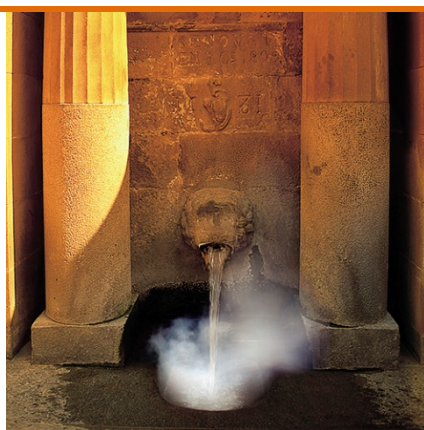
Víctor: Molt graciosa tu...

Helena: Compte eh! Per què no poden passar les dues coses?: que de vegades el terra només trontolli i altres cops hi hagi desplaçament.

Dolors: Però en Víctor té raó, jo vaig sentir dir que al terratrèmol de l'11 de març del 2011 al Japó es va mesurar amb aparells GPS que la costa oriental de l'illa s'havia desplaçat uns 3 metres...

Laura: Però què és el que es desplaça?

Carles: I què fa que la Terra es mogui o es desplaci? Què fa que s'alliberi energia en un moment donat i la faci tremolar? I d'on surt tanta energia?



Font termal a Caldes de Montbui (Thermalia)

El repte d'aprofitar l'energia interna de la Terra

1. L'energia interna de la Terra es podria aprofitar? Si el moviment dels continents al llarg dels anys, els volcans i els terratrèmols són manifestacions de l'enorme energia interna de la Terra, seria possible aprofitar una part d'aquesta energia? A qualsevol lloc del planeta disposaríem de la mateixa energia? Hi ha la mateixa energia l'interior de la Terra a Catalunya i a Finlàndia? Com ho podem saber? Com es pot aprofitar? Ens en pots donar algunes pistes?

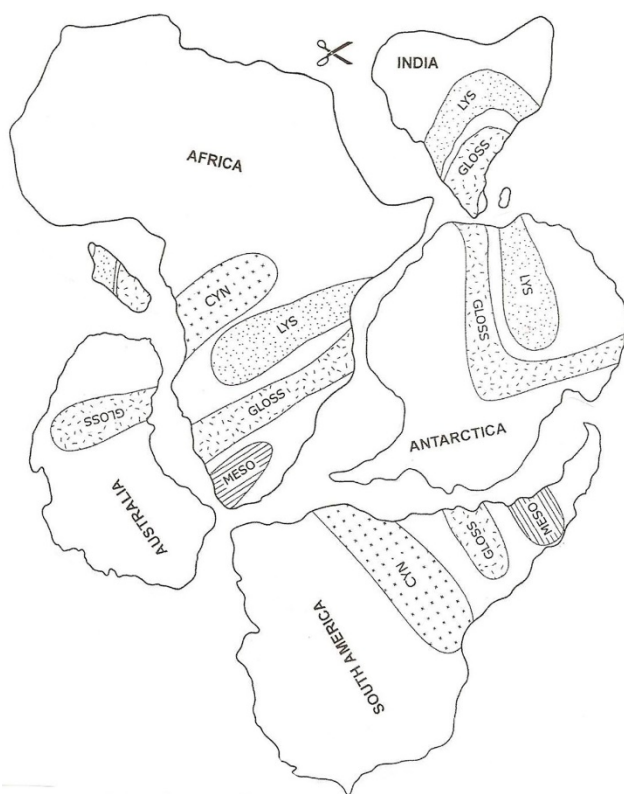


És que la Terra es desplaça?

El meteoròleg alemany Alfred Wegener (1880–1930) a principis del segle passat ja va creure que sí, i així ho va divulgar en la seva obra sobre “l’origen dels continents i dels oceans”. Wegener s’oposava, així, al pensament de la majoria de científics de l’època, com per exemple Suess, que defensaven que la Terra era estàtica.

Es pensava que el nostre planeta originàriament era una massa fosa, en procés de solidificació i contracció. Els materials més lleugers haurien ascendit a la superfície originant les roques magmàtiques. Les serralades s’originarien per contracció, com les arrugues que apareixen en una poma quan s’asseca. Tot seguit sospesar vosaltres mateixos les proves sobre la mobilitat dels continents.

Ara farem com Wegener



2. A partir d’aquest dibuix en gros que trobareu unes pàgines més endavant, ajuntareu les peces que representen els continents actuals per demostrar que devien formar un sol continent que es va trencar i els trossos resultants han anat a la deriva al llarg de la història geològica fins arribar a col·locar-se tal com estan actualment. Disposeu de dues pistes:

1. El contorn geomètric dels continents.
2. Els fòssils que s’han trobat a diferents continents

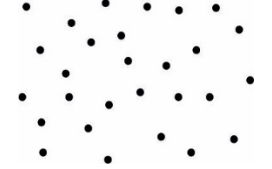
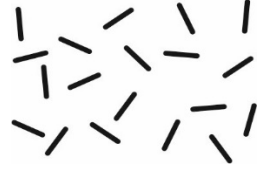
Procediment

a) Retalleu els continents pel seu contorn.

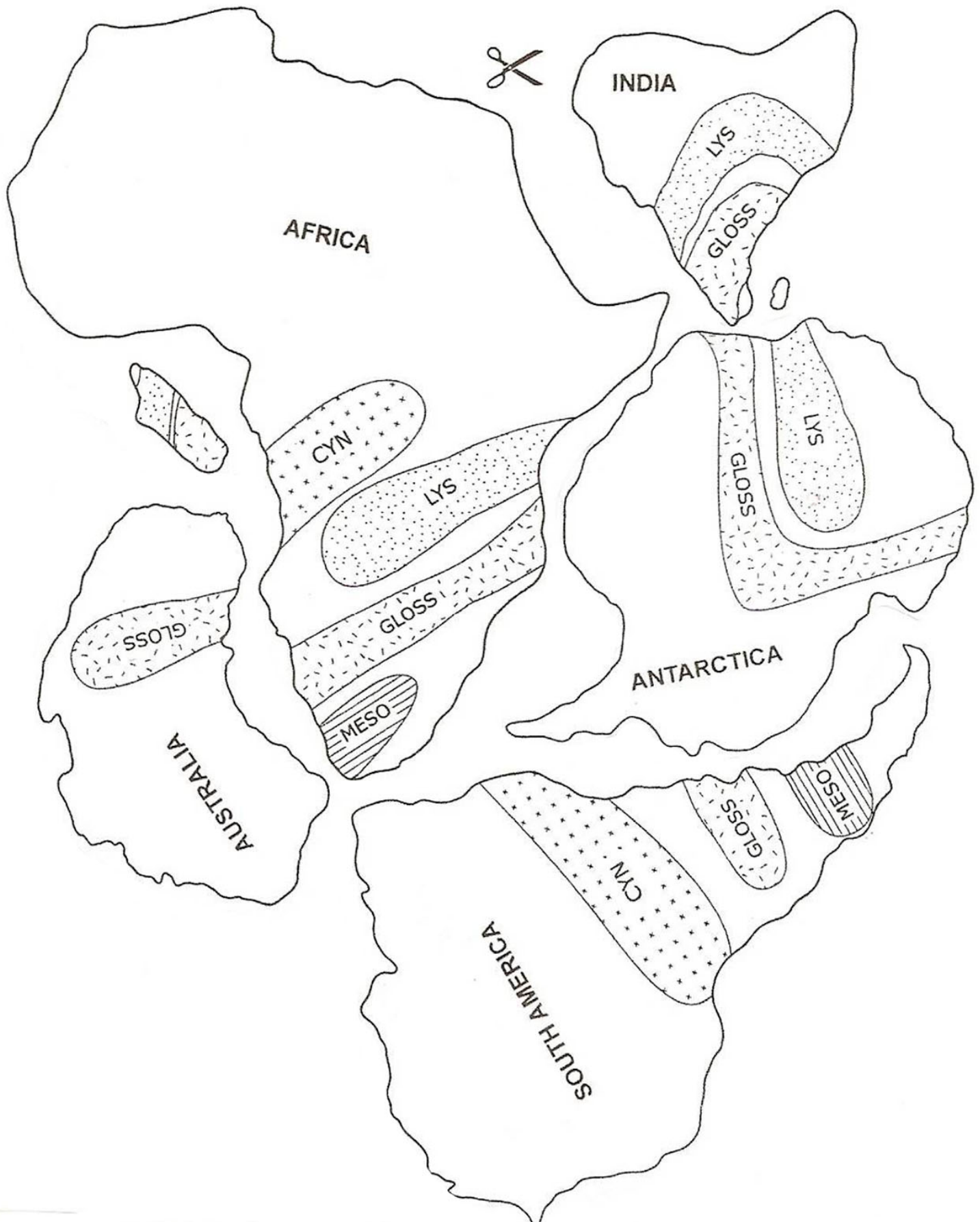
(Penseu que les línies de costa actuals, o bé han estat erosionades, o se’ls hi ha pogut afegir materials, com per exemple en la formació d’un delta. Segur que la possibilitat d’encaix es facilitaria si utilitzéssim els límits de les plataformes continentals, que queden sota el nivell mar).

b) Observeu les zones de proliferació de determinades espècies de les quals s'han trobat els fòssils. Aquestes zones han de tenir una continuïtat entre els diferents continents.

c) Enganxeu-les a la pàgina següent de la manera que us queden.

CYN	LYS	GLOSS	MESO
			
 Resta fòssil de <i>Cynognathus</i>, un rèptil terrestre del Triàsic d'uns 3 m de llarg	 Evidència fòssil d'un rèptil terrestre: <i>Lystrosaurus</i>	 Falguera fòssil <i>Glossopteris</i>	 Resta fòssil d'un rèptil d'aigua freda: <i>Mesosaurus</i>







(aquesta pàgina és en blanc)

Com ha anat la feina? Heu pogut ajuntar les peces del trencaclosques?

De fet, les dues pistes i alguna més, van ser les que van permetre deduir a Wegener que els continents no sempre havien estat en la mateixa posició.

Amb tots els continents junts, heu refet *Gondwana*, que era la part del supercontinent *Pangea* corresponent a l'hemisferi sud.

Wegener no va separar mai l'Índia de l'Àsia, tot i que en la nostra simulació no es pot apreciar, ja que només hem tingut en compte l'hemisferi sud.

També cal tenir en compte que l'evidència fòssil no és tan bona per a l'Antàrtida, ja que moltes restes d'organismes han quedat cobertes per una gruixuda capa de gel de 3 o 4 km de gruix.

d) Què els diríeu ara, després d'haver realitzat aquesta activitat, als alumnes de 2n d'ESO en relació a la seva conversa sobre terratrèmols i moviment de la Terra?

Però a l'època de Wegener, la seva teoria va crear molta controvèrsia. Aquestes són algunes de les idees dels científics d'aquells moments que no estaven d'acord amb Wegener:

A. Els fòssils terrestres de diferents continents són molt semblants. Els continents poden haver estat units per ponts de terra continental. Nosaltres no els podem veure perquè es deuen haver enfonsat.

B. El sòl oceànic és roca sòlida, per tant, és impossible que els continents s'hagin mogut a ambdós costats.

C. La Lluna es va desprendre de la Terra. L'espai que va deixar-hi, és on ara hi ha l'oceà Pacífic.

D. En la mesura que la Terra es refredava i contreia, la seva superfície s'arrugava i formava serralades.

E. Els sòls oceànics i els continents sempre han estat igual, tal com ara es veuen.



3. Escull tres d'aquestes idees, de la A a la E, per relacionar-les amb els arguments de Wegener.

a) Escriu-les a la taula:

Idees dels científics de l'època	Arguments de Wegener
	Les muntanyes es formen quan els continents col·lideixen
	L'enfonsament de ponts de terra continental és impossible, ja que els continents estan fets de roques de densitat menor que el sòl oceànic
	Les roques del fons oceànic poden surar. Petites forces mouen els continents a través del sòl oceànic

Per acabar

b) Amb tot el que hem vist i après sobre Wegener i la teoria de la deriva continental, creus que és possible respondre la pregunta que al principi de la seqüència es va formular la Laura “però què és el que es desplaça?” Tant si la resposta és afirmativa com negativa, justifica-la.

c) Creus que és possible respondre a la pregunta del Carles: “què fa que la terra es mogui o es desplaci? Què fa que es produeixi un moviment en un moment donat i la faci tremolar?” Tant si la resposta és afirmativa com negativa, justifica-la.

