1 (Correccions en negreta)

Els magmes es poden solidificar a l'interior de la Terra i originar roques plutòniques o ***filonianes*** *o, a l'exterior, formar roques volcàniques. Les roques plutòniques formen estructures concordants quan s'adapten a les roques encaixants i discordants quan* ***s'intercalen entre les roques preexistents****. Els batòlits són grans masses de magma solidificat a l'interior de la Terra. Els lopòlits i els lacòlits són estructures primes disposades* ***seguint els plans d'estratificació****. Els dics, en canvi, són capes planes que tallen les roques encaixants.*

Quan el magma surt a l'exterior, forma edificis volcànics que poden ser de diferents tipus en funció ***dels materials que el volcà expulsi****. Primerament, el magma s'acumula en una cambra magmàtica per ascendir posteriorment per la xemeneia fins a sortir a l'exterior a través* ***del cràter****. Quan el magma perd els gasos forma la lava que fluirà fins a solidificar-se formant colades.*

Els volcans compostos o estratovolcans estan formats exclusivament per capes successives de lava solidificada ***i fragments semisòlids, anomenats piroclasts****. Si* ***l'edifici volcànic està format exclusivament per lava solidificada****, es forma un volcà en escut.*

A vegades la lava és molt viscosa i només s'expulsen piroclasts que formen un ***con d'escòries****. Si la viscositat és tan gran que ni tan sols surten piroclasts, l'estructura resultant serà un* ***dom*** *o* ***banyó volcànic****.*

2 a)

3 = magmatisme de dorsal oceànica

4 = magmatisme d'arc d'illes

1 = magmatisme de subducció oceà-continent

5 = magmatisme intraplaca

b)

- toleític: 3
- calcoalcalí: 1 i 4
- alcalí: 5

c) Són primaris el toleític i l'alcalí. Això vol dir que conserven la composició de la roca que els ha originat.

d) El magma calcoalcalí és secundari perquè incorpora minerals de la roca encaixant.

e) Els magmes secundaris es poden formar per tres processos:
- mescla: dos o més magmes primaris diferents es barregen i donen lloc a un magma secundari diferent.
- diferenciació: es produeix quan un magma es refreda a poc a poc. Quan alguns minerals comencen a solidificar, la resta del magma canvia la seva composició original en segregar-se aquests minerals de la fase líquida.

- assimilació: té lloc quan els magmes reaccionen amb les roques en què estan encaixats. Generalment, aquest procés n'altera la composició química original.

3 a) La línia anomenada *solidus* indica aquella temperatura a partir de la qual una roca deixa d'estar totalment solidificada perquè algun o alguns minerals que la componen comencen a fondre's (fusió parcial).

b) La línia anomenada *liquidus* indica la fusió total de la roca i és la temperatura a partir de la qual la roca es transforma en magma.

c) Aquesta franja en què coexisteix part de la roca sòlida i part de magma existeix perquè la majoria de roques estan formades per més d'un mineral i cadascun d'ells té el seu punt de fusió. Primer, es fonen els de temperatura de fusió més baixa (*solidus*) i, finalment, ho fan els de punt de fusió més alt (*líquidus*).

Només en el cas de les roques monomineràliques les dues línies (*solidus* i *liquidus*) coincidiran en un mateix valor perquè la totalitat de la roca es fondrà a la mateixa temperatura.

