



## **Ciències de la Terra i del medi ambient Sèrie 2**

SOLUCIONS,

CRITERIS DE PUNTUACIÓ

I CORRECCIÓ

### INSTRUCCIONS

- Trieu i resoleu CINC dels set exercicis proposats.
- Indiqueu clarament quins heu triat. Si no ho feu així, s'entendrà que heu escollit els cinc primers.
- Cada exercici val 2 punts.

1. Les prediccions científiques des d'ara fins a finals de segle per a la zona de la Mediterrània apunten cap a un increment de la temperatura mitjana anual superior al que experimentarà la resta del món, i un augment encara més notori de la mitjana de les temperatures registrades durant els mesos d'estiu. Alhora, també preveuen un descens generalitzat de les precipitacions anuals, especialment de les pluges d'estiu.

a) Expliqueu quina és la causa del canvi climàtic, que s'està produint de manera trepidant a escala global, i de quina manera actua aquesta causa; és a dir, quina es la relació entre la causa i l'efecte.

[0,5 punts]

**Hi ha una correlació clara, un paral·lelisme entre la pujada del percentatge de CO<sub>2</sub> que hi ha a la troposfera i la pujada de la temperatura mitjana anual de tot el planeta. L'augment dels gasos que produeixen efecte hivernacle, principalment el CO<sub>2</sub> generat per la crema de combustibles fòssils, fa que l'aire sigui més eficient, absorbint l'energia de la radiació infraroja (procedent directament del Sol, o emesa pels materials terrestres escalfats per aquest) i això fa que augmenti la temperatura de l'aire i de l'aigua de tot el planeta.**

b) A Catalunya, els embassaments estan molt buits. A causa de les sequeres que estem patint, fa uns anys que es van posar en funcionament les dessalinitzadores del Prat i de la Tordera. Quan treballen a ple rendiment generen una bona part de l'aigua que es consumeix a l'àrea metropolitana de Barcelona.



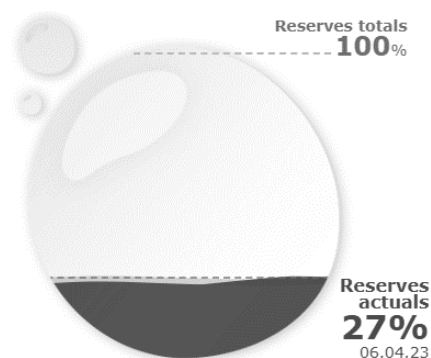
Tot i que són una meravella tecnològica, també contribueixen al problema que ha generat la necessitat de construir-les, ja que consumeixen una gran quantitat d'energia.

Expliqueu en què es basa el funcionament d'una dessalinitzadora per osmosi inversa, com la del Prat de Llobregat, i indiqueu per què cal tota l'energia que consumeix.

[0,5 punts]

**L'osmosi inversa inverteix el fenomen natural d'osmosi. L'objectiu és obtenir aigua purificada partint d'aigua salada. L'aigua es fa passar per una membrana semipermeable, deixant passar només aigua pura. El desplaçament de l'aigua va des de la zona de més concentració de sals a la zona de menor concentració (aigua pura), al contrari del que succeeix a l'osmosi, on es desplaça l'aigua cap a la dissolució més concentrada, a través de la membrana, per tal d'igualar les concentracions i arribar a l'equilibri (no és necessari que s'expliqui el que passa a l'osmosi normal). Per tal de fer que l'aigua es desplaci cap al costat de la membrana que té aigua pura, en contra de la seva tendència natural, cal forçar-la, fent servir una pressió enorme i, per aconseguir aquesta pressió, cal gran quantitat d'energia.**

c) Des de l'estiu passat les reserves d'aigua van baixant en picat. La gràfica mostra l'estat de les reserves dels embassaments de les conques internes de Catalunya a principis d'abril, segons l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua).



c1) La capacitat total dels embassaments a les conques internes de Catalunya és d'uns 700 hectòmetres cúbics. Calculeu, fent servir les dades de la imatge esquemàtica, quants hm<sup>3</sup> quedaven als embassaments el 6 d'abril.