Al final dels seus dies, Wegener es va sentir una mica aclaparat, tal com mostra el fragment que va escriure:

“Els homes de ciència no semblen haver arribat a comprendre bé que totes les ciències de la Terra han d’aportar proves per revelar l’estat del nostre planeta en els seus primers temps i que, només es podrà arribar a la veritat combinant totes aquestes proves.” (Albert Wegener)

4. El diàleg inicial d’aquesta secció plantejava alguns dubtes que ara ja pots resoldre.

Recordem el que deien la Laura i en Carles:

Laura: Però què és el que es desplaça?

Carles: I què fa que la Terra es mogui o es desplaci? Què fa que s’alliberi energia en un moment donat i la faci tremolar? I d’on surt tanta energia?

	La meva resposta
Al Carles li respondríem que...	
A la Laura li respondríem que...	
Pel que fa al que Wegener va escriure al final de la seva vida...	



2.2 Els continents es desplacen: Per què? En quina direcció?

BBC Mundo. Lunes, 14 de marzo de 2011

El terremoto movió a Japón de lugar

El poderoso terremoto de 8,9 grados en la escala de Richter que sacudió a Japón el pasado viernes movió al país de lugar. Japón se desplazó una distancia de tres a cuatro metros hacia el este, por lo que se encuentra ahora más cerca de Estados Unidos y más lejos de Rusia.



Fotos de satélite de Japón antes y después del terremoto (NASA)

Tras registrarse el movimiento telúrico, una estación de GPS, ubicada cerca del epicentro en Sendai, se desplazó casi 4 metros (13 pies), según datos del Servicio Geológico de Estados Unidos, USGS (por sus siglas en inglés). Japón es "más ancho de lo que era antes", dijo Ross Stein, geofísico del USGS. Pero los científicos explican que no toda la isla principal del archipiélago japonés se movió hacia el este.

Según el geofísico Kenneth W. Hudnut, del USGS, el cambio ocurrió mayoritariamente en áreas cercanas a la zona del epicentro, y las estaciones más alejadas mostraron mucho menos movimiento.

Según explicó a BBC Mundo el geofísico Brian Baptie, del British Geological Survey, (Centro Británico de Inspección Geológica) (BGS), este es un fenómeno frecuente cuando ocurren terremotos en el límite de las placas.

Les plaques litosfèriques

Els continents es mouen i el seu moviment pot estar relacionat amb fets com els comentats a les tres notícies de l'activitat exploratòria. Wegener va defensar aquest desplaçament sense poder-ne aportar ni les causes ni els mecanismes.

És moment de revisar i analitzar el vostre mapa sobre l'activitat sísmica i les erupcions que han tingut lloc últimament (mapes de les pàgines 35 i 48).

5. Contestar aquestes preguntes us hi ajudarà:

- a) Observa si la localització dels terratrèmols (en color blau sobre el paper vegetal) i de les erupcions (en color vermell) està relacionada. Fins a quin punt hi ha relació entre les dues localitzacions?
- b) Fixa't en si la localització dels terratrèmols i les erupcions volcàniques segueix algun tipus d'orientació sobre el mapa, o bé estan distribuïts a l'atzar per tota la superfície terrestre. Formen algun dibuix?
- c) Si us és possible, tracteu de resseguir sobre el paper vegetal les línies que semblen marcar. Si cal, podeu completar una mica més les dades que teniu tornant a consultar els webs.

Les zones amb més risc sísmic i volcànic coincideixen amb grans fractures que solquen la superfície del planeta (**litosfera**), que queda seccionada en peces, anomenades **plaques tectòniques**.

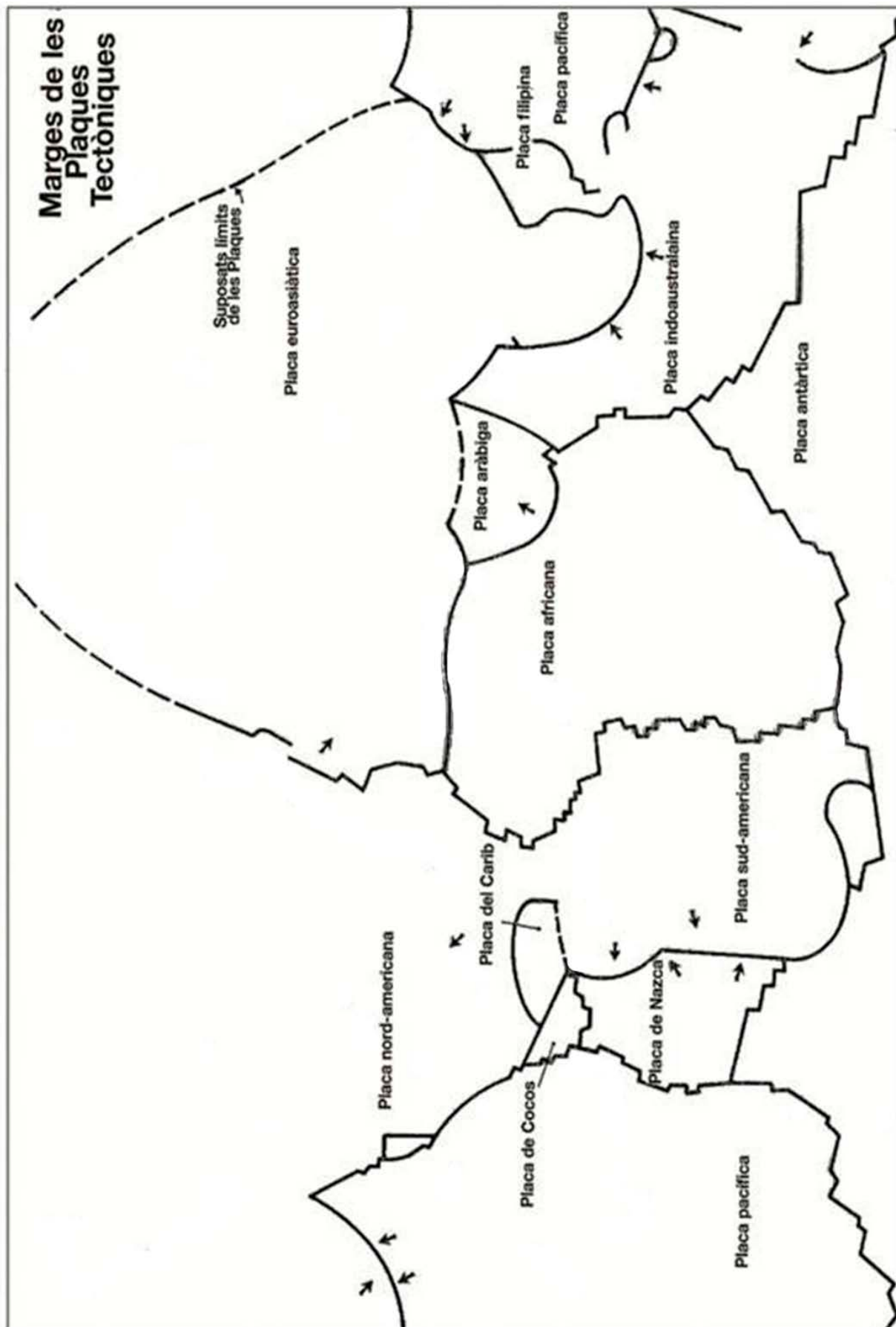
Les línies de risc sísmic i volcànic deduïdes de les dades corresponen als **límits** d'aquestes plaques.

6. Continuarem pensant sobre els mapes, per acabar fent un text que contingui les respostes a les preguntes següents.

- a) Compara ara el mapa següent amb les dades obtingudes per vosaltres mateixos, representades sobre el paper vegetal per les línies de color blau i vermell que delimiten marges de plaques:
- b) Tot seguit, sobre el mateix mapa posa el número que li correspon a cada placa, d'acord amb aquests codis:

- | | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. Placa eurasiàtica | 4. Placa nord-americana | 6. Placa indoaustrialiana |
| 2. Placa africana | 5. Placa sud-americana | 7. Placa antàrtica |
| 3. Placa pacífica | | |







- c) Són totes igual de grans totes les plaques? Quina ho és més i on és?
- d) De quin tipus d'escorça (litosfera) està constituïda cada placa tectònica?
- e) Aquestes grans plaques poden estar fragmentades en d'altres més petites. Així, tracteu de localitzar en el mapa la subplaca de Nazca.
- f) Sobre quins límits de plaques veieu que hi ha més activitat sísmica i volcànica en aquests moments?
- g) Per tant, quins límits de plaques heu resseguit a través del vostre seguiment dels darrers dies?
- h) Tot seguit tens un llistat de llocs geogràfics del planeta. Sense cap informació prèvia, situa'ls sobre el mapa de plaques i fes una previsió del seu grau de risc sísmic i volcànic (alt, mitjà o baix?):

Xile	Japó	París
Alps	Cap Verd	Sri Lanka
Illes Kuriles	Caldes de Malavella (Girona)	Iran
St Andreu (Califòrnia)	Illa d'El Hierro	Itàlia
		Islàndia

I) Per acabar, entreu al web:

<http://www.csun.edu/~dtf46560/106/Animations/Plates%20and%20Earthquakes/PlateMoTime.swf>

Què hi veieu?

J) Què creieu que diria Wegener si hagués pogut veure aquesta animació?

k) I vosaltres, què hi podeu dir? Com creieu que ha estat possible que els continents s'hagin anat movent al llarg de la història geològica?

2.3 Com són i què revelen les fractures que limiten les plaques?

Com es mouen les plaques?

Sabem que a l'interior de la Terra hi ha una temperatura més elevada que a la superfície: si no fos així no hi hauria notícies com la d'El Hierro.

Tot i que la Terra ens pugui semblar immòbil, no para de moure's... però molt lentament. Els geofísics tenen proves que el mantell està molt calent i els seus materials arriben a la superfície a una temperatura elevada.

7. Quina relació pot tenir la temperatura de l'interior de la Terra amb les fractures que limiten les plaques? I amb el moviment dels continents?



A partir d'una comparació tractarem d'entendre el paper de la calor interna de la Terra i el que pot arribar a provocar.

Objectiu

Provocar moviments ascendants i descendents (**corrents de convecció**) en oli calent a fi de comparar-ho amb el que succeeix a l'interior de la Terra, on aquest mateix mecanisme es repeteix a gran escala i amb uns altres materials.

Preparació del muntatge

Preparem el suport que aguanta la reixeta, damunt de la qual es col·loca el recipient. Procurarem que la flama del bec Bunsen arribi exactament al punt més central de la seva base.

