

–AGENTES GEOLÓGICOS EXTERNOS (1)–

1–¿QUÉ ES EL RELIEVE?

El conjunto de los accidentes geográficos que podemos contemplar sobre la superficie terrestre, como las montañas, las laderas, los valles, las llanuras y las mesetas, constituyen el **relieve**, que, junto con la vegetación, forma el **paisaje**.

Aparentemente, estos accidentes no experimentan cambios a lo largo del tiempo, es decir, siempre han tenido y siempre tendrán el mismo aspecto. Pero ¿realmente permanecen inmutables con el paso del tiempo?

Como puedes ver, el paisaje experimenta cambios que van modificando el relieve de la superficie terrestre. Estos cambios, sin embargo, se producen con tanta lentitud que pasan casi inadvertidos ante nuestros ojos. Los elementos causantes del modelado del relieve se denominan **agentes geológicos**.

2–¿CÓMO SE MODELA EL RELIEVE?

Como sabes, la energía calorífica procedente del Sol:

- Es responsable del incremento de la temperatura del aire en las zonas bajas de la atmósfera que origina los **vientos**.
- Evapora el agua de la hidrosfera, formando nubes que producen precipitaciones sobre la superficie terrestre y dan lugar a las **aguas salvajes**, los **torrentes**, los **ríos** y los **glaciales**.

Junto con los vientos, los movimientos de rotación de la Tierra y la fuerza de atracción de la Luna causan los movimientos del agua del mar (olas, mareas y corrientes).

El viento y el agua, en todas sus formas, **erosionan** la morfología del paisaje mediante tres procesos geológicos:

- Alteran, desgastan y rompen las rocas proporcionándoles formas características.
- Transportan los materiales fragmentados de un lugar a otro.
- Cuando cesa su acción, depositan los materiales en zonas mas bajas (cuencas sedimentarias), a veces muy alejadas de su punto de origen.

Por otro lado, la meteorización, producida por la atmósfera, transforma y fracciona las rocas sin que exista transporte. Se distinguen dos tipos de meteorización:

- **Meteorización física:** rompe la roca en fragmentos más pequeños sin alterar los minerales que la forman.
- **Meteorización química:** disgrega las rocas provocando cambios en los minerales que la constituyen.

Todos estos factores (agua, viento, atmósfera), junto con la acción de los seres vivos, constituyen los **agentes geológicos externos**. Como consecuencia de su acción, el relieve de la corteza terrestre se destruye y desgasta muy lentamente, y el paisaje se modifica.

3– LA ACCIÓN DE LA ATMÓSFERA. METEORIZACIÓN

La **meteorización** es el conjunto de modificaciones que experimentan las rocas por el efecto de los gases que contiene el aire atmosférico y de las variaciones de temperatura. A diferencia de la erosión, la meteorización

se produce sin transporte de material y puede ser **física o química**.

3.1– Meteorización Física.

Las rocas se fragmentan debido a las variaciones de temperatura de dos mareas:

- En climas fríos, el agua que penetra en las grietas de las rocas se hiela y aumenta de volumen, sometiendo a las rocas a una fuerte presión interna que ejerce un efecto de cuña sobre las grietas. Al aumentar la temperatura, el hielo se transforma en líquido, que vuelve a helarse al descender la temperatura. La repetición de este proceso, denominado efecto helada–deshielo, va ensanchando la grieta y terminar por fragmentar la roca.
- En climas desérticos o de alta montaña se producen grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche: durante el día, las rocas se calientan y se dilatan, aumentando de volumen; por la noche, se contraen, debido al descenso de la temperatura, y disminuyen de volumen. La repetición de este fenómeno agrieta y rompe las rocas.

3.2– Meteorización Química.

El oxígeno, el dióxido de carbono y el vapor de agua presentes en el aire y en el agua alternan las rocas al producir en ellas cambios químicos, que se manifiestan, por ejemplo, en las variaciones del color (de gris a rojizo) y en los cambios de otras propiedades (una roca insoluble puede hacerse soluble).

Entre los procesos más importantes a los que puede dar lugar la meteorización química destacan los siguientes:

- **Oxidación:** El oxígeno reacciona con algunos minerales, como los que contienen hierro, y altera el color de las rocas, proporcionándoles un tono rojizo.
- **Disolución:** Actúa fundamentalmente sobre las rocas evaporitas. El agua disuelve la sal o el yeso que contienen y deja en la superficie de la roca unas acanaladuras características (lapiaz).
- **Carbonatación:** El agua procedente de las precipitaciones puede llevar dióxido de carbono disuelto, que actúa sobre algunas rocas, especialmente las calizas, disolviéndolas. Las simas, las cuevas, las estalactitas y las estalagmitas se originan mediante este proceso.

PAISAJE KÁRSTICO.

El **paisaje kárstico** se desarrolla sobre rocas solubles, como los yesos y, sobre todo, las calizas.

