

# Solucionario

**Interpreta la imagen**

- Globalmente, esta es una imagen en la que pueden apreciarse las interacciones entre geosfera-atmósfera-hidrosfera y biosfera. Se observa una montaña con laderas escarpadas, compuesta de rocas estratificadas, aflorantes en las paredes verticales, y de detritos, a los pies de los farallones de roca y donde hay prados. Las rocas en primer plano forman los lados de un cañón con un pequeño río al fondo.
- Las montañas se forman con el proceso de orogénesis, que se activa cuando dos placas colisionan: este proceso hace levantar capas de sedimento depositados en el fondo del mar, las inclina y las deforma. En este caso, los estratos que se encuentran en primer plano están aparentemente horizontales, pero en la montaña al fondo se observan grandes plegamientos horizontales.

Tras la emersión y la elevación de la montaña, sus rocas se ven sometidas a procesos de meteorización y de erosión:

- En los procesos de meteorización físico-química que fragmentan y alteran la roca, dando como resultado la formación de un suelo donde se observa asentada la vegetación, han intervenido diversos factores, como los procesos de hielo-deshielo, la gravedad, origen de los coluviones o detritos al pie de los farallones o taludes de roca, y los seres vivos, así como procesos de disolución, carbonatación, etc. (obsérvense los cambios en la coloración de las rocas).
  - Los principales procesos de erosión son la excavación de un circo glaciar y de un valle o cañón cuya morfología en forma de U, a pesar de haber sido modificada por el agua líquida, aún es evidente; en las partes altas todavía se observa esta capacidad de excavación del hielo en los neveros y la forma piramidal del pico de la montaña. Las aguas de arroyada del deshielo han corrido por la superficie excavando surcos y transportando detritos hacia las partes más bajas, y finalmente se han canalizado formando un río con meandros que reelabora los materiales depositados en el valle.
- Evidencias:
    1. Las rocas estratificadas son sedimentarias, pero la distancia no permite observar si son marinas; sin embargo, las imágenes de los fósiles encontrados en su cumbre así lo atestiguan.
    2. Las capas no están horizontales, sino inclinadas y deformadas. Los grandes pliegues que se ven al fondo indican la existencia de importantes fuerzas tectónicas, que sabemos que en esta parte del Pirineo han generado cabalgamientos, mantos de corrimiento o escamas tectónicas.
    3. El cañón tiene un perfil transversal en U propio de la antigua acción glaciar, si bien actualmente su morfología está retocada por la acción fluvial.

**Claves para empezar**

- Una placa litosférica es una parte más o menos vasta de litosfera que se mueve horizontalmente (con velocidad de cm/año) respecto a otras partes. La litosfera es la capa más superficial y sólida de la Tierra, que comprende la corteza y la parte más externa del manto superior.

- El relieve se crea con procesos internos (tectónicos, volcánicos) y se modela o destruye mediante procesos externos (alteración física y química, erosión y sedimentación).
- Un pliegue es una deformación permanente de las rocas que denota una reacción plástica de las mismas a esfuerzos continuados de compresión. Una falla es una deformación permanente por ruptura más desplazamiento, que indica un comportamiento rígido-frágil; las fallas están típicamente asociadas a los terremotos.