Material

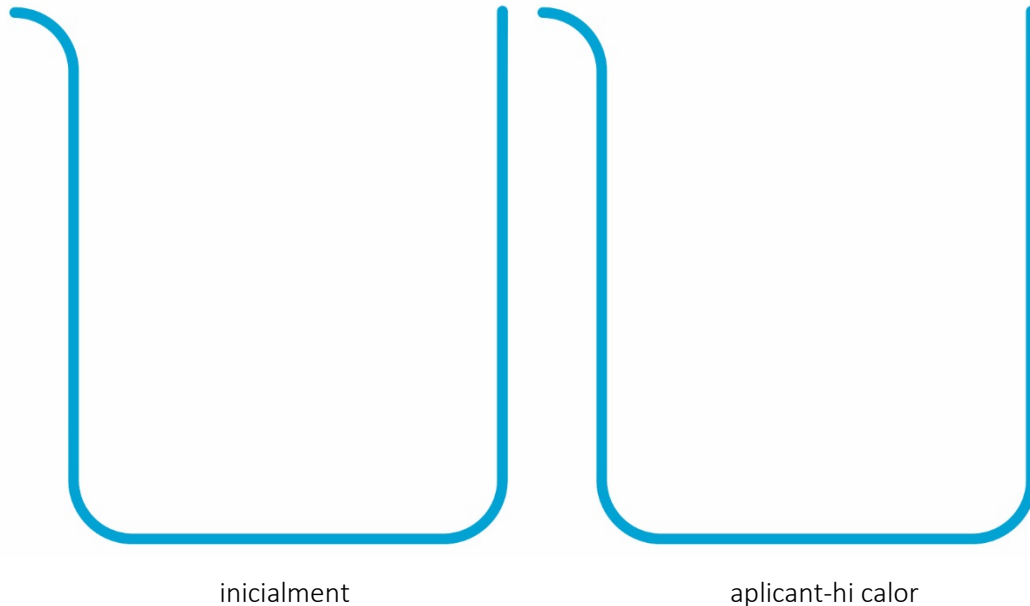
- recipient de Pyrex, com més ample millor
- cèrcol que sosté la reixeta
- oli, boletes de porexpan
- suport
- bombona de gas i bec Bunsen
- colorant alimentari

8. Activitat per parelles:

- Al fons del recipient posarem una culleradeta de colorant alimentari en pols, procurant que quedi molt concentrat en el centre, just al damunt de la font de calor.
- Després hi abocarem un litre d'oli, suaument, amb molt de compte de no escampar el colorant.
- Tireu-hi boletes de porexpan perquè quedin flotant



- a)** Fes un dibuix del contingut del recipient abans d'aplicar la font de calor. Dibuixa també una representació del que pot passar quan la font de calor ja actui:



- b)** Encenem el Bunsen, que actua com a font de calor. Descriu què passa al recipient.
- c)** Ara que ja podeu observar el fenomen, la vostra predicció era correcta?
- d)** Explica tot el mecanisme de tot el que succeeix.
- e)** Procura extrapolar aquest coneixement a l'interior de la Terra, ara que ja saps com s'estructura i com és per dins.
- f)** Què creus que li pot fer, aquesta *ploma tèrmica* que ascendeix, a una placa litosfèrica quan li arriba per sota?

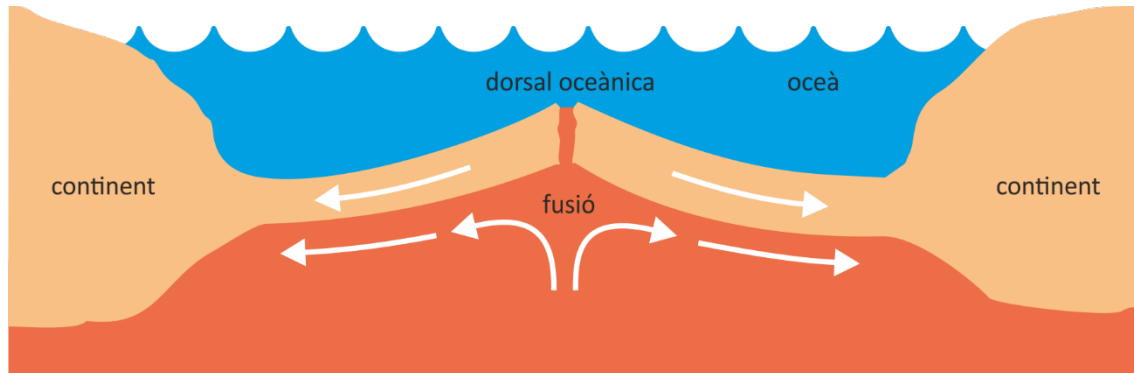
Finalment, mireu-vos l'animació <http://geology.com/nsta/divergent-plate-boundaries.shtml>

Respon les preguntes anteriors mitjançant un sol text.

Com són els contactes entre plaques?

9. Pensem-hi. :

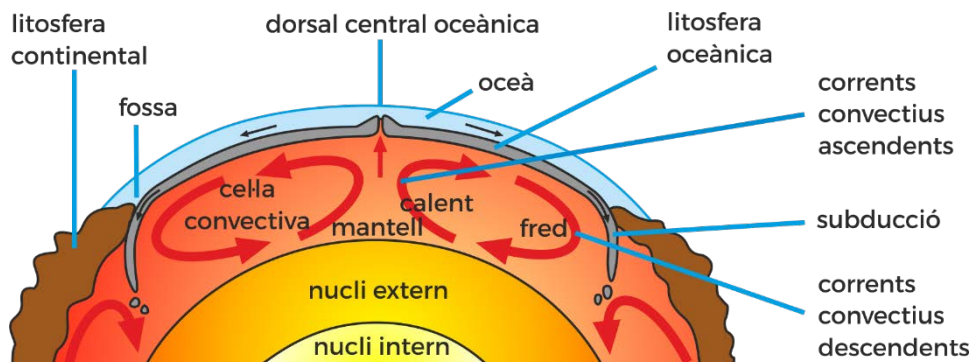
- a) Si a cada extrem de la litosfera oceànica hi ha un continent, quin moviment prendrà l'un respecte de l'altre si hi va arribant magma per sota?



- b) Com evolucionarà, en conseqüència, l'extensió de l'oceà que hi ha entre tots dos?
- c) Què li passa en aquest punt a la litosfera oceànica si el magma va sortint i es va solidificant en el seu punt mig

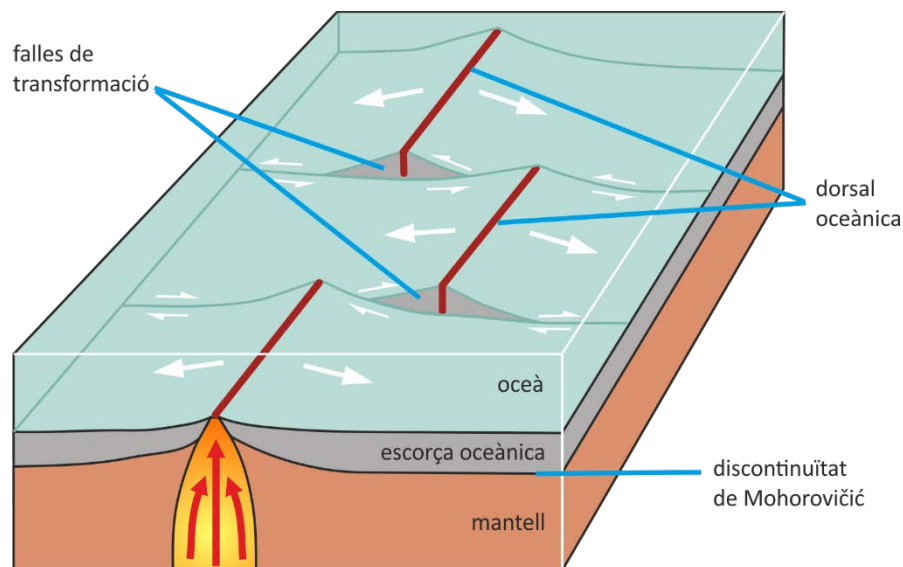
Acabem de veure el funcionament d'un **límit de placa** anomenat **dorsal**.

El 1928 el geòleg britànic Arthur Holmes va proposar per primera vegada aquesta teoria dels corrents de convecció a l'interior de la Terra. Però la comunitat científica no la va acceptar fins als anys 40, consolidant-la definitivament cap a la dècada de 1960.





Com observeu en el dibuix de sota, la línia de dorsal presenta unes fractures que li provoquen discontinuïtat. Aquestes fractures, o **falles de transformació**, corresponen a un segon tipus de **vora de placa**, com és el cas de la falla de Sant Andreu a Califòrnia.



10. A fi d'entendre millor el seu moviment, consulta aquestes animacions:

<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=tluk2blBzHs&NR=1>

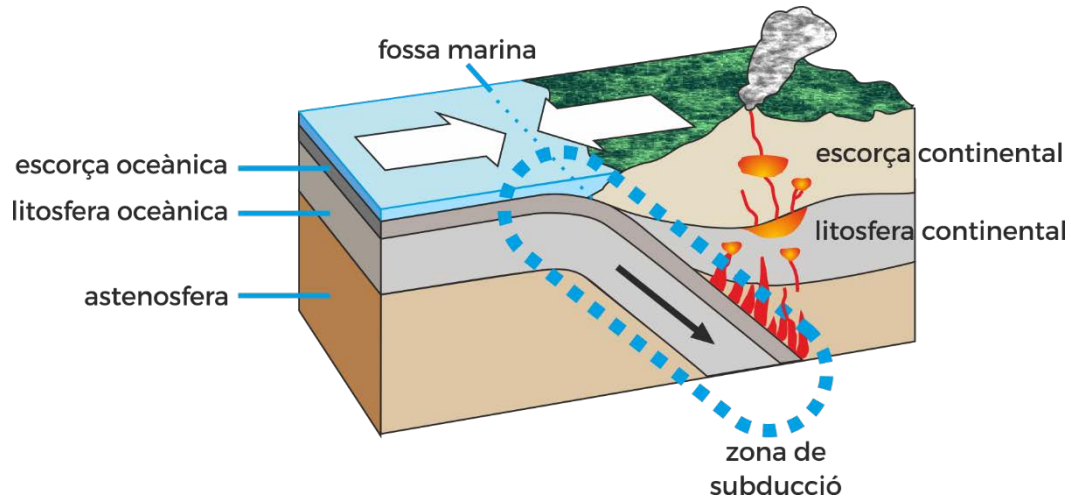
<http://geology.com/nsta/transform-boundary.gif>

a) Observa ara les cèl·lules convectives del primer dibuix i digues què li passa a l'escorça oceànica allà on contacten dues cel·les i els corrents van cap avall. Pots utilitzar les animacions:

<http://geology.com/nsta/convergent-plate-boundaries.shtml>

<http://www.youtube.com/watch?v=-Wm1G15Vpg>

Es tracta d'un tercer tipus de límit de placa que s'anomena: **zona de subducció**



b) Per què s'enfonsa l'escorça oceànica i la continental no?

c) Per acabar, obre aquests webs i revisa la tectònica de plaques:

http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Ondas/earthquake.swf

11. Ara que ja sabem com funciona la tectònica de plaques, repartirem el grup-classe en 3 grups (A, B, C). Cada grup esdevindrà expert en un tipus de vora de placa:

- A. Contacte convergent
- B. Contacte divergent
- C. Contacte transformant

Al final de la vostra recerca, cada grup farà una exposició a la resta de companys. A fi de preparar l'exposició, cada grup treballarà:

- Una part teòrica per consolidar el tema: ja que cada tipus de contacte presenta unes característiques pròpies.
- Un treball pràctic o de simulació del funcionament del tipus de contacte entre plaques mitjançant una maqueta.
- Un informe (*powerpoint*) elaborat a partir de les tasques anteriors que servirà de guia per a l'exposició.



1. Treball teòric

Haurà d'incloure:

- El funcionament propi del tipus de contacte que trebal·leu.
- Les plaques relacionades amb aquest tipus de contacte, tot explicant com es connecten amb les plaques veïnes.
- El moviment relatiu entre les plaques, així com la seva evolució fins al moment actual.
- Punts geogràfics sobre les plaques particularment vulnerables a volcans i terratrèmols.
- Curiositats.

2. Treball pràctic o maqueta

Serà una reproducció del tipus de contacte en qüestió, amb l'objectiu de simular el seu moviment.

Es poden emprar diferents materials, però és recomanable l'ús de cartolines i de les taules de l'aula per representar les juntes de placa.

Per avaluar la qualitat de la vostra maqueta i les dels altres, tingueu en compte aquests aspectes:

	MAQUETA A	MAQUETA B	MAQUETA C
Els tipus de vores de plaques que la limiten són...			
Es veu quines són les plaques veïnes?			
Describeu el moviment que es veu entre les dues plaques que contacten			
La maqueta facilita la comprensió del fenomen?			
Estan ben triats els materials emprats en la maqueta?			

a) Com a cloenda del nostre estudi de la tectònica de plaques, ompliu la taula de dades següent:

Tipus de fractura	Com és i què l'origina?	Evidències del moviment	Quines conseqüències té?	Com evoluciona?
Dorsal				
Falla transformant				
Zona de subducció				



2.4 Podem aprofitar l'energia de la Terra?

L'altra cara de la moneda: l'energia com a recurs

Hem vist com de l'interior terrestre surt la lava que origina els volcans i, també, com els continents que conformen el nostre planeta s'han anat ajuntant i separant gràcies a l'enorme quantitat d'energia que prové de més avall.