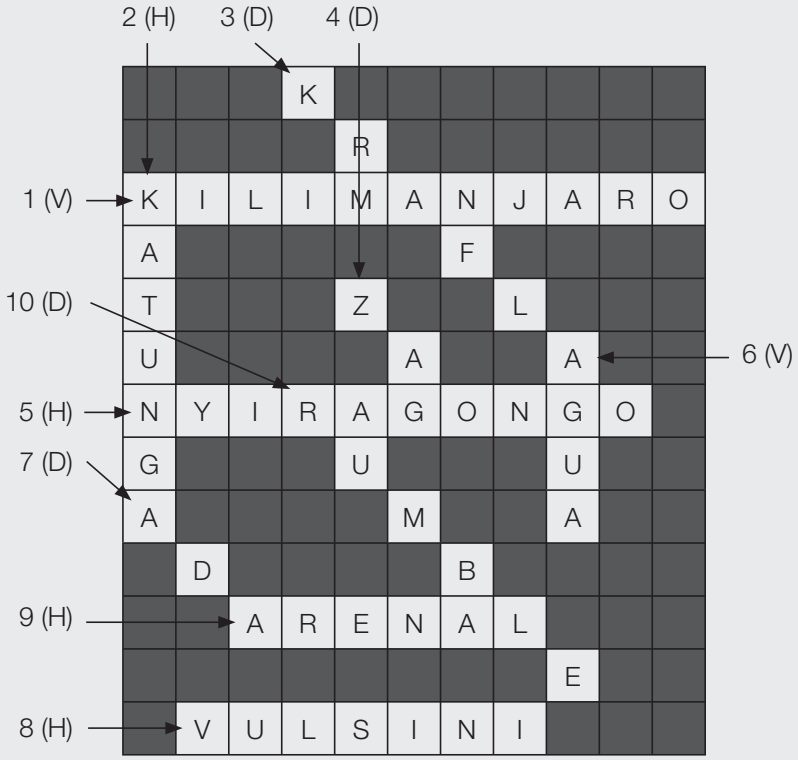
d) Per a cada roca, la temperatura a què es troba cadascuna d'aquestes línies serà diferent considerant un mateix grau d'hidratació i una mateixa pressió. Podrem trobar les úniques coincidències en aquelles roques que continguin algun mineral en comú. Si algun d'aquests minerals comuns és el que determina la temperatura d'inici de la fusió parcial (*solidus*) o de fusió total (*liquidus*), podem tenir valors coincidents d'aquests paràmetres per a totes dues roques.

e) Si augmenta la pressió de la roca, aquests dos valors de temperatura també augmentaran, ja que un increment de la pressió dificulta la fusió dels minerals.

Una disminució del grau d'hidratació també tindrà un efecte semblant. La presència d'aigua afavoreix la fusió a temperatures més baixes.

f) • Com més gran sigui el contingut de sílice, més viscós serà el magma.
- Les pressions a què estan sotmeses les roques fan augmentar també la viscositat del magma.
- La quantitat de gasos dissolts té un efecte contrari. Com més gran és aquesta quantitat, menys viscós és el magma.
- Com més alta sigui la temperatura a què es troba un magma, menys viscós serà.

4



5 a)

país	vulcanisme intraplaca	subducció oceà-continent	subducció oceà-oceà	dorsal oceànica	zona de *rift*
Indonèsia		X	X		
Xile		X	X		
Japó		X			
Itàlia		X			
Etiòpia					X
Islàndia			X		
Tanzània					X
Nova Zelanda					X
Costa Rica		X			
Congo					X

b) Els volcans ubicats al llarg de les muntanyes Rocalloses des d'Alaska fins a Califòrnia tenen laves força menys fluides que els de les illes Hawaii, en ple oceà Pacífic. Això és degut a la seva composició. Les laves de Hawaii són més pobres en sílice.

La seva perillositat també és molt diferent: mentre que les erupcions a Hawaii són tranquil·les i sense explosions, les erupcions a les Rocalloses són molt més explosives i potencialment perilloses a causa de la viscositat del magna.

c) No tenen cap volcà, per exemple l'Uruguai, Rumania, el Vietnam, Mauritània i Suïssa. Aquests països tenen en comú el fet d'estar ubicats al mig de plaques litosfèriques i, per tant, allunyats de les seves vores.