- 1 **Interpreta la imagen.** Una fosa oceánica es como una larga trinchera en el fondo de un océano, donde se alcanzan las máximas profundidades marinas porque la corteza es arrastrada hacia abajo por el proceso de subducción. Se puede hallar en el borde de un continente o de un archipiélago (arco de islas).
- 2 La placa subducente siempre es oceánica porque es más densa que la placa cabalgante, formada por litosfera continental, mixta u oceánica más reciente.
- 3 Los sedimentos atrapados proceden en su mayoría de los fondos oceánicos y son sedimentos ricos en restos fósiles de antiguos organismos acuáticos, como moluscos, equinodermos, etc.
- 4 **Interpreta la imagen.** Los sedimentos oceánicos se pliegan y escapan al hundimiento (subducción) contribuyendo a formar una cordillera, elevándose sobre el nivel del mar.
- 5 Islandia está aumentando su tamaño debido a las erupciones de lava a lo largo de la dorsal que la atraviesa, ya que es un borde de tipo divergente.
- 6 **USA LAS TIC.** R. L.
- 7 Procesos de hundimiento: sedimentación, enterramiento, subsidencia, subducción (cuencas sedimentarias en el borde de cordilleras). Procesos de levantamiento: orogénesis (cordilleras), cabalgamiento, isostasia en las cordilleras. Un proceso de levantamiento aparente es debido al descenso del nivel del mar que hace exponer a la erosión sedimentos previamente enterrados.
- 8 Hay atajos: por ejemplo, sedimentos sepultados en fase de diagénesis que son levantados y erosionados sin alcanzar el campo del metamorfismo o de la fusión; o rocas volcánicas de la corteza oceánica que son fundidas en las zonas de subducción (sin pasar por la fase de emersión, erosión y sedimentación).
- 9 a) R. G.  
b) Es un anticlinal.
- 10 **Interpreta la imagen.** El aumento de superficie de la litosfera es generado por fuerzas distensivas que producen fallas normales o directas.
- 11 **Interpreta la imagen.** A partir del Terciario inferior, la compresión debida a la orogenia alpina que origina los nuevos relieves montañosos (Pirineos, Béticas) conlleva el desarrollo de áreas deprimidas entre ellos, limitadas por fallas de diversa índole. A medida que avanza el plegamiento y las montañas se elevan, sucede que

las áreas deprimidas o cubetas se hacen más profundas, a la vez que se inicia un periodo de gran erosión (recuerda los mecanismos de compensación isostática) y dichas zonas deprimidas actuaron como cuencas de sedimentación en las que con el tiempo se fueron acumulando grandes cantidades de sedimentos. En concreto, la depresión del Tajo se desarrolla sobre un graben o fosa tectónica a partir de fallas que afectan al Sistema Central creando un relieve de horst y fosas.

- 12 a) Izquierda, falla inversa; derecha, falla normal o directa.  
b) R. G.

- 13 a) D, B, C y A.  
b) Aproximadamente 67 m.  
c) 10 m.  
d) R. G.

14 RESUMEN.

- En los bordes convergentes se producen fosas oceánicas, islas volcánicas, orógenos térmicos y orógenos por colisión. En los bordes divergentes tienen lugar fenómenos de apertura y expansión de la litosfera, como en las dorsales oceánicas. En los bordes pasivos se forman fallas transformantes.
- Los fenómenos intraplaca tienen lugar sobre todo en las placas oceánicas y se deben principalmente a casos de vulcanismo independientes de las corrientes de convección, como el de los puntos calientes, alimentados por penachos de magma muy fluido que nacen en la base del manto (capa D"). Un ejemplo clásico es el del archipiélago de Hawái o el de los rifts continentales como el Rift Valley.
- Las rocas ígneas, que se consideran primarias porque proceden de la consolidación de un magma, son alteradas y erosionadas. El detrito se acumula como sedimento, que es comprimido por su mismo peso y compactado, sufriendo también reacciones químicas (proceso de diagénesis) hasta formarse las rocas sedimentarias. Con el aumento de la presión y de la temperatura, tiene lugar otro conjunto de procesos físico-químicos conocidos como metamorfismo, y que originan las rocas metamórficas. Por último, el aumento de temperatura genera magmatismo (fusión parcial o total de las rocas). El ciclo se cierra cuando los procesos orogénicos e isostáticos hacen levantar estas rocas hasta el exterior para sufrir la erosión.
- Las rocas pueden experimentar tres tipos de deformaciones:
  - Elásticas: deformaciones reversibles en las que, cuando cesa la fuerza, el material recupera su forma inicial.
  - Plásticas: deformaciones irreversibles que experimentan las rocas como consecuencia de estar sometidas a intensas fuerzas de compresión a lo largo de millones de años.
  - Frágiles: deformaciones irreversibles que tienen lugar cuando los materiales son rígidos y los esfuerzos a los que están sometidos superan su capacidad

de deformarse plásticamente, de manera que se fracturan.