Us heu parat mai a pensar en la possibilitat d'aprofitar una part d'aquesta immensa energia de l'interior del planeta?

12. Penseu-hi uns quants companys:

- a) Recolliu breument, però de forma ordenada, el que sapigueu sobre el possible aprofitament de l'energia que prové de l'interior de la Terra.
- b) Quin nom rep aquesta font d'energia?
- c) D'acord amb les bases científiques que ja teniu, creieu que aquesta energia és igualment a l'abast arreu del planeta? Justifiqueu la resposta.
- d) Quins avantatges i quins inconvenients creieu que hi pot haver en l'explotació d'aquest recurs?

Tot seguit dividireu la classe per fer dos grups de treball: un es dedicarà a l'estudi d'una proposta energètica a Islàndia, mentre que l'altre en farà una per a Catalunya.

Cada grup tindrà documentació (algunes adreces d'internet o bé mapes o notícies sobre el seu objecte d'estudi) que utilitzareu per a la resolució d'un qüestionari orientador de la recerca.

En acabat, cada grup haurà de presentar a tothom els resultats de la seva recerca, basada en:

- la localització de l'indret (Islàndia o Catalunya) sobre el planeta
- la base científica que justifica la font de calor: *gradient geotèrmic*
- les condicions geològiques que requereix l'explotació d'aquest recurs
- la viabilitat de l'energia geotèrmica en el lloc estudiat i en la societat actual

Grup de treball 1:**proposta d'energia geotèrmica a Islàndia****13. Respon aquestes preguntes amb un text:****a) Des de quan es fa servir l'energia geotèrmica a Islàndia?**

http://www.ipsnoticias.net/2009/07/energia-islandia-geotermia-crea-verano-en-el-invierno/_verano-en-el-invierno/

b) Què representa aquest mapa? Quin és el projecte de futur que hi ha previst darrera les seves consideracions? Podeu consultar els webs

<http://ultimasnoticiasnew.blogspot.com.es/2012/04/planes-en-marcha-para-aprovechar-la.html>

<http://www.buendiario.com/islandia-produce-la-energia-mas-limpia-del-mundo>



(DESERTEC / wikimedia)

c) Com s'explica des del punt de vista científic que Islàndia compti amb aquesta riquesa natural? Quin tipus de roques afloren a Islàndia? Quin és el seu gradient geotèrmic en comparació amb el gradient geotèrmic mitjà del planeta?

http://www.redes-cepalcala.org/ciencias1/geologia/islandia/geologia.islandia_nesjavellir.htm

d) Com veus, doncs, la viabilitat de l'explotació de l'energia geotèrmica a Islàndia? Quina és la teva opinió sobre l'explotació d'aquest tipus d'energia en comparació amb altres recursos energètics?



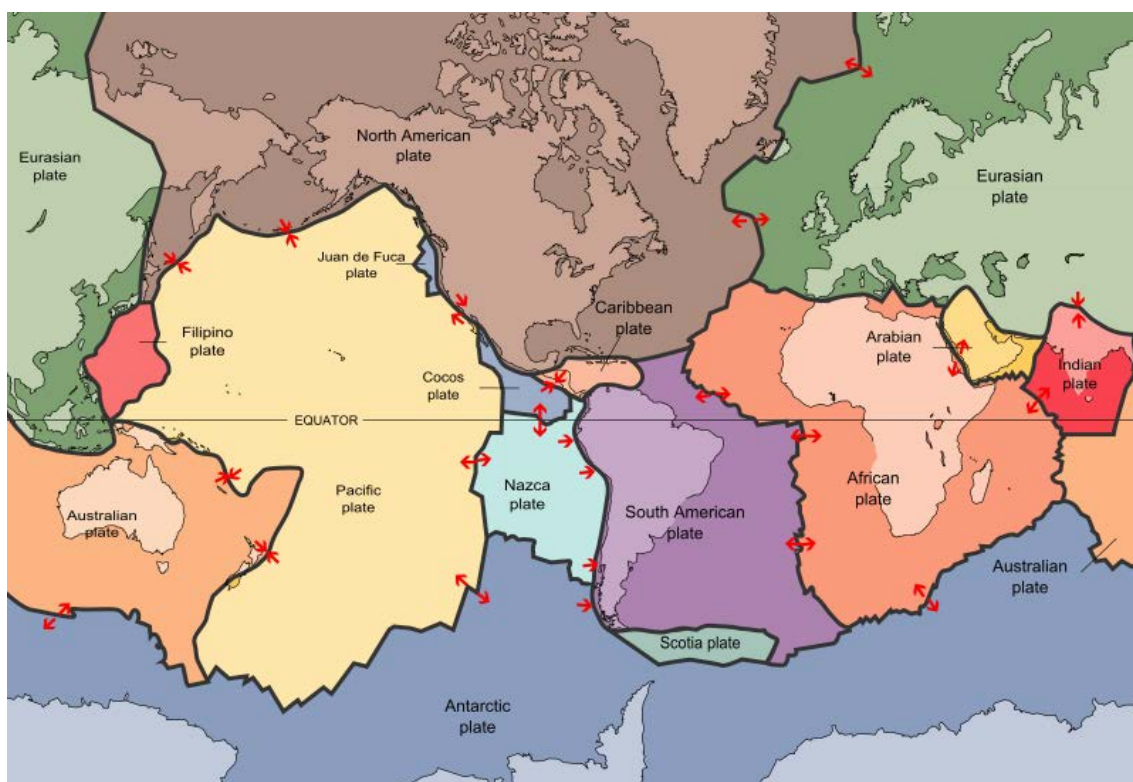
Grup de treball 2:
proposta d'energia geotèrmica a Catalunya

14. Respon totes aquestes preguntes amb un text final:

- a) Quin interès ha tingut en el passat i té avui en dia la geotèrmia a Catalunya? Quines zones de Catalunya s'han tingut en especial consideració?**

https://www.instamaps.cat/instavisor/97402247/099def5c46e0a2f3658756bc2d9b216c/ICGC_Geoindex_-_Visualitzador_Geotermia_superficial.html?3D=false&embed=1#9/42.0483/2.1368

- b) Busca quina és la situació de Catalunya en el mapa de plaques tectòniques. Per què creieu que aquesta dada pot ser important per considerar l'explotació d'aquest recurs en el futur?**



(USGS / wikimedia)

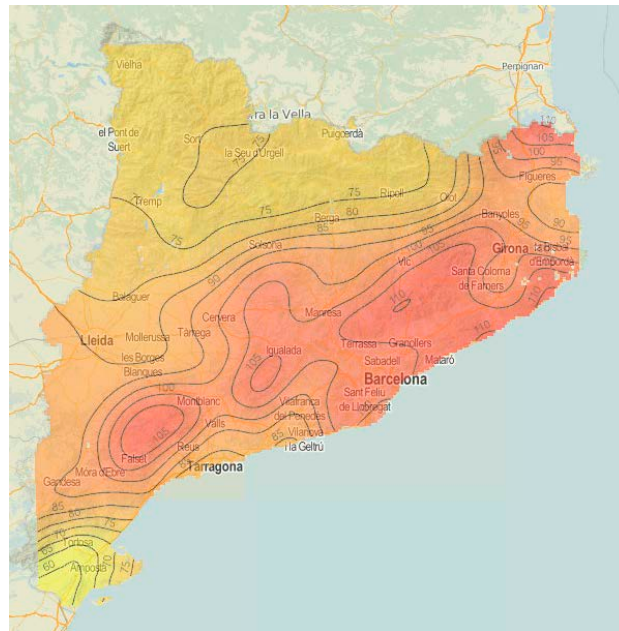
- c) Què és el *gradient geotèrmic*? Quins són els factors clau que condicionen que el gradient geotèrmic en alguns llocs pugui ser més alt o més baix que la mitjana de l'entorn?**

<https://www.instamaps.cat/visor.html?businessid=fe2e46d4db5d7b9a56417212554296be#8/41.432/1.857>

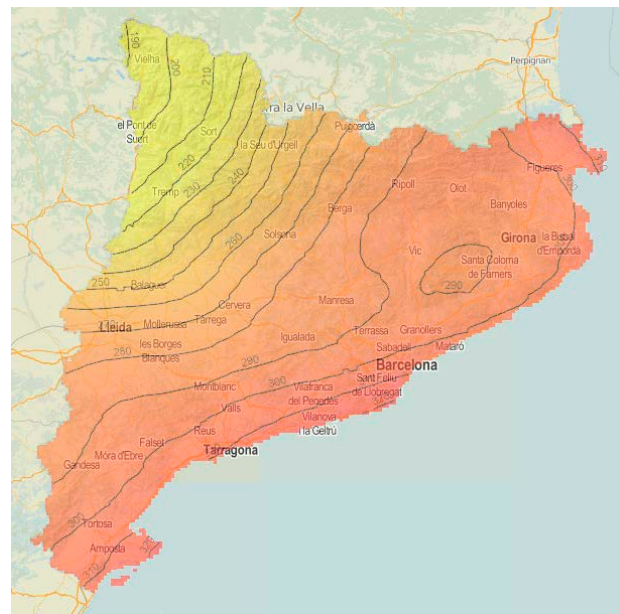
(Vés a *Capes* i a *Gradient geotèrmic*)

- d) Justifica quins d'aquests factors creus que es podrien tenir en compte a Catalunya per explotar l'energia geotèrmica.**

Quan activis la capa *Temperatures a 3 km de profunditat*, i posteriorment *Temperatures a 15 km de profunditat*. Hi trobaràs, respectivament, aquests dos mapes:



Mapa de temperatures a 3 km de profunditat
(ICGC Generalitat de Catalunya)

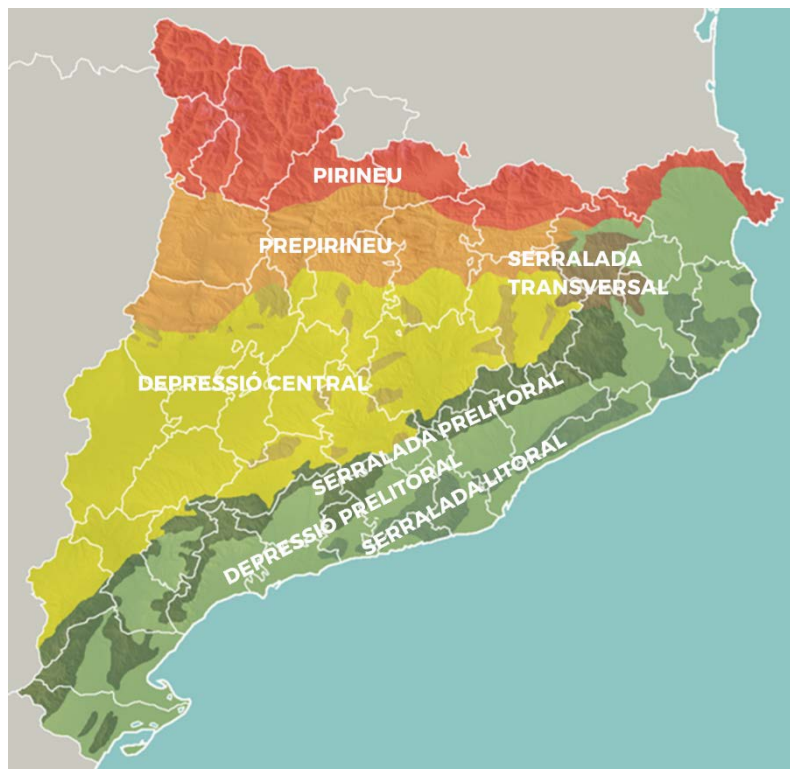


Mapa de temperatures a 15 km de profunditat
(ICGC Generalitat de Catalunya)

e) Quines són les zones de Catalunya amb més temperatura al subsòl?