6 a) Les illes són més antigues com més situades al nord-oest (les edats estan indicades en milions d'anys).

b) A Hawaii hi ha vulcanisme intraplaca. Es tracta d'un punt calent enmig d'una placa oceànica.

c) Els volcans de Hawaii tenen una activitat constant però tranquil·la perquè la lava és molt líquida i sense explosions. Es formen grans colades que a vegades arriben fins al mar. El tipus d'edificis volcànics són els volcans en escut.

d) La regularitat que hi ha en l'edat de les diferents illes és degut al desplaçament relatiu de la placa litosfèrica respecte del punt de l'astenosfera on hi ha el corrent convectiu ascendent (punt calent).

7 a) Excepte el de Hawaii, la resta de perfils inclouen algun tipus de límit entre plaques. En el perfil de la serralada de l'Atlàntic Nord hi ha un límit divergent i en els altres dos és convergent.

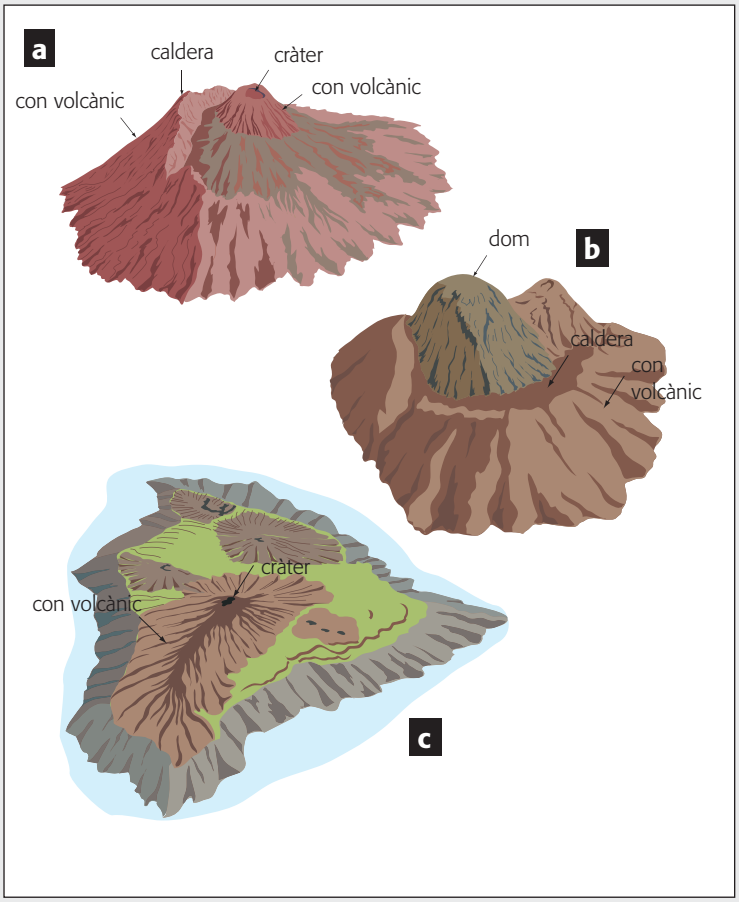
b) Els volcans dels perfils *b* i *c* van néixer sota el mar. La zona *b* correspon a una subducció entre dues plaques en una zona oceànica. El perfil *c* correspon a una zona de vulcanisme dins de la placa pacífica, que és totalment oceànica.

c) Les fosses oceàniques dels perfils *b* i *c* s'han format per la presència d'una subducció entre dues plaques. Aquesta subducció suposa que una placa s'enfonsa cap a l'astenosfera i pateix un fregament fort amb l'altra. Aquest procés genera la formació de magmes, els quals ascendeixen i donen lloc a fenòmens volcànics.

d) Perfil *a*: magmes bàsics (basàltics i peridotítics); perfil *b*: magmes àcids i intermedis; perfil *c*: magmes bàsics (basàltics i peridotítics); perfil *d*: magmes àcids (alcalins i calcoalcalins).

e) Perfil *a*: activitat hawaiana o estromboliana; perfil *b*: activitat vulcaniana, pliniana o ultrapliniana; perfil *c*: activitat hawaiana; perfil *d*: activitat vulcaniana, pliniana o ultrapliniana.