El proceso de carbonatación en las calizas hace que se disuelvan y se abran grietas, galerías y cuevas en el terreno, que son luego ensanchadas por la acción de las aguas subterráneas. Si cambian las condiciones de presión o de temperatura, la caliza disuelta puede volver a precipitar, y así es como se forman las estalactitas y las estalagmitas. Ambas estructuras pueden llegar a unirse con el paso del tiempo y formas **columnas**.

En España, los paisajes típicos del relieve Kárstico se localizan principalmente en las costas del Mediterráneo (cuevas del Drac y de Artá, en las Baleares), la cordillera Cantábrica (cuevas de Altamira, de interés prehistórico), la serranía de Cuenca (Ciudad Encantada, la Torca del Lobo), Andalucía (cuevas de Nerja y Torcal de Antequera, en Málaga y Gruta de las Maravillas, en Huelva), Ávila (cuevas del Águila), los Pirineos, el País Vasco, etc.

4– EL SUELO.

Los procesos de meteorización física y química y la acción de los seres vivos contribuyen a la formación de

un elemento muy importante para el desarrollo de la vida: el suelo.

El suelo es el asiento de la vida terrestre, pues proporciona soporte material y alimento a los seres vivos. De este modo, la naturaleza del suelo y del clima condiciona el desarrollo de un determinado tipo de vegetación, y esta, a su vez, la existencia de determinadas especies animales. Al mismo tiempo, el suelo también es, desde el inicio de su formación, el resultado de la actividad de los seres vivos que lo habitan.

4.1– La Formación del Suelo.

Los procesos que intervienen son: la disgregación de la roca madre, la colonización de los seres vivos, los restos de animales y vegetales sirven de alimento los cuales constituyen una capa de materia orgánica que recibe el nombre de **mantillo** o **humus**.

El **suelo** es el resultado de la disgregación de la roca madre, mediante la meteorización física y química, y de la actividad de los seres vivos desde que se empieza a formar.

Se distinguen diversos tipos de suelos según la clase de roca sobre la que se desarrollen, el clima en el que se hayan formado, el relieve, la cubierta vegetal y la presencia de animales.

4.2– El Perfil del Suelo.

Como puedes ver en la ilustración, los suelos bien desarrollados presentan una serie de capas horizontales que se llaman **horizontes** o **niveles**.

El conjunto de los horizontes se denominan **perfil del suelo**, y su estudio permite clasificar los distintos tipos de suelo.

–Horizonte A–

Constituye el estrato superior, sobre el que se asienta la vegetación. Es muy rico en humus, lo que le proporciona una tonalidad oscura. Su espesor es variable, desde algunos milímetros a varios decímetros.

–Horizonte B–

Presenta un color más claro que el anterior, por ser pobre en humus, aunque contiene sustancias minerales en abundancia, procedentes de la descomposición de las sustancias orgánicas arrastradas por el agua desde el horizonte A. Puede llegar a alcanzar un metro de espesor.

–Horizonte C–

Está formado por fragmentos de la roca madre, mezclados con arenas o arcillas. Su espesor es variable, desde pocos metros hasta más de treinta.

El espesor de los horizontes varía según la antigüedad, el clima, la vegetación y el tipo de roca madre, y puede oscilar desde algunos centímetros hasta varios metros (en climas cálidos y húmedos).

La **profundidad** de un suelo es su espesor medido desde la superficie hasta la roca madre sin alterar.

En general, los **suelos profundos** suelen ser suelos maduros en los que todos los horizontes aparecen bien desarrollados. En los suelos **poco profundos**, sin embargo, los horizontes han evolucionado poco e, incluso, puede faltar alguno.

Los **suelos brutos**, por último, están poco desarrollados y no presentan horizontes.

4.3- Componentes y Propiedades del Suelo.

Como hemos visto, los suelos están constituidos por cuatro elementos fundamentales:

- **Materia orgánica**, procedentes de los restos y excrementos de los seres vivos.
- **Materia mineral**, compuesta por granos de cuarzo, arcilla, carbonatos, etc., que provienen de la descomposición de la materia orgánica y de la alteración de la roca madre.
- **Aire**, muy importante para el desarrollo de los seres vivos: más del 20% del volumen total del suelo debe estar ocupado por aire.
- **Agua**, que junto con el aire, rellena los huecos que quedan entre las partículas minerales y las orgánicas. El agua constituye, aproximadamente, la cuarta parte del suelo y lleva en disolución distintos tipos de sustancias esenciales para la vida de las plantas, que estas absorben a través de las raíces.

Estos cuatro componentes aparecen mezclados y confieren al suelo unas **propiedades características**:

– **Textura**: es una característica que depende del tamaño de las partículas que componen el suelo. Los tipos de textura de un suelo se basan en la diferente proporción de arena, limo y arcilla que contengan. Así, según el material rocoso que predomine, se puede hablar de suelos **arenosos**, **limosos** o **arcillosos**.