Ara compareu les dades dels dos mapes de temperatura del subsòl amb aquest mapa:



Grans unitats de relleu de Catalunya (wikimedia)

- f) Quines zones de Catalunya serien les més propícies per a una possible explotació geotèrmica? Assenyaieu la seva localització sobre el mapa del relleu.
- g) Finalment, a quines conclusions heu arribat sobre les possibilitats d'explotar l'energia geotèrmica a Catalunya en el futur?

PER APROFUNDIR-HI

D'on surt tanta calor?

15. No és sorprenent que tota l'activitat interna de la Terra, els volcans i els sismes, la deriva dels continents... tot plegat estigui mogut per la calor interna de la Terra? D'on surt tota aquesta calor? Es pot acabar? Els altres astres també en tenen? La Lluna, per exemple? Necessitem respostes convincents. Busca-les i, quan les tinguis, prepara'n una bona exposició davant dels teus companys.

- 16.** Perquè l'energia geotèrmica sigui viable en un territori cal contemplar tres factors importants. Escriviu-los i digueu, a les columnes del costat, en quina mesura es compleixen a Islàndia i a Catalunya.

factors	a Islàndia	a Catalunya

Resolem el repte d'aprofitar l'energia interna de la Terra

Per orientar la recerca, us proposem dividir la classe en dos grups de treball: un es dedicarà a l'estudi d'una proposta energètica a Islàndia, mentre que l'altre grup farà una proposta energètica per a Catalunya.

A banda d'aplicar el que ja heu estudiat, trobareu documentació més detallada a les pàgines 86-91 d'aquesta segona part de la unitat.

- 17.** En acabar, cada grup haurà de presentar a la resta de la classe els resultats de la investigació i donar així resposta al repte plantejat.



3. Les roques també es reciclen



La Terra no és una simple bola de pedra, sinó que ens sorprèn contínuament amb volcans i terratrèmols. A més a més, com hem ja comprovat, des de la seva formació el planeta no ha parat quieta i els continents s'han anat desplaçant al llarg del temps. Difícilment podem imaginar cap cosa més inerta i immòbil que una pedra. Però el cas és que la calor interna de la Terra es capaç de transformar-les de manera increïble. Tan increïble que ha calgut molt de treball científic per poder aclarir-ho.

3.1 Les roques: la gran enciclopèdia històrica del planeta Terra

Laura: Això està molt bé, però hi hauria d'haver un llibre que ens pogués explicar els detalls...

Victor: Els detalls de què?

Laura: Els detalls del que ha passat a cada lloc. Per exemple, en història qualsevol esdeveniment del passat queda recollit en un llibre per qui ho necessiti saber...

Dolors: No ho entenc: també es pot fer un llibre sobre la història geològica del planeta!

Laura: El que vull dir és que per fer aquest llibre, qui et dona les dades? En un fet històric te les donen els testimonis del fet o el que en va quedar...

Dolors: És clar. Qui vivia fa milions d'anys que ens pugui haver deixat qualsevol història escrita sobre la Terra?

Lena: Si tenim en compte que la espècie humana evoluciona des de fa només 2 o 3 milions d'anys...

Carles: Això, i que el primer ésser viu és una alga o un bacteri...

Judith: Llàstima que aquests no escrivien encara...

Victor: No escrivien, però el fet de trobar-los deu significar alguna cosa, oi?

Dolors: I on són? Entre què?

Laura: Seran roques no? És clar, llavors, què passa si les roques són en geologia com els llibres en història?

El repte d'identificar aquesta roca



Quina és aquesta roca que han trobat els nostres protagonistes (Universitat de Barcelona)

A l'Institut dels nostres protagonistes; la Laura, en Víctor, la Dolors, ... s'han adonat que els aniria molt bé poder tenir un banc just al costat de la porta d'entrada ja que de vegades s'hi han d'esperar abans d'entrar. Per fer-ho s'han plantejat si els aniria bé aprofitar algunes de les roques que ja tenen al pati. El professor/a de naturals us ensenyarà una mostra d'aquesta roca per a que li doneu un primer cop d'ull.

- 1. El repte que us proposem en aquesta situació d'aprenentatge és que pugueu dir al nostres protagonistes com es diu aquesta roca que han trobat i si és adequada per construir un banc. Caldrà que investigueu sobre l'origen i les propietats de les roques per poder identificar-la i saber en que ens hem de fixar quan en volem fer un ús domèstic. Ànims! segur que els nostres protagonistes us ho agrairan. Alguna idea per començar?**



Les roques más antiguas



Halladas las rocas más antiguas de la Tierra

Tienen 4280 millones de años



El pedazo de la roca
más vieja del planeta
(foto: *Science*)

ROSA M. TRISTÁN

MADRID- Científicos norteamericanos han localizado las que, de momento, son las rocas más antiguas de la Tierra: de origen volcánico, tienen en torno a 4280 millones de años, a tenor de la datación realizada con métodos geoquímicos.

Las rocas en cuestión fueron localizadas en un extenso paraje de piedra conocido como Nuvvuagittuq, al este de la bahía de Hudson, en Quebec, un lugar que ya era conocido desde 2001 por albergar rocas muy viejas. De hecho, se estima que la Tierra se formó hace 4567 millones de años, por lo que las rocas de Nuvvuagittuq serían el primer indicio de la primera corteza terrestre.

Hasta ahora, los vestigios más antiguos de la corteza que se habían encontrado consistían en unos granos minerales dispersos, denominados zircones, que fueron hallados en Australia occidental.

Sin embargo, la roca más antigua conocida era el *Acasta Gneiss*, encontrada al norte de Canadá, en los Territorios del Noroeste, con 4030 millones de años de antigüedad, es decir, casi 300 millones de años más “joven” que las que se dan a conocer en la revista *Science*.

También en Groenlandia se habían localizado rocas de hace 3800 millones de años que provenían del fondo de los océanos. Todos estos hallazgos ayudarán a analizar cómo y cuándo se formaron los fenómenos tectónicos del planeta en sus orígenes.

En sus conclusiones, los científicos recuerdan que los restos de la corteza terrestre más primitiva son muy escasos, debido a que han sido triturados y reciclados en el interior de la Tierra debido a movimientos de las placas.

En todo caso, las nuevas rocas canadienses no sólo son significativas para los geólogos por su edad, también lo son por su composición química, dado que es similar a la de otras rocas volcánicas que existen en entornos geológicos donde las placas tectónicas chocan entre ellas.

«Esto nos da una visión sin precedentes sobre los procesos mediante los cuales se formó la corteza terrestre», ha señalado Carlson.

2. Respon les preguntes al final, de forma conjunta:

- a)** Com si es tractés d'un llibre, què ens ensenya la troballa d'aquestes roques sobre la història del nostre planeta?
- b)** En pàgines anteriors hem vist que el planeta, en el seu origen, estava format de roques que provenen d'un magma. Quines dades importants aporta aquesta notícia que confirmi, una vegada més, aquesta informació?
- c)** Segons els científics, per què ha estat tan important la troballa i datació d'aquestes roques tan antigues?

Els nostres alumnes de 2n. d'ESO també es fan algunes conjectures respecte a les roques i el seu origen:

Victor: Així, si els oceans estan fets de basalt i els continents de granit, només haurien d'existir aquestes dues roques, no?

Dolors: No ho sé, jo no és que m'hi hagi fixat gaire, però, així seria molt senzill, no?

Laura: Sí, tan senzill que no és veritat. Mireu aquestes roques:





I aquestes altres:



(pixabay)

Laura: Llavors, d'on surten tantes roques diferents?

-
- d) Què li respondríeu a la Laura? Com és possible que siguin tan diferents si totes les roques tenen un mateix origen?**
 - e) Hi ha algun paisatge o alguna roca que t'hagi cridat l'atenció? Podries dir-ne alguna cosa?**
 - f) Pel que fa al lloc on vius, els voltants de casa teva i del teu barri: com són les roques que s'hi veuen? Saps com es diuen?**

Les roques a casa

Les roques són molt abundants, però no només formant paisatges, sinó com a matèria primera a l'hora de construir, per exemple, qualsevol habitatge.

Us convidem que el proper dia porteu fotografies de roques que podeu fer de casa vostra: de parets, d'escalers, del jardí, d'objectes diversos, etc.

És més, algunes roques són utilitzades com a matèries primeres imprescindibles en la construcció d'estructures d'edificis.

3. Ara, de manera espontània, feu un llistat de materials bàsics que s'utilitzen en la construcció i tracteu de saber de quina roca s'extreuen:

Material bàsic	S'utilitza per...	Està format de...	S'extreu de la roca...



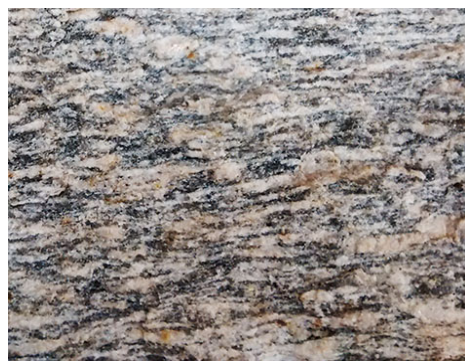
3.2 Roques que venen d'unes altres: el cicle de les roques

Observació del granit, del gneis i del sauló

4. Observeu aquestes imatges de roques i contesteu amb un text les preguntes:



Roca 1
granit



Roca 2
gneis

(wikimedia)



Roca 3
sauló

(Universitat de Barcelona)

a) Quines diferències presenten les tres roques?

b) Quines semblances trobeu entre elles?

c) Tot i que són diferents, les semblances que presenten delaten un origen comú. Us heu parat a pensar que el granit pot haver patit algun procés per transformar-se en una altra roca? Què creieu que li pot haver passat per transformar-se en un gneis?



d) Què li pot haver passat al granit per transformar-se en sauló?



e) El sauló és una roca tova que es desfà fàcilment formant sorra. Creieu que hi ha la possibilitat que aquesta sorra pugui esdevenir granit una altra vegada? Expliqueu-la.



f) Ara, escriviu més possibilitats de possibles transformacions entre aquestes roques. Seguiu fem-nos la mateixa pregunta: com és possible que a la naturalesa això pugui passar? Com es relacionen les propietats d'una roca amb la seva estructura?

Les roques també es reciclen

Totes les roques que formen el planeta Terra tenen un origen magmàtic: quan el planeta es va formar, fa milions d'anys, al voltant del Sol, les temperatures eren molt elevades i les substàncies havien d'estar en un estat fos o semifós, com un magma. Des de la seva formació, la Terra és un cos que es va refredant.

Així, mentre que les substàncies o materials que formen les roques sempre són els mateixos, en canvi, les roques es van modificant al llarg del temps, de manera que unes roques es transformen en unes altres.

Tot i la diversitat de roques, s'agrupen en només tres classes principals, segons els processos pels quals han passat.

Possiblement algunes de les preguntes que ens fèiem abans hagin quedat sense una resposta definida. Per això anem a fer una simulació dels processos que poden tenir lloc a la natura perquè unes roques es transformin en unes altres.

Disposem de ceres de tres colors diferents. Cada color de cera representa un tipus de roca existent.