8 a)



a) Vesuvi (Itàlia), b) La Soufrière (Guadalupe) i c) Mauna Loa (Hawaii).

b) El Vesuvi és l'únic estratovolcà dels perfils representats. Aquests edificis volcànics estan formats per capes alternades de lava i piroclasts, i l'alliberament d'aquest tipus de productes és característic dels volcans que presenten una caldera i cons amb pendents bastant grans com el Vesuvi. La Soufrière pot haver presentat aquets tipus d'activitat en fases anteriors. Actualment, la presència d'un dom volcànic a la seva part superior indica una activitat de tipus plinià.

c) El Mauna Loa és un volcà en escut, atès que té la típica forma de con molt ample amb pendents suaus, que és característica de l'activitat hawaiana; en aquesta activitat gairebé no hi ha piroclasts i l'edifici volcànic es construeix per l'acumulació de successives capes de lava.

d) El principal factor que condiciona les diferències entre aquests volcans és la viscositat del magma. Com més viscós, menys fluid és i més abundants són els piroclasts, fets que condicionen la forma de l'edifici volcànic.

e) Perfil a: activitat hawaiana; perfil b: activitat estromboliana o vulcaniana; perfil c: activitat pliniana o ultrapliniana.

f) No seria lògic que aquests tres volcans es trobessin l'un al costat de l'altre. Generalment, els diferents volcans d'una mateixa zona volcànica tenen activitats molt semblants, ja que el tipus de magma que els origina té també unes mateixes característiques.

g) La Soufrière és el volcà que té més probabilitats de produir una colada piroclàstica perquè té un dom volcànic a la part superior, estructura que tapa el cràter i indica l'existència de lava molt viscosa. Aquests factors poden afavorir l'acumulació de gasos i material piroclàstic i, en conseqüència, l'aparició d'una colada d'aquests tipus.

h) Per les mateixes raons esmentades en l'apartat anterior, la Soufreière és el volcà que deu tenir l'índex d'explosivitat volcànica més elevat.

i) El Mauna Loa és el vocà que produeix colades de lava més extenses, perquè la seva lava és la menys viscosa de tots tres, tal com ho demostra el pendent escàs del seu con format per extenses colades.

9 a) • (F) És un estratovolcà amb una gran caldera.
- (F) Es va tractar d'una lava amb força sílice. Això li va donar una gran viscositat.
- (F) Es tracta d'una zona de subducció entre dues plaques oceàniques.
- (V)
- (F) Es va tractar d'una erupció de tipus plinià.
- (F) Es tracta d'un vulcanisme explosiu a causa de l'elevada viscositat de la lava.

b) Aquesta erupció va ser excepcional per la gran virulència de les explosions, per la quantitat abundant de materials emesos i per les dimensions de la caldera submarina que es va formar.

c) El nombre elevat de víctimes va ser causat, principalment, pel gran tsunami que va originar la formació de la caldera submarina.

10 a) A - 6, B - 3, C - 4, D - 5, E - 2, F - 1

b) Els basalts i les cendres indiquen, a la part baixa de la sèrie, que el vulcanisme era tranquil i fluid (hawaià); a la part mitjana, hi trobem predominantment piroclasts, indicadors d'una activitat volcànica una mica més violenta (estrombolià); a la part superior, la presència de cendres amb troncs cremats (colades piroclàstiques) i de bretxes (explosions) indica un vulcanisme més violent (plinià).

c) Ha augmentat.

d) El risc hauria de ser molt alt.