[0,5 punts]

$$700 \text{ hm}^3 \times 27 \% = 189 \text{ hm}^3$$

c2) En situació de normalitat hídrica, les xarxes municipals de Catalunya consumeixen aproximadament 1.570.000 m<sup>3</sup> cada dia. Calculeu quants dies es podria mantenir aquest ritme de consum amb les reserves de l'apartat anterior, si només es dediquessin al consum de les xarxes municipals.

[0,5 punts]

$$1.570.000 \text{ m}^3 \times 1 \text{ hm}^3 / 1.000.000 \text{ m}^3 = 1,57 \text{ hm}^3 \quad 189 \text{ hm}^3 \times 1 \text{ dia} / 1,57 \text{ hm}^3 = 120 \text{ dies}$$

2. Actualment hi ha una creixent demanda dels cotxes amb motors de gasolina enfront dels cotxes amb motor dièsel, i en aquesta demanda un component important és la creixent sensibilitat mediambiental de la societat.



Dels dos gasos produïts en una combustió ideal, CO<sub>2</sub> i vapor d'aigua, el CO<sub>2</sub> és el nociu per al medi ambient. Els motors dièsel produeixen menys CO<sub>2</sub> que els de benzina, gairebé un 17 % menys, ja que el consum per quilòmetre recorregut és més gran als motors de gasolina.

No obstant, la combustió ideal no existeix. També s'originen altres gasos com els òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>), que són molt tòxics. Els òxids de nitrogen es formen perquè l'oxigen es combina amb el nitrogen de l'aire a causa de les altes pressions i temperatures que s'assoleixen en el procés de la combustió. Aquests òxids es formen en quantitats més grans en la combustió dels motors dièsel.

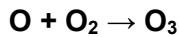
a) Els NO<sub>x</sub> presenten diversos efectes negatius, expliqueu en què consisteixen i el mecanisme que produeix els dos principals: un que afecta els ecosistemes greument, que és la pluja àcida, i un altre que perjudica greument la salut de les persones, que és el smog o boirum fotoquímic. [1 punt]

**Els òxids de nitrogen reaccionen amb l'aigua atmosfèrica i formen àcid nítric (HNO<sub>3</sub>). Les gotetes d'aigua que es formen als núvols tenen un caràcter àcid i la precipitació que produeixen s'anomena pluja àcida. Aquesta pluja corrosiva pot danyar els ecosistemes i les edificacions humanes.**

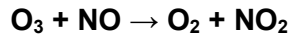
**Els NO<sub>x</sub> són els principals responsables de l'anomenat Smog Fotoquímic, situació de boires molt oxidants produïdes quan hi ha gran estabilitat atmosfèrica i intensa radiació. A la troposfera, quan la radiació solar incideix sobre els òxids de nitrogen, es forma ozó i radicals lliures, si hi ha presència d'hidrocarburs volàtils, que també es generen amb la crema de combustibles fòssils.**

**Aquests compostos són molt oxidants i, juntament amb els òxids de nitrogen, poden irritar les vies respiratòries, produint acumulació de líquid als pulmons i inflamació. Això fa augmentar la mortalitat entre les persones vulnerables.**

Les persones aspirants poden concretar com es forma l'ozó en aquesta situació, però no és necessari (si ho fan es valorarà positivament):



Si no hi ha hidrocarburs, es restableix l'equilibri:



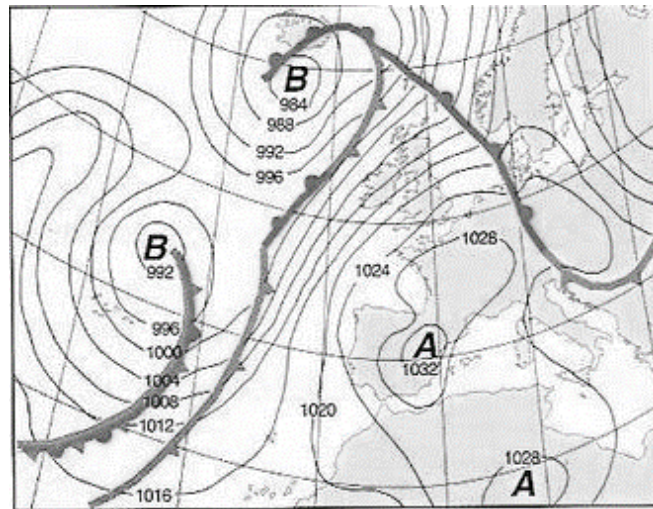
Però si hi ha hidrocarburs volàtils:

Hidrocarburs volàtils + NO → radicals orgànics lliures (molt oxidants).

S'acumulen ozó i radicals lliures oxidants.

Atorgueu 0,5 punts per la pluja àcida i 0,5 punts pel boirum fotoquímic.

b) Al següent mapa meteorològic d'isòbares està representada la situació meteorològica d'un dia d'estiu, que afavoreix la formació del boirum fotoquímic a les grans ciutats de Catalunya i de la resta d'Espanya.



Quina relació hi ha entre la presència d'un anticicló i l'increment dels nivells  $\text{NO}_2$ ?  
[0,5 punts]

**En una situació anticiclònica hi ha una gran estabilitat atmosfèrica. Això dificulta la dispersió dels gasos contaminants (dels òxids de nitrogen, del monòxid de carboni i dels hidrocarburs volàtils). També afavoreix l'entrada de la radiació solar necessària per a formar l'ozó.**

c) Per què podem dir que el problema causat pels vehicles dièsel sense catalitzador, filtres i altres dispositius anticontaminació, a les grans ciutats, és més un problema de salut pública que no pas un problema ecològic?  
[0,5 punts]

**L'efecte hivernacle és produït, principalment, per l'augment de la concentració de diòxid de carboni, que això és el major impacte ecològic que ha produït mai la humanitat. Com que, segons l'enunciat d'aquest exercici, els motors de benzina en generen més, d'aquest gas, no hi ha motiu per fixar-se preferentment en els dièsel. A més, la contribució dels motors dièsel al smog fotoquímic, que produeix problemes de salut a les grans ciutats, és més gran que la contribució dels motors de benzina.**

3. Observeu atentament el mapa d'isòbares de l'exercici anterior i responeu aquestes preguntes, argumentant les vostres respostes i suposant que el mapa correspon a la predicció per a un dia d'estiu.

a) Quin temps farà a Escandinàvia? Com ho sabeu? Argumenteu la vostra predicció.  
[0,5 punts]

**Entrarà un front càlid pel sud, associat a la borrasca situada al nord-oest de les illes britàniques, per tant, s'esperen pluges que es mouran de sud a nord. A la costa oest hi haurà vent fort, ja que les isòbares estan força juntes.**

b) Per què sabem que els vents són més forts sobre les illes britàniques que a Catalunya?  
[0,5 punts]

**Perquè les isòbares estan molt més juntes a les illes britàniques, indicant un gran gradient de pressió. A Catalunya passa tot el contrari, l'estabilitat és màxima.**

c) Com explicaríeu una possible pujada de les temperatures a les illes britàniques?  
[0,5 punts]

**Els vents associats a una massa d'aire càlid provenen del sud.**

d) Què és una isòbara?  
[0,5 punts]

**Una línia que uneix tots els punts, sobre el mapa, que tenen la mateixa pressió atmosfèrica.**

4. Tenint en compte les dades següents es pot valorar la contribució a l'escalfament global del funcionament d'un cotxe amb motor d'explosió:

A Catalunya es realitzen un total de 22.076.000 desplaçaments en cotxe privat diaris, amb una ocupació mitjana d'1,14 persones per vehicle (dades de l'EMQ - Enquesta de Mobilitat Quotidiana de Catalunya - per a l'any 2006).