A cadascuna d'aquestes tres roques (les tres ceres) li anirem aplicant una sèrie de processos que realment estan tenint lloc a la natura. Ens serviran per reproduir els tres grans grups de roques que trobem avui dia: **magmàtiques**, **metamòrfiques** i **sedimentàries**

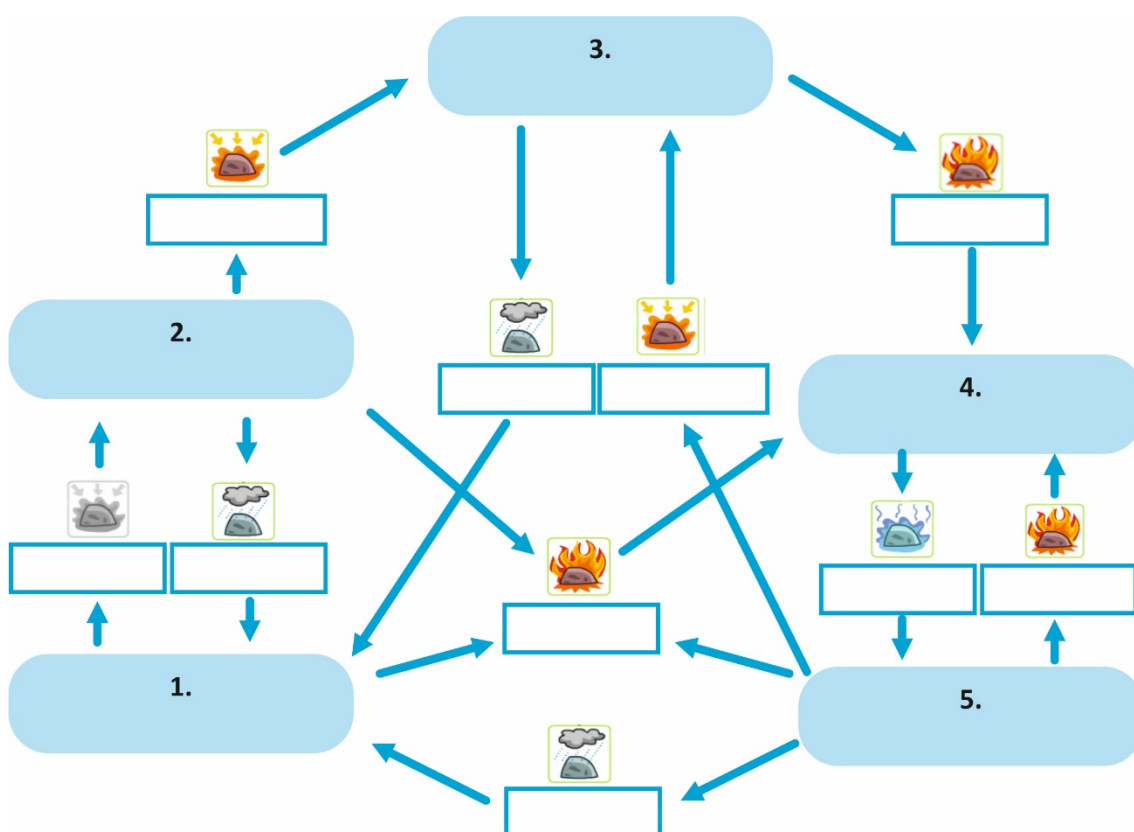


5. Veurem quins són aquests tres grans grups de roques i com es transformen les unes en les altres, gràcies a certs processos.

Material

- ceres de tres colors diferents (de tres espelmes)
- un vas de precipitats de 100 mL ple d'aigua calenta
- ganivet de plàstic
- paper de plata
- un vas de precipitats de 50 mL buit
- diagrama de grandària DIN A3 del cicle de les roques
- bec Bunsen

Com podeu observar, al diagrama següent hi ha uns espais en blanc. Cal anar-los omplint a mesura que avancem en l'activitat: amb algun dels cinc noms a què es refereix l'explicació dels requadres amb el què fem.



1. Sediments



A la natura les roques estan sotmeses a l'acció de l'aigua i del vent. Aquesta acció prolongada durant molt de temps les va esmicolant de mica en mica. Aquest procés el coneixem amb el nom **d'erosió**.

Què fareu?

Per simular l'**erosió**, agafeu el ganivet i esmicoleu els diferents tipus de cera en trossets petits, d'aquesta manera crearem els **sediments**.

Què posaràs al diagrama?

Escriu **sediments** al quadre 1 i també, on pertoqui, el **nom del procés** que converteix les roques en sediments.

2. Roques sedimentàries

Les roques sedimentàries es formen a partir de la compactació dels sediments d'altres roques, que queden *cimentats* (enganxats). També es podrien compactar altres components com ara restes de plantes o animals. Aquest procés de compactació s'anomena **diagènesi**.

Què fareu?

Per simular la **diagènesi** agafeu alguns dels sediments, els poseu dins d'un paper de plata i els estreneu amb les mans durant uns 10 segons. Al cap d'aquest temps veurem que els sediments han quedat compactats: ja tenim l'equivalent d'una **roca sedimentària**.

- a) Seguint aquest procés, creeu tres roques sedimentàries. Compareu-les amb les obtingudes per altres grups. Són iguals o diferents? De què depèn?
- b) Ara que ja sabeu com funciona l'erosió, formeu nous sediments a partir d'aquestes roques sedimentàries? Explica com ho feu.

Què posaràs al diagrama?

Col·loca les **roques sedimentàries** al quadre 2 del diagrama.

Escriu el **nom del procés** que ha convertit els sediments en roca sedimentària.

Col·loca els sediments formats a partir de l'erosió de la roca sedimentària al costat dels primers que ja havíem obtingut abans.

Escriu el **nom del procés** que ha convertit la roca sedimentària en sediments.

3. Roques metamòrfiques

Les roques metamòrfiques es formen quan les roques magmàtiques o les sedimentàries queden sotmeses a temperatures o pressions elevades, però sense arribar fons. Aquest procés es coneix com **metamorfisme**.

Què fareu?

Per simular el metamorfisme, agafareu una roca sedimentària i l'embolicareu amb paper de plata, que posareu dins del vas de precipitats amb aigua calenta (temperatura "elevada") durant uns 10 segons. Després la traureu i l'estrenyereu amb força en una sola direcció durant uns 10 segons.



més (pressió “elevada”). D’aquesta manera haureu simulat les condicions de temperatura i pressió. Com veieu, els components han quedat més units i tenen formes més allargades. Ja tenim una “roca metamòrfica”.

c) Compara les vostres “roques metamòrfiques” amb les obtingudes pels altres grups. Són iguals o diferents? De què depèn?

Igual que les roques sedimentàries, les metamòrfiques també es poden erosionar i passar a ser sediments. Creeu alguns “sediments” a partir d’aquesta “roca”.

Què posaràs al diagrama?

Col·loca les **roques metamòrfiques** al quadre 3 del full.

Escriu el **nom del procés** que converteix la roca sedimentària en metamòrfica.

Col·loca els sediments formats a partir de l’erosió de la roca metamòrfica al costat dels obtinguts anteriorment.

Escriu el **nom del procés** que converteix la roca metamòrfica en sediments.

4 i 5 Magma i roques magmàtiques



Qualsevol roca sotmesa a altes temperatures es fon i es converteix en **magma**. El magma que surt dels volcans rep el nom de **lava**. El procés pel qual una roca es fon s’anomena **fusió**.



El magma, format a l’interior de la Terra, pot arribar a sortir a la superfície i refredar-se a l’exterior, o pot refredar-se a l’interior: en un i altre cas origina les roques magmàtiques a partir de la seva **solidificació**.

Què fareu?

La fusió pot afectar qualsevol roca o sediment. Per simular-ho agafareu uns quants sediments i una roca sedimentària i ho posareu tot dins d’un vas de precipitats de 50 mL folrat per dins amb paper de plata. Aquest vas l’escalfarem amb el bec Bunsen fins que totes les roques estiguin **fo-ses**; ja tenim el **magma**! Per tal de crear “roques magmàtiques” només hem de deixar refredar el magma fins que **solidifiqui**.

Repetiu el procés i obtindreu una nova “roca magmàtica” a partir d’una “roca metamòrfica”. Hem format, així, dues “roques magmàtiques”.

Les roques magmàtiques també poden erosionar-se. A partir d’aquestes “roques magmàtiques”, creeu “sediments”.

També a partir d’una “roca magmàtica” en podeu obtenir una de metamòrfica mitjançant el procés del **metamorfisme**.

Què posaràs al diagrama?

Escriu **magma** en el requadre 4.

Escriu el **nom del procés** que converteix qualsevol roca en magma.

Col·loca la **roca magmàtica** en el quadre 5. Escriu també el nom el **nom del procés** que converteix el magma en roca magmàtica.

Col·loca els “sediments” formats a partir de l’erosió de la roca magmàtica al costat dels obtinguts anteriorment.

Escriu el **nom del procés** que ha convertit la roca magmàtica en sediments.

Col·loca la “roca metamòrfica” que acabes de crear al costat de la creada anteriorment a partir d’altres “roques”.

Escriu el **nom del procés** pel qual s’ha convertit una roca magmàtica en metamòrfica.

Ara que ja enteneu com les roques es van transformant les unes en les altres, en un cicle, consulteu el web http://www.phschool.com/atschool/phsciexp/active_art/rock_cycle/index.html

I com són les roques magmàtiques, metamòrfiques i sedimentàries?

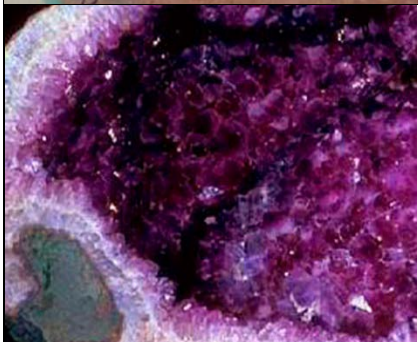
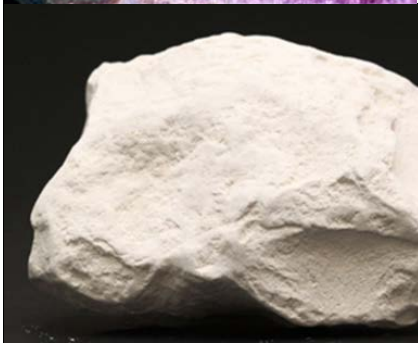
6. Tot seguit trobaràs imatges de roques amb característiques que cal observar quan volem saber quines són. Amb el que ja saps sobre les seves condicions de formació, tracta de relacionar la imatge amb la descripció i el tipus de roca que li correspon:

(Compte: aquí quan parlem de partícules no ens referim pas a molècules o àtoms, sinó a parts petites de la roca, més o menys visibles).

tal com es veu	descripció	magmàtica, metamòrfica o sedimentària?
	1 cristalls de formes geomètriques, de diferents colors	



	2 cristalls deformats que s'alineen (wikimedia)	
	3 roca formada de làmines	
	4 cristalls o partícules? (Universidad de Salamanca)	
	5 fragments de roca de diferents grandàries, units per una pasta formada de partícules més petites, de vegades invisibles	

	6 cristalls o partícules? (Universidad de Salamanca)	
	7 cristalls o partícules? (Wikimedia)	
	8 cristalls o partícules (earthsciences.hku.hk)	Sedimentària

Reconeixement de roques



7. Ara que ja coneixeu els 3 grans grups de roques que hi ha, la manera com s'han format i algunes de les característiques que presenten, us convidem a classificar les roques de la safata en algun dels tres grups.

Material

- safata amb 8 roques: argila, gres, conglomerat, pissarra, gneis, granit, basalt i marbre

Podeu consultar aquesta informació complementària:

Una roca magmàtica

S'hi veuen cristalls que presenten formes geomètriques i poden ser

- tots visibles a simple vista
- només alguns són visibles a simple vista, de grandàries diferents, en proporcions variades. La resta forma com una mena de pasta que engloba els cristalls visibles.



Una roca metamòrfica

- S'hi veuen cristalls deformats que s'alineen.
- S'hi veuen làmines formant la roca.
- S'hi veuen minerals recristal·litzats (els límits dels cristalls no es veuen tan clars com en les roques magmàtiques).

Es pot donar el cas d'una roca metamòrfica formada d'un sol mineral.

Una roca sedimentària

- S'hi veuen cristalls petits, més o menys visibles, que li donen un aspecte homogeni (tot igual). Si se li posen unes gotes d'àcid clorhídric diluït, fa efervescència.
- S'hi veuen partícules o fragments de roca que poden presentar diferents grandàries i que queden units per partícules més petites, de vegades invisibles a simple vista.

Les roques que hem fotografiat (continuació)

8. Observeu les imatges de les roques que heu fotografiat per tractar de classificar-les, també, en algun dels tres grups del cicle de les roques i, si és possible, dir-ne el nom.

Fotografia	Tipus de roca: sedimentària, magmàtica o metamòrfica	Arguments a favor	Nom de la roca
1			
2			
3			
4			

En fi, que les roques també es reciclen, però... i el temps que ha de passar? És molt? És poc? Quant de temps suposa en relació al temps de vida d'una persona?

Vet aquí la qüestió...