- Los tipos básicos de plegamiento son los anticlinales (perfil en A) y los sinclinales (perfil en V o U). Además, existen variedades relacionadas con la posición del plano axial, como el pliegue recto o simétrico, el pliegue inclinado, el pliegue tumbado, etc..
- Podemos encontrar fallas directas, formadas por fuerzas de distensión que alargan las rocas, fallas inversas, formadas por fuerzas de compresión, y fallas de desgarre, generadas por fuerzas de cizalla.
- Los principales elementos de un mapa topográfico son: escala, curvas de nivel, equidistancia, leyenda (símbolos, colores), situación del N, eventual coloreado o sombreado del relieve, etc.

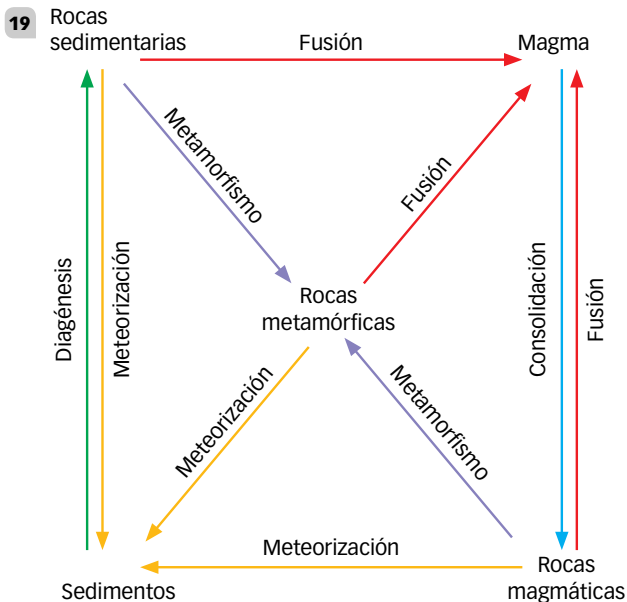
- 15 A. Borde convergente. Subducción bajo un borde continental con formación de una fosa oceánica, de un prisma de sedimentos comprimidos y de volcanes con magmatismo mixto (oceánico y continental). B. Borde convergente. Subducción con fosa y arco de islas volcánicas. C. Vulcanismo de intraplaca con punto caliente y penacho térmico. D. Borde divergente. Dorsal oceánica con magmatismo de astenosfera (manto convectivo) y vulcanismo submarino.

- 16 Los arcos de islas son un tipo particular de islas volcánicas, que se forman en zonas de subducción. El magma procede de la fusión parcial de una parte de corteza continental (placa cabalgante) y una parte de corteza oceánica (placa subduciente). Otras islas volcánicas se encuentran en dominios tectónicos diferentes, como la cumbre de dorsales (bordes divergentes) o en el interior de placas oceánicas (Pacífica).

- 17 Los fenómenos internos, magmáticos y tectónicos, tienen varios efectos externos: modifican la topografía, creando relieves, formando y destruyendo océanos; influyen sobre el clima y la química de atmósfera y la hidrosfera (mediante la orogénesis, las erupciones, etc.); proporcionan recursos (yacimientos minerales y de combustibles fósiles) y generan riesgos (erupciones, terremotos, *tsunamis*) para la sociedad humana.

Por otro lado, los fenómenos externos alimentados por la energía solar (atmosféricos, hidrológicos) y la fuerza de la gravedad tienden a destruir y a modelar, mediante la alteración, la erosión, los desprendimientos y la sedimentación, los relieves construidos por los agentes internos.

- 18 Los procesos que modifican la composición y el aspecto de las rocas son: degradación meteórica (alteración física y química) y disolución en superficie; diagénesis, metamorfismo, fusión parcial o total.



- 20 Elásticas, como las producidas por las ondas P y S en los terremotos; plásticas, como los pliegues anticlinales y sinclinales; frágiles, como las fallas normales o directas, las inversas y las de desgarre.