11 a) Un magma és una barreja de minerals en estat líquid amb un elevat contingut de gasos en dissolució. Els seus components principals són els silicats i entre els gasos dissolts predominen el vapor d'aigua, el diòxid de carboni, el fluor i el clor.

b) Els magmes es formen a les zones més profundes de l'escorça i a la part superior del mantell terrestre. En aquestes zones els valors de pressió i temperatura són molt alts i la fusió de les roques es pot produir per tres processos:
- **augment tèrmic** per sobre del punt de fusió de tots els minerals que formen la roca;
- **descompressió**, si disminueix la pressió de les roques, es poden fondre sense que augmenti la temperatura, i
- **presència de fluids**, l'aigua i altres fluids també fan disminuir el punt de fusió.

c) Les roques volcàniques es refreden a l'exterior de la Terra. Això fa que solidifiquin molt ràpidament, fet que en condiciona l'estructura. Gairebé mai tenen cristalls a l'estructura i, en canvi, molt sovint presenten cavitats formades per les bombolles dels gasos que contenia el magma.

d)

PRODUCTES VOLCÀNICS

- **gasos**: vapor d'aigua (entre un 60% i un 90%)
  altres: CO_2, H_2S, òxids de sofre, HCl
- **líquids**: lava
- **sòlids**: piroclasts:
  - cendres (diàmetre $<$ 2 mm)
  - lapil·li (2 50 mm de diàmetre)
  - bombes volcàniques (diàmetre $>$ 50 mm)

e) Hi ha quatre tipus bàsics d'edificis volcànics:

- **volcà en escut**, volcà molt extens amb petits pendents format per colades de lava successives;
- **estratovolcà**, volcà menys ample amb pendents més forts integrat per capes alternades de piroclasts i colades de lava solidificada;
- **con d'escòries**, volcà de poca amplitud i forts pendents format exclusivament per capes de piroclasts, i
- **dom o banyó volcànic**, pic abrupte situat sobre el cràter format per la solidificació ràpida d'un magma molt viscós.

Alguns volcans, especialment els estratovolcans, poden presentar una estructura addicional anomenada *caldera*, fruit de l'esfondrament de la cambra magmàtica o del trencament de l'edifici volcànic com a conseqüència d'una explosió.

f) L'índex d'explosivitat volcànica (IEV) és un valor indicatiu de la perillositat d'una erupció, en funció de la probabilitat que es produeixin explosions i de la virulència que tinguin. Aquest paràmetre té una relació directa amb la viscositat del magma. Com més viscós és el magma, més dificultats tenen els gasos per alliberar-se'n. En aquest cas, poden acumular-se i originar explosions quan surten bruscament.

g) Un mateix volcà pot tenir comportaments diversos en diferents episodis eruptius o, fins i tot, durant una mateixa erupció. Si les característiques del magma que emet el volcà canvien, també ho faran les característiques de l'erupció. Per aquesta raó no es pot assignar un tipus fix d'activitat volcànica a un mateix edifici volcànic.

h) Un volcà actiu és aquell que emet lava i gasos o té activitat sísmica, o totes dues coses. Un volcà dorment és aquell que està inactiu des de fa temps, però que encara pot entrar en erupció. Un volcà extingit també és un volcà inactiu però que ja no pot entrar mai en erupció.

i) El vulcanisme atenuat és el conjunt de fenòmens que es produeixen en les zones d'activitat volcànica feble perquè els volcans són dorments des de fa molt de temps o bé estan a punt d'extingir-se. Tenim tres exemples:

- fonts termals (brolladors d'aigua calenta);
- guèisers (fonts periòdiques de vapor d'aigua i aigua calenta), i
- fumaroles (escletxes per les quals surten gasos).

j) Els tipus de contactes entre plaques i el tipus de vulcanisme que hi està associat són:

- Dorsals oceàniques i zones de *rift*: es tracta de volcans amb magmes bastant fluids i activitat estromboliana en la majoria de casos.
- Zones de subducció: es donen tant en les subduccions oceà-continent com en els arcs d'illes volcàniques. La seva activitat acostuma a ser força més explosiva que en el cas anterior, amb activitats vulcaniana, pliniana o ocasionalment ultrapliniana.

Finalment, també hi ha casos de vulcanisme en zones intraplaca, associats a punts calents o *hot spots*. En aquest cas, es tracta de volcans tranquils amb activitat hawaiana.