9. Per acabar, algunes activitats de síntesi:



- a)** Tornem al títol de la unitat. En quin sentit podem dir que la Terra és un planeta que canvia? Què canvia exactament en el planeta que ens sosté? Què ho fa canviar? Com? Pensa-hi, exposa les teves opinions i discuteix-les amb els companys, i finalment argumenta per escrit les respostes.
- b)** Com ho fan els científics actuals per conèixer l'interior de la Terra, la seva evolució, com s'ha format les roques i el paisatge actual, com es detecten els terratrèmols?

PER APROFUNDIR-HI
Investiguem?

10. A partir del que ja saps del planeta Terra, se t'acut alguna activitat de recerca que puguis dur a terme de manera individual? Per exemple, l'observació d'un paisatge per explicar-ne la formació a partir d'evidències? Fer una col·lecció de roques, classificades en tres tipus? Una col·lecció de minerals? El seguiment durant uns dies dels terratrèmols que es produeixen al món (hi ha webs que en fan el seguiment amb tot detall), intentant relacionar-los amb la teoria de plaques? Què tal recollir informacions dels terratrèmols més devastadors que hem patit històricament a Catalunya? Trobar una forma visual de comparar l'energia alliberada per terratrèmols de magnitud entera: M1, M2...? Utilitzar dades de la velocitat actual de separació en una dorsal oceànica per deduir aproximadament a quina època les dues vores continentals estaven juntes?...

T'animes a fer-ne algunes i presentar els resultats?



Resolem el repte d'identificar aquesta roca



- 11.** Ara que ja heu après molt sobre com són les roques segur que podeu posar nom a la roca que han trobat al pati de l'institut els nostres protagonistes. Cal que indiquis el nom d'aquesta roca, en que t'has basat per saber quina és i sobretot cal que expliquis si valdria per a fer un banc i perquè.

La idea intuïtiva que la Terra era més o menys una gran bola de pedra inerta, de la que no es poden esperar gaires canvis, ha quedat ja molt enrere. Encara que sembli mentida hem vist que l'interior del planeta, tan sòlid que ens sembla, té una activitat incessant, capaç de produir fenòmens tan enèrgics com els terratrèmols i els volcans o crear serralades i enfonsar-les. Hem anat entenent com la calor de la part més central de la Terra és capaç de fer moure –mai no hauríem cregut!– els continents. Tot plegat aconseguix que les roques, que ens poden semblar la cosa més ensopida del món, amb els anys i les interaccions vagin canviant radicalment, d'un tipus a un altre. Aquestes roques, més dures o menys, molt resistents o poc, són les que van donant forma al relleu superficial de la Terra. Al final, les interaccions entre partícules petitíssimes són les que acaben configurant els nostres paisatges. Una vegada més, allò molt petit i allò molt gran queden connectats. Meravellosament connectats.



La serralada de Montserrat està formada principalment per conglomerats
(pixabay)



Extres:

Activitats d'ampliació

I. *Roques: a tot arreu i per a tot*

De debò consumim roques?

Construir una casa o una autopista, fabricar un televisor, encendre una cuina de gas o viatjar en cotxe, són activitats que abans han requerit l'extracció i tractament de roques i minerals.

Com ja hem vist, de vegades aquests materials s'utilitzen tal com s'extreuen de les pedreres; és el cas de la grava i de la sorra utilitzades en construcció. En altres, el producte final gairebé no recorda la roca o el mineral de què prové.

Com hem vist a les fotografies, habitualment les roques són presents a les cases; tot i així, la majoria de persones passen per alt el fet que les estructures que formen edificis, carreteres, etc. estan fets de materials provinents de fonts diverses. Ens referim als materials de la construcció.

- 1. Tot seguit trobareu un llistat d'aquests materials; tracteu d'especificar-ne el seu origen, així com els minerals o roques de procedència si s'escau. Molta de la informació necessària la trobareu al web**

http://es.wikipedia.org/wiki/Material_de_construcci%C3%B3n

Pel que fa al vidre, és interessant el següent documental:

<http://www.youtube.com/watch?v=hWRPOYYuK9k&feature=relmfu>

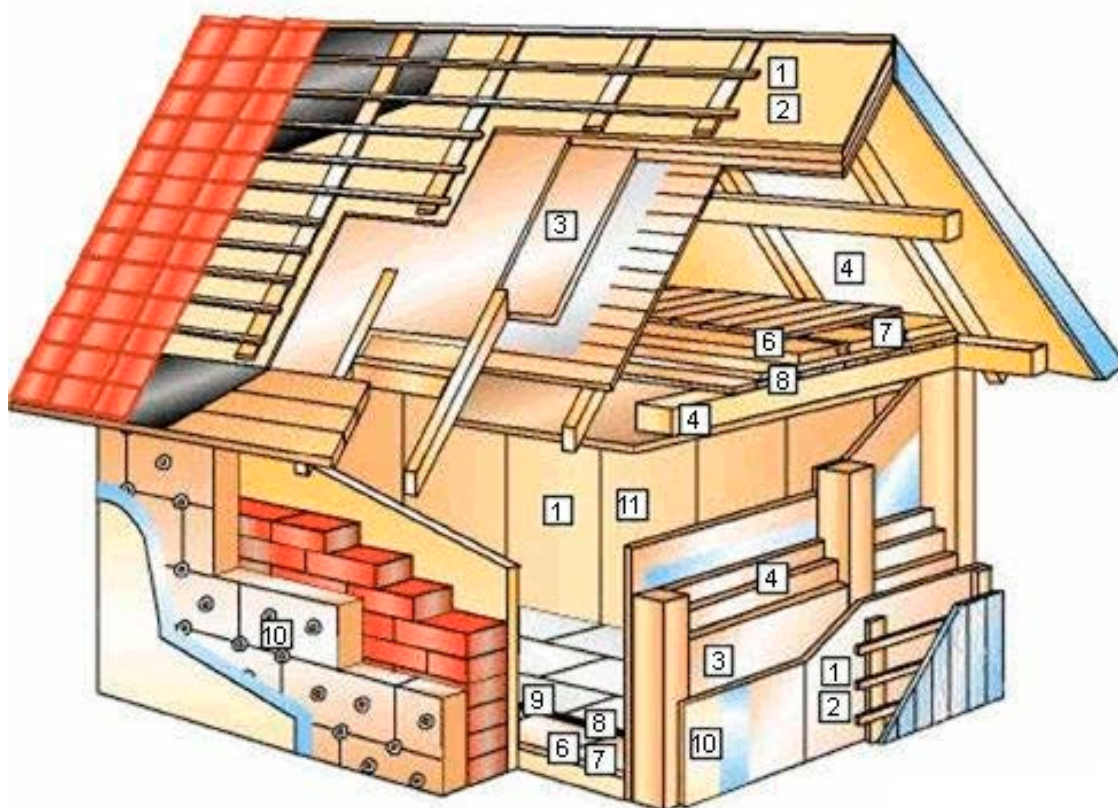
Material	Origen: mineral / orgànic / sintètic	De quines roques o minerals s'extrauen els seus components?
vidre		
fusta		
maó / totxo		
rajola		
pintura		
acer		

Material	Origen: mineral / orgànic / sintètic	De quines roques o minerals s'extrauen els seus components?
PVC		
ciment		
<i>pladur</i>		
<i>uralita</i>		
fibra de vidre		
teula		
formigó		
morter		
terratzo		
guix		
ferro		
tela asfàltica		
silicona		
canonades de coure		
plàstic		

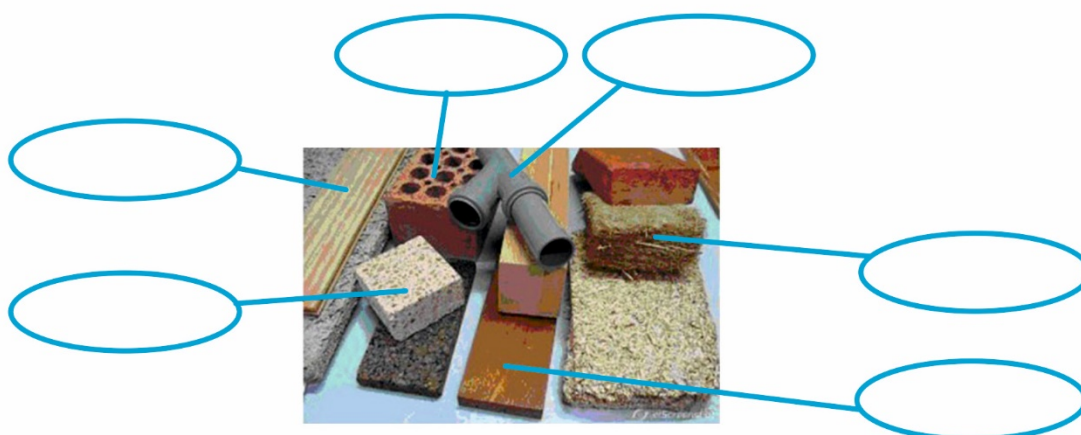
Aquests materials són com el pa i la mantega de la construcció: segons el tipus d'edifici i de la seva adequació es faran servir en una proporció més o menys elevada.

2. A la casa que veieu a continuació els nombres es refereixen als materials esmentats en la llista anterior; digueu, de manera aproximada, a quins poden correspondre:

1.	5.	9.
2.	6.	10.
3.	7.	11.
4.	8.	



3. A partir del petroli i del gas natural s'obtenen els principals combustibles que utilitzem, com la gasolina o el butà, però també s'obtenen una àmplia gamma de productes, alguns dels quals apareix en la imatge següent. Quins són?



Uns materials fonamentals per a la construcció d'edificis i de carreteres són els àrids. Però, què són els àrids i on es troben? El següent documental de l'Institut Geològic i Miner d'Espanya ho explica molt bé. <http://www.youtube.com/watch?v=SDP8Z8XpLAY&feature=related>

4. Els metalls com el ferro, el coure, el zinc o l'alumini s'han utilitzat en la construcció d'habitatges. Busqueu informació dels principals minerals utilitzats per a l'obtenció d'aquests metalls.

ferro

coure

zinc

alumini

5. Posada en comú. Feu un repàs dels actes de la vostra vida diària i apunteu tots aquells objectes que utilitzeu, des que us lleveu fins que us n'aneu a dormir, fabricats amb materials de procedència mineral

a) Quan em llevo...

b) A casa, abans de sortir...

c) Quan surto de casa...

d) Quan estic a l'institut...

e) Quan surto de l'institut...

f) Quan estic pel carrer...

g) Quan arribo a casa per la tarda...

h) Quan me'n vaig a dormir...

i) Tenint en compte tot això, diríeu que el nostre consum de roques és menor, semblant o molt més gran que el d'aliments?

**Per acabar**

6. Compareu els resultats que heu obtingut amb les dades que ofereix la lectura següent:

De què és feta casa meva?**Com obtenir i seleccionar la informació**

La nostra percepció sobre el volum de roques i de minerals que utilitzem sol ser molt esbiaixada. Vegem-ne tot seguit algunes xifres.

Per construir un centre d'ensenyament tipus mitjà es necessiten 1500 tones de sorra i grava i 8000 tones d'argila (totxanes, teules, paviments de ceràmica) i ciment. A tot plegat cal afegir les sorres de quars que cal fondre per fabricar el vidre i els minerals metàl·lics que cal fondre per obtenir ferro, coure, alumini, etc. sense deixar de banda, a més a més, els combustibles fòssils que es cremen per generar l'energia utilitzada en el procés d'extracció, transport i transformació de tots aquests materials.

Podem calcular el consum mitjà de roques per habitant i any a Espanya tot dividint la quantitat anual de roques que es consumeixen a tot el país entre el nombre d'habitants. L'Institut Geològic i Miner d'Espanya calcula que utilitzem unes 30 tones de roques i minerals per habitant a l'any; xifra que es duplica en afegir els combustibles fòssils consumits.

(Adaptació d'un article d'Emilio Pedrinacci al web *leer.es*)

Conclusió

7. En definitiva, el nostre consum de roques respecte el d'aliments és...

Aquesta dada, més enllà del que ens sorprèn, suposa un problema ben seriós: mentre que els aliments són i poden ser uns recursos renovables, les roques i els minerals són recursos no renovables.