Els cotxes que tenen un consum baix solen cremar uns 6 litres cada 100 km, uns 5 kg cada 100 km. Els autobusos consumeixen 20 kg de combustible cada 100 km de recorregut.

En un motor d'explosió, quan es crema el combustible, cada un dels seus àtoms de carboni es combina amb dos d'oxigen, produint CO<sub>2</sub>. De manera que el pes d'aquest gas que s'emet a l'atmosfera és, aproximadament, el triple que el del combustible que s'ha cremat.

a) Calculeu quants kg de CO<sub>2</sub> emet un d'aquests cotxes fent un recorregut de 100 km. Calculeu també els kg de CO<sub>2</sub> que emet un autobús pel mateix recorregut.  
[0,5 punts]

**Cotxe: 5 kg de combustible cada 100 km x 3 kg de CO<sub>2</sub>/kg de combustible = 15 kg CO<sub>2</sub> cada 100 km.**

**Autobús: 20 kg de combustible cada 100 km x 3 kg de CO<sub>2</sub>/kg de combustible = 60 kg CO<sub>2</sub> cada 100 km.**

b) Per tal de comparar el transport públic amb el privat, repartiu, en cada cas, tot el CO<sub>2</sub> emès entre el nombre de passatgers del vehicle i calculeu la diferència en l'emissió per persona en viatges de 100 km, quan canviem el transport privat en cotxe pel públic en autobús.

Considerem que el nombre de passatgers en un cotxe és d'1,14 i en un autobús és de 45.  
[0,5 punts]

**En el cas del cotxe: 15 kg CO<sub>2</sub> cada 100 km / 1,14 persones = 13,16 kg de CO<sub>2</sub> cada 100 km/persona.**

**En el cas de l'autobús: 60 kg CO<sub>2</sub> cada 100 km/ 45 persones = 1,33 kg de CO<sub>2</sub> cada 100 km/persona.**

**Reducció en canviar de privat a públic= 13,16 - 1,33 = 11,83 kg CO<sub>2</sub> menys cada 100 km/persona.**

c) Calculeu el percentatge en què es redueix l'emissió per passatger en canviar el transport privat pel públic, amb aquestes dades, i valoreu la conveniència de canviar el model de mobilitat del país.

[0,5 punts]

**Percentatge en què es redueix l'emissió = 11,83 kg CO<sub>2</sub> menys/13,16 kg de CO<sub>2</sub> emesos en cotxe x 100 = 90% de reducció en les emissions de CO<sub>2</sub> per passatger.**

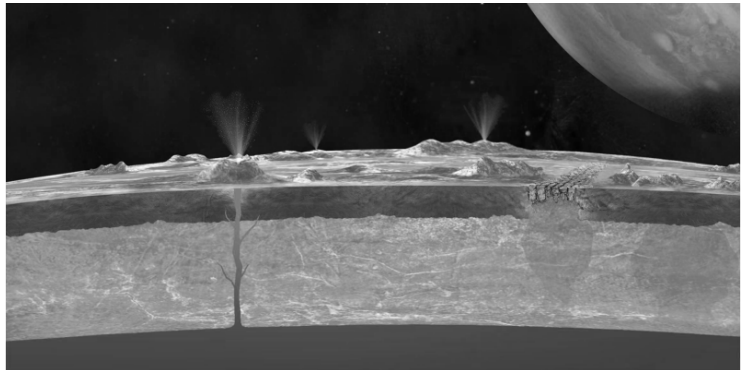
**La diferència és enorme. La nostra societat hauria de considerar canviar el model de transport basat en el cotxe privat per un altre basat en vehicles públics.**

d) A banda de l'efecte sobre les emissions de CO<sub>2</sub>, esmenteu dos avantatges més de la substitució de vehicles privats pels públics. Podeu fer servir la informació de l'exercici 2 i també podeu fer consideracions econòmiques.