21 **CONCEPTOS CLAVE.**

- Manto de corrimiento: cabalgamiento muy extenso con desplazamiento de decenas de kilómetros.
  - Equidistancia: es la variación de altura (en metros) entre dos líneas o curvas de nivel en un mapa topográfico.
  - Falla inversa: deformación debida a compresión, que acorta un bloque de roca y hace subir capas más antiguas sobre capas más recientes a lo largo de un plano inclinado.
  - Sinclinal: tipo básico de pliegue, con concavidad hacia arriba y capas más jóvenes en el núcleo.
  - Graben: depresión tectónica limitada a los lados por fallas directas.
  - Subducción: descenso de litosfera oceánica hacia el manto a lo largo de un plano inclinado, donde se generan magmas por fricción y terremotos.
  - Batolito: masa de roca magmática de notable extensión originada por un magma que penetra en la corteza continental y se enfría lentamente sin contacto con la atmósfera (en el subsuelo).
  - Escala: relación entre la dimensión de un objeto en un mapa y en la realidad (por ejemplo, 1:100 000).
  - Diagénesis: conjunto de procesos físicos y químicos que transforman un sedimento en una roca sedimentaria.
  - Charnela: punto en el que cada capa o estrato que forma el pliegue presenta mayor curvatura.
- 22 Un mapa topográfico puede ser útil para diferentes actividades, como usos del suelo, planificación urbana, agrícola e industrial, realización de obras públicas (viabilidad, aeropuertos, etc.), recreación, deporte (carreras de orientación, montaña, senderismo, etc.), turismo o localización de recursos y riesgos.

Principales elementos de un mapa topográfico: escala, curvas de nivel, equidistancia, leyenda (símbolos, colores), situación del norte, eventual coloreado o sombreado del relieve.

- 23 A. Pliegue tumbado; B. Isla volcánica, formada por una masa o cuerpo rocoso que constituye la parte emergida de volcán submarino; C. Cordillera originada en un proceso de orogénesis. D. Una falla en superficie.
- 24 Aunque la figura representa un tipo de pliegues casi imposibles de encontrarlos en la realidad, se corresponden con dos posibles sinclinales, ya que en sus núcleos se encuentran los materiales más recientes.

**Formas de pensar. Análisis científico**

- 25 **COMPRESIÓN LECTORA.** Porque no se comprendía el origen de una forma de isla como esta, y porque no está hecha de rocas, sino de restos de organismos.
- 26 **EXPRESIÓN ESCRITA.** R. M. La formación de un atolón está estrechamente ligada con el ciclo de vida de una isla volcánica fundada sobre un punto caliente. Cuando la isla emerge del mar, corales coloniales la rodean como un cinturón fabricando un arrecife. Al acabar la actividad volcánica, el aparato volcánico se hunde lentamente por subsidencia. Los corales compensan el hundimiento con un crecimiento vertical y se mantienen cerca del nivel del mar. Paso a paso, la isla volcánica es sumergida y desaparece.
- 27 R. G.
- 28 **EXPRESIÓN ESCRITA.** Al alejarse del punto caliente, por el movimiento de la placa tectónica, la base del volcán se hunde (subsidencia) por un aumento de densidad de la corteza, como consecuencia del enfriamiento, que, además, experimenta una disminución de volumen.
- 29 **EDUCACIÓN CÍVICA.** R. M.

**Saber hacer**

- 30 Sí, se pueden confundir si no los observamos atentamente.
- 31 Utilizamos un criterio de cronología relativa, como el principio de superposición de los acontecimientos. Según este principio, una estructura o forma que corta, entierra o borra otra se considera más reciente.
- 32 Partimos de suponer que la estructura A es la más antigua, justificándolo en que aún no ha recibido impactos; sin embargo, la estructura B sí que presenta cráteres. En tercer lugar se produjo un gran impacto que generó la estructura C, y sus consecuencias se observan en las dos anteriores. Por último, se produjo una falla; sabemos que es el evento más reciente porque sus consecuencias han modificado las tres estructuras anteriores.