8. Què creieu que pot suposar per al planeta l'explotació en excés de recursos no renovables?

S'entén com a **recurs** qualsevol component del medi natural, l'ús del qual resulta d'interès per a les persones: el sol, un bosc, la pesca, el petroli o una pedrera de marbre són exemples de recursos.

En funció de la seva capacitat de regeneració es diferencien:

- Recursos **renovables**: aquells que formen part del cicle natural que es regeneren després del seu ús; l'aigua, la fusta, el blat o el bestiar són recursos renovables
- Recursos **no renovables**: aquells que no es regeneren després del seu ús i es van esgotant; el carbó, el petroli o els minerals metàl·lics no són renovables, com a mínim a escala humana.



Un guèiser al parc nacional de Yellowstone, als EUA
(pixabay)



2. La Terra ens dóna sorpreses

Després d'una bona temporada sense novetats importants, sense assabentar-nos gaire de les batzegades que el planeta experimenta diàriament, un bon dia va aparèixer una sorprenent notícia a *La Vanguardia*:

Nace una nueva isla en Pakistán tras el terremoto

Los medios locales informan que la isla tiene 12 metros de altura, 30 metros de ancho y está a un kilómetro y medio de la costa



Barcelona (Redacción).- El terremoto que ha sacudido la región de Baluchistán, ubicada en el suroeste de **Pakistán**, ha provocado la aparición de una **nueva isla** a un kilómetro y medio de la costa de la localidad de Gwadar.

Tras el sismo de 7,7 grados en la escala Richter, que ha dejado 208 muertos y más de 400 heridos, multitudes de residentes de la localidad costera se reunieron desconcertados para presenciar el extraño fenómeno.

Els vídeos següents també il·lustren aquest estrany fenomen:

<https://www.youtube.com/watch?v=MvC37ZcotsY>

<https://www.youtube.com/watch?v=XWCEkO3NTcl>

Al llarg de la unitat hem après sobre els canvis que el planeta experimenta constantment, alguns de forma força ràpida, però d'altres (molts, des del nostre punt de vista) de manera més pausada. Amb tot, havíeu imaginat mai que un tros de terra ferma pogués aparèixer, gairebé de cop, del fons de l'oceà? Justament això és el que va passar allà el 24 de setembre de 2013 a la tarda.

Tasca grupal (4-5 alumnes)

1. Amb el que sabeu sobre la Terra tractareu de donar una explicació a aquesta sorprenent aparició.

a) Escriviu la vostra hipòtesi principal.

Posada en comú

a) Contrasteu les vostres hipòtesis entre els diferents grups:

Grup 1	
Grup 2	
Grup 3	
Grup 4	



Fem de reporters científics

- 2.** Tot seguit caldrà que a cada grup escriviu un article tot explicant els fets que han possibilitat el sorgiment d'aquesta illa, amb un *powerpoint* que detalli les imatges més rellevants i il·lustratives del que aneu explicant.

A fi d'elaborar els vostres arguments, així com de buscar les imatges que ajudin a explicar el fenomen, aneu seguint les indicacions:

- a)** Busqueu en un mapa quin és el punt de la Terra on ha sorgit aquesta illa.

- b)** Contrasteu la posició que ocupa aquesta illa sobre el mapa amb el mapa de vulcanisme i el de terratrèmols que vau estudiar a la primera secció d'aquesta unitat.

- c)** Relacioneu-hi les plaques afectades i el tipus de contacte que hi ha.

- d)** Busqueu informació sobre la posició de l'epicentre i sobre les possibles causes del terratrèmol. Sismogrames. Rèpliques.

- e)** Busqueu informació sobre les característiques de la nova illa: roques que la formen, establiment, etc.

f) En el vostre escrit cal que utilitzeu, com a mínim, els conceptes següents:

- escala de Richter
- sismograma
- ones sísmiques
- magnitud
- rèplica
- exposició
- intensitat

Podeu utilitzar aquests webs per recollir dades:

<http://es.earthquake-report.com/2013/09/24/massive-earthquake-pakistan-on-september-24-2013/>

<http://igeo.tv/terremoto-en-pakistan/>

i també la informació que aporta la NASA:



ELNUEVODIA.COM

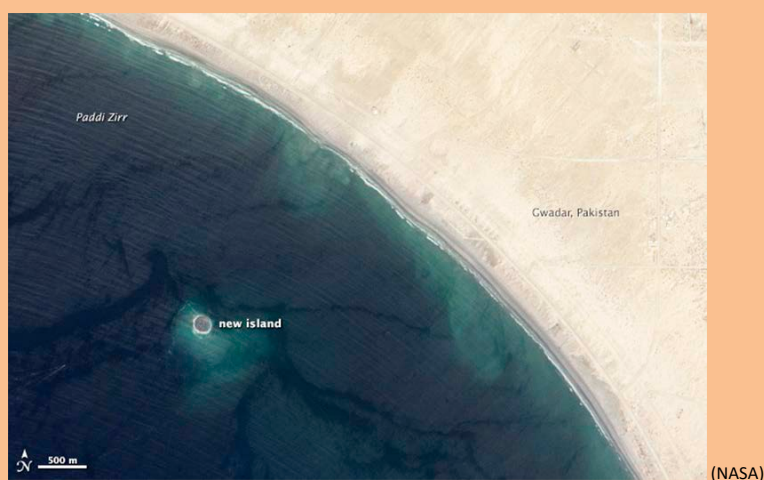
3 de octubre de 2013

NASA publica imágenes de nueva isla en Pakistán

Expertos le auguran poco tiempo de vida

En las fotografías capturadas por el satélite *Earth Observing-1* se observa el gigantesco montículo formado por lodo, arena y rocas. (NASA)

La NASA publicó imágenes satelitales de la nueva isla que apareció de repente tras el terremoto, de magnitud 7,7 en la escala Richter, que sacudió Pakistán el pasado 24 de septiembre de 2013.



En las fotografías capturadas por el satélite *Earth Observing-1* (EO-1) se observa el gigantesco montículo formado por lodo, arena y rocas, localizado a un kilómetro de la costa de la ciudad de Gwadar, en el mar Árabe. Paralelamente, se difundieron también imágenes tomadas por el satélite *Landsat 8*, que muestra la misma zona en abril del 2013, sin la presencia del recién creado islote.

En las reproducciones satelitales de la agencia espacial de Estados Unidos, los tonos más claros de verde y marrón en el agua que rodean a la isla revelan un lecho marino poco profundo o sedimentos de suspensión, según una publicación de *ABC.es*.

De manera adicional, una fotografía aérea del Instituto Nacional de Oceanografía de Pakistán reveló detalles del poco usual montículo que se estima tiene de 75 a 90 metros de ancho, 40 metros de largo y que se levanta entre 15 y 20 metros sobre el agua. Los expertos encargados del estudio de esta isla explican que ésta es en realidad una gran pila de barro del fondo marino o *volcán de lodo*, que fue presionada hacia arriba por una expansión de gas natural.

En este sentido afirman que es probable que la vida de este islote sea corta, ya que la bolsa subterránea de gas se enfriará o escapará provocando su colapso. A esto se sumará el efecto de la erosión de las olas y las tormentas sobre su superficie.

Según una publicación de *El Tiempo* de Colombia, los lugareños aseguran que una isla semejante surgió después de un terremoto ocurrido en 1945 en la región. Bautizada como *la Colina del terremoto* desapareció diez años después súbitamente y de manera misteriosa.

REPORTATGE

3. Completeu:

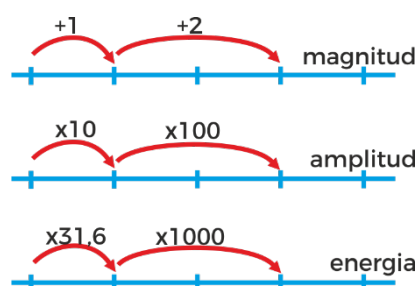
- a)** L'illa recentment formada és a i la seva formació es relaciona amb...
- b)** L'energia per produir aquests fenòmens prové de, i s'explica...
- c)** Si fos una illa volcànica...
- d)** Acabeu l'activitat tot realitzant una posada en comú, amb l'objectiu de confeccionar una taula de conclusions.



3. L'escala de Richter

L'escala de **Richter** és molt semblant a la utilitzada per avaluar i comparar la **magnitud** dels sismes; mesura l'**energia** alliberada a l'hipocentre o focus del terratrèmol. S'expressa amb nombres decimals i segueix una escala lineal proporcional a l'**amplitud** de la sacsejada, corresponents a augments exponencials de l'energia.

Així, si l'**amplitud** d'una sacsejada augmentés 10 vegades, la magnitud augmentaria una unitat. Per exemple un sisme de magnitud 5 produeix sacsejades 10 vegades més amples que un de magnitud 4: si en el cas de M 5,0 donés un senyal de 2 cm d'amplitud, en l'altre seria de 2 mm si la distància fos la mateixa. Per això, un tremolor de magnitud 8 no és pas el doble d'ample que un de magnitud 4, sinó que ho és 10 000 vegades ($10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$).



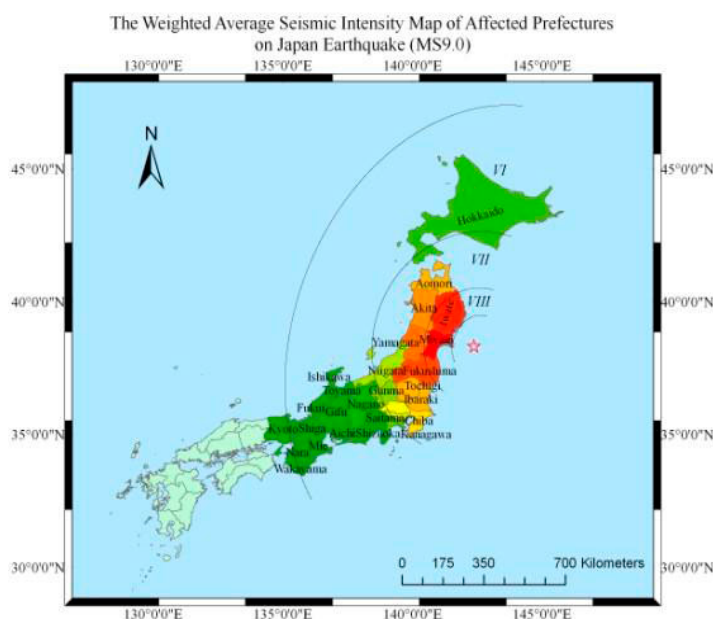
Per cada **dues** unitats que puja la magnitud, l'**energia** alliberada es multiplica per **1000**. Això vol dir que un sisme de M 7,0 allibera mil vegades més energia que un de M 5,0 i un milió de vegades més que un de M 3,0.

Tot i que l'escala de Richter no té límit superior (ni inferior) fins avui no s'ha enregistrat cap sisme que hagi superat la magnitud **9,5**: la d'un terratrèmol que afectà greument Xile el 1960.

Per altra banda, l'escala de **Mercalli** mesura la **intensitat** d'un terratrèmol. La **intensitat** és una mesura subjectiva basada en l'observació dels **efectes** del terratrèmol en un punt determinat i s'expressa en xifres romanes de l'**I** al **XII**. Així, per exemple, un tremolor de grau **V** tomba els objectes inestables o pot trencar plats i finestres; en canvi, en un de grau **VI** la gent ja fuig dels edificis i poden caure edificis poc consistents. El màxim és el grau **XII** que ocasiona danys totals, fins i tot canvia la forma del terreny.

Mentre que la **magnitud** d'un sisme (i per tant, l'energia alliberada) ha de ser la mateixa per a tots els observadors que la mesuren, la seva **intensitat** mesura la gravetat dels danys ocasionats i, per tant, depèn de factors com la profunditat i distància al focus del sisme, del tipus de terreny, la qualitat de les edificacions, la densitat de població de la zona, etc.

El mapa recull la distribució de la **intensitat** del sisme de M 9,0 que va afectar el Japó l'11 de març del 2011. El seu focus, situat a l'oceà, està marcat amb una estrella. S'hi veu clarament com la intensitat disminueix a mida que ens n'allunyem.



(USGS)