[0,5 punts]

- **La fabricació de vehicles requereix grans quantitats d'energia i de materials. Fent servir el transport públic es necessiten menys vehicles i per tant l'impacte és menor.**
- **Catalunya importa el petroli que fan servir els motors d'explosió. Fent aquest canvi de model s'estalviaria.**
- **Els motors d'explosió també produeixen altres problemes, com els relacionats amb el smog fotoquímic. També minvarien aquests problemes a les nostres ciutats.**

5. Imagineu-vos que una nau espacial de la NASA aterra en un satèl·lit de Júpiter que es diu Europa. Europa és una mica més petit que la Lluna i està cobert per una gruixuda capa de gel d'aigua, de 100 km de profunditat. Es considera un dels llocs del sistema solar amb més possibilitats d'albergar vida extraterrestre.



Ja des de la nau, abans d'aterrar, van veure que a Europa hi ha vulcanisme. Com que la superfície és de gel, el que surt pels seus volcans és aigua. Són més aviat guèisers que no pas volcans.

a) Tenint present, de manera rigorosa, la definició de risc geològic:

Risc = perillositat x exposició x vulnerabilitat

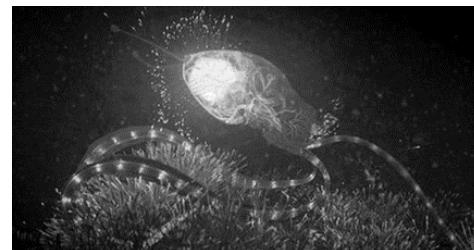
Per què podem dir que, tot i que són freqüents les erupcions d'aquests enormes guèisers, el risc que suposaven era zero fins el dia que van arribar-hi els humans? Tenen més risc les erupcions de sofre que hi ha en un altre dels satèl·lits de Júpiter anomenat Ío?

En aquest segon satèl·lit, de les erupcions en surt lava de sofre líquid, a una temperatura més gran que el vapor d'aigua d'Europa.

[0,5 punts]

**En no haver-hi presència humana, fins l'arribada dels astronautes, l'exposició és zero i tot el producte s'anul·la. A Ío, tot i ser més violentes les erupcions, l'exposició també és zero.**

b) A Europa hi pot haver vida sota el gel. Si la vida d'Europa fos semblant a la de la Terra i pogués servir d'aliment als astronautes, què els passaria en alimentar-se dels organismes d'Europa si l'aigua del mar tingués substàncies orgàniques tòxiques pels humans, però en quantitats tan petites que pogués ser apta per beure? Heu de suposar que les cadenes tròfiques dels ecosistemes d'Europa, com els de la Terra, poden tenir 4 o 5 nivells tròfics.



[0,5 punts]

**Els contaminants orgànics són bioacumulables, és a dir, es va incrementant la seva concentració al llarg de les cadenes tròfiques fins a aconseguir valors realment tòxics. Solen ser substàncies més solubles en els greixos dels essers vius que a l'aigua, per això es van quedant dins els nostres cossos i es van acumulant, encara que vagin entrant en quantitats insignificants. A cada nivell tròfic s'acumula el contaminant procedent del nivell anterior, que ja el té reconcentrat.**

c) La nau espacial Galileu, al voltant de Júpiter des del 1995 fins al 2003, va fotografiar moltes vegades Europa (Galileu Project, NASA). Podria haver enregistrat les erupcions més espectaculars. Imaginem que aquesta és la relació dels guèisers que es van alçar més de 20 km sobre la superfície del gel.

| <i>Dates</i>        | <i>Altura</i> |
|---------------------|---------------|
| 13 de març 1995     | 85 km         |
| 25 de gener 1996    | 120 km        |
| 6 de febrer 1996    | 150 km        |
| 23 de gener 1997    | 20 km         |
| 15 de març 1997     | 67 km         |
| 19 de desembre 1997 | 97 km         |
| 28 de octubre 1998  | 88 km         |
| 24 de gener 1999    | 130 km        |
| 5 de febrer 2000    | 110 km        |
| 12 de novembre 2002 | 55 km         |
| 5 de febrer 2003    | 97 km         |
| 7 de febrer 2003    | 85 km         |
| 1 de març 2003      | 101 km        |

c1) Calculeu el temps de recurrència, d'aquests perills naturals, per a les erupcions que pugen més de 100 km des de la superfície del satèl·lit.

[0,5 punts]

**Com que van passar 8 anys entre la primera i l'última erupció de més de 100 km i n'hi va haver 5 en aquest període:**

**Temps de recurrència= 8 anys/ 5 erupcions = 1,6 anys**

c2) Calculeu la perillositat (probabilitat d'ocurrència) d'aquestes erupcions de més de 100 km.

[0,5 punts]

**La probabilitat de produir-se l'erupció que estem considerant és l'invers del període de recurrència: 5 erupcions/8 anys = 0,63.**

6. Davant d'un risc natural es poden portar a terme diferents tipus d'accions, per tal de minimitzar els danys.

Aquestes són les categories en què es poden classificar les accions (mesures per a minimitzar danys):

- Mesures predictives o de previsió.
- Mesures preventives: Mesures estructurals, Ordenació del territori, Protecció civil, Educació i Anàlisi cost - benefici.
- Mesures pal·liatives i correctores.

a) Definiu els conceptes de *mesura predictiva*, *mesura preventiva* i *mesura pal·liativa*, deixant clar les diferències que hi ha entre els tres tipus de mesures.

[0,5 punts]

**Mesura predictiva: Es tracta d'anunciar amb anticipació el que pot succeir i realitzar mapes de risc.**

**Mesures preventives: Es tracta de preparar-se amb anticipació amb l'objectiu d'evitar o reduir danys.**

**Mesures pal·liatives: Consisteixen en la restauració de danys, fer inversions, fer declaració de zona catastròfica per donar prioritat a les ajudes públiques...**

b) Pel que fa a les mesures preventives, expliqueu en què consisteixen l'ordenació del territori i les mesures estructurals.

[0,5 punts]

**Ordenació del territori: Regulació de la utilització del territori, segons les característiques de cada zona, mitjançant lleis que restringeixen l'ús del sòl.**

**Mesures estructurals: Modificacions d'estructures geològiques o realització de construccions adequades per minimitzar els riscos que s'han previst.**

c) Classifiqueu les accions de la llista, justificant la vostra decisió en cada cas, en predictives, preventives i pal·liatives, i indiqueu, quan sigui una acció preventiva, de quin tipus de mesura preventiva es tracta:

[1 punt: 0,2 punts per cada mesura ben justificada]

- La construcció d'embassaments al curs alt dels rius, si es gestiona bé pot evitar les inundacions per crescuda sobtada en èpoques de pluges torrencials.

**És una mesura preventiva de tipus estructural, ja que es fan construccions per a minimitzar riscos.**



- No s'han de fer servir per a edificar les lleres de desguàs de rambles i torrents estacionals o ocasionals.

**És una mesura preventiva: ordenació del territori, ja que es tracta d'una normativa per restringir l'ús del territori.**

- Millorar mètodes i aparells de previsió meteorològica i elaborar mapes de risc.

**Són mesures predictives ja que es tracta d'anunciar amb anticipació el que pot succeir.**

- S'ha de tenir un potent servei d'extinció d'incendis amb bona capacitat de mobilització immediata.

**És una mesura preventiva que podríem classificar de protecció civil, ja que consisteix en un servei per protegir a la població, en situació catastròfica, per tal de minimitzar els danys.**

- Hi ha d'haver plans d'actuació previstos: Declaració de zona catastròfica, ajuts de l'administració, inversions en zones afectades per catàstrofes.

**Són mesures pal·liatives, ja que consisteixen en restaurar i pal·liar els danys produïts per una catàstrofe.**

7. Considerant que la salinitat mitjana de mars i oceans es de 35 g/L:

a) Calculeu el percentatge mitjà, en pes, de sal que conté l'aigua del mar. Considereu que la densitat de l'aigua és 1 g/mL.

[0,5 punts]

**$35 \text{ g/L} \times 1\text{L}/1.000 \text{ g} \times 100 = 3,5 \%$**

b) D'on procedeix la sal que hi ha a l'aigua del mar?

[0,5 punts]

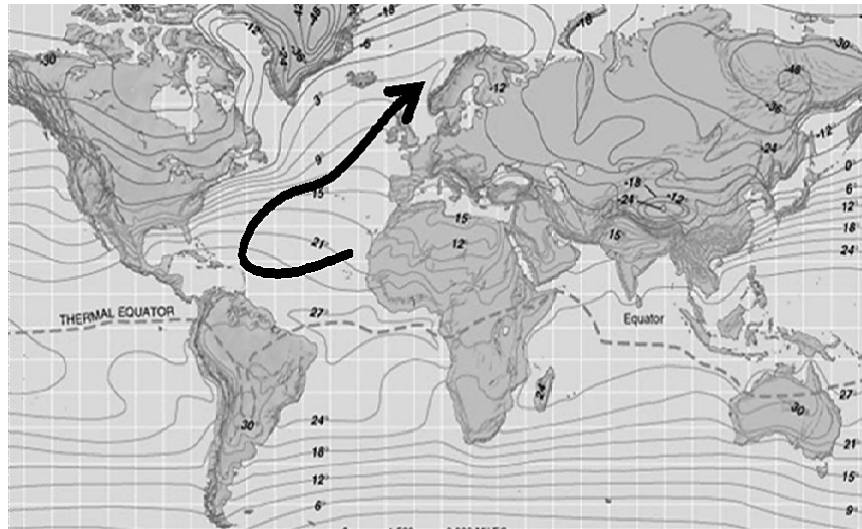
**L'aigua de la pluja dissol les sals de les roques i l'escolament les transporta en petites quantitats fins al mar. El cicle de l'aigua es tanca quan aquesta aigua es torna a evaporar al mar, puja als núvols i torna a caure en forma de precipitació i a rentar les roques una i una altra vegada. L'aigua evaporada al mar és aigua destil·lada, per això la sal es va acumulant al mar durant centenars de milions d'anys.**

c) ¿Com poden influir la salinitat i altres factors en la generació dels grans corrents oceànics (superficials i profunds)?

[0,5 punts]

**La salinitat i la temperatura determinen la densitat de l'aigua. Prop dels tròpics la salinitat és baixa i la temperatura alta, per això la densitat és petita. Aquesta aigua lleugera és arrossegada pels vents (cas del corrent del Golf que va des del Carib fins a Noruega). En arribar prop dels pols, l'aigua ha perdut molta calor i la seva salinitat augmenta (en passar per latituds dels deserts s'evapora molta aigua. A això hi col·labora també el fet que el gel que es forma no conté sal i l'aigua de sota es queda amb tota la sal). Aquesta aigua més freda i salina és més densa i per això s'enfonsa i torna pel fons cap als tròpics, tancant el recorregut.**

d) En el mapa següent hi ha representades les isotermes del mes de gener (indiquen la temperatura mitjana de l'aire). La forma de les isotermes ens mostra la influència del corrent del Golf en el clima de l'Europa occidental. Expliqueu com ens ho mostra i assenyalau sobre el mapa el corrent del Golf.  
[0,5 punts]



La fletxa indica el sentit i direcció del corrent del Golf. No és necessari indicar el primer tram, cap a l'oest, arrossegat pels vents alisis.

El corrent del Golf arrossega l'aigua calenta cap al nord-est, al llarg de l'Atlàntic, i aquesta aigua calenta transmet la seva calor a l'aire, suavitzant les temperatures de latituds elevades. Això fa que les isotermes no siguin gens paral·leles. En canvi, sí que ho són als oceans de l'hemisferi sud.