La textura del suelo influye en su capacidad de retener agua y nutrientes. En los suelos arenosos, el agua se filtra con rapidez y arrastra consigo los nutrientes; los suelos limosos y arcillosos, por el contrario, son capaces de retener gran cantidad de agua.

– **Porosidad**: es la relación entre el volumen ocupado por gases y líquidos y el volumen total del suelo. Depende de los huecos o poros que existen entre las partículas de un suelo. La abundancia y el tamaño de los poros determinan la facilidad con que el agua y el aire circulan por el interior del suelo, es decir, su permeabilidad y aireación, así como el crecimiento de las raíces.

Los suelos arcillosos son poco porosos, por lo que no dejan escapar el agua y la retienen, pero al ser muy compactos dificultan la aireación y el desarrollo de las raíces de las plantas. En los suelos arenosos ocurre lo contrario, ya que, al ser muy porosos, el agua circula y no queda retirada.

– **Fertilidad**: es la capacidad que tiene un suelo, por su porosidad, composición, aireación y cantidad de agua y humus, para que se desarrolle sobre él la vegetación o algún tipo de cultivo.

4.4- EL SUELO SUSTENTA LA VIDA.

Se puede afirmar que el suelo constituye el elemento que conecta los materiales terrestres con los seres vivos, ya que es la capa de la superficie terrestre que sostiene y proporciona nutrientes a la vegetación y, con ello, también a la vida animal.

La importancia de la cubierta vegetal es enorme, puesto que:

- **Es la base de la alimentación.**
- **Interviene en el ciclo del agua y, por tanto, en el clima.**
- **Evita la erosión.**
- **Frena el avance del efecto invernadero.**
- **Enriquece la atmósfera de oxígeno.**

4.5- EL SUELO ESTÁ DESAPARECIENDO.

¿Sabías que en Europa se pierden cerca de 100 millones de toneladas de suelo al año, mientras que en Asia esta cifra ronda los 25.000 millones de toneladas? Si tenemos en cuenta que un centímetro de suelo puede tardar en formarse entre 100 y 1.000 años, su desaparición se convierte en un problema muy grave, puesto que actualmente no existe ningún sistema para poder recuperarlo.

La **pérdida de suelo** se debe a dos factores fundamentales:

- **Causas naturales**, como las **fuertes lluvias** de las zonas tropicales, los **incendios**, las **inundaciones** o las **tormentas de viento** de las zonas semiáridas, que arrancan la capa superficial del suelo, sobre todo cuando la vegetación es muy pobre.
- La **actividad humana**, que elimina la cubierta vegetal que protege el suelo y lo deja expuesto a la erosión, de manera que puede ser arrastrado por la lluvia y el viento.

La pérdida de la cubierta vegetal y de grandes masas forestales está provocando en muchas zonas del planeta (entre ellas nuestro país) un aumento de la **desertización (proceso de degradación del suelo que implica la pérdida de fertilidad y de capacidad agrícola)**, que puede acarrear graves consecuencias en un futuro no muy lejano, ya que los bosques y la vegetación, en general, regulan el ciclo del agua y protegen los suelos.

5- EL VIENTO.

El **viento** es el aire que se mueve en sentido horizontal y vertical debido a la energía solar. En un agente geológico externo que participa muy activamente en el modelado del relieve.

5.1- La Acción del Viento.

Para que el viento ejerza una acción geológica apreciable, con erosión, transporte y sedimentación de materiales, deben darse las siguientes condiciones:

- La existencia de vientos frecuentes y de cierta intensidad.
- La presencia de arena y polvo en el suelo.
- La existencia de suelos secos y sin vegetación.
- Escasa humedad ambiental.

♦ Erosión Eólica.

La acción erosiva del viento se puede producir de dos maneras: levantando las partículas sueltas que hay en el suelo (**deflación**) y utilizando los materiales que transporta como pequeños proyectiles que desgastan la superficie de las rocas (**corrosión**).

• Transporte y Sedimentación Eólicos.

La distancia a la que las partículas son arrastradas depende tanto de su peso como de la intensidad del viento, el cual realiza un **transporte selectivo**.

A medida que pierde intensidad, los materiales se van depositando según su tamaño (primero las partículas más pesadas y luego las más ligeras).

- Las partículas de arena, por ser más pesadas, se depositan más cerca de donde se han originado y dan a los arenales y a los desiertos de arena.
- Las partículas más finas (limos y arcillas) pueden ser arrastradas cientos de kilómetros y su sedimento

constituye el **loess**. Se localizan normalmente en la periferia de los desiertos y forman suelos fértiles y profundos.

Una formación típica de los arenales y de los desiertos de arena son las **dunas**. Cuando la arena transportada por el viento choca contra un obstáculo y se deposita encima hasta cubrirlo, se forma una duna. Las dunas presentan siempre una pendiente suave en la zona desde donde sopla el viento (**barlovento**) y una pendiente opuesta mayor en la zona protegida del viento (**sotavento**).

Las dunas avanzan siguiendo la dirección del viento y, en ocasiones, amenazan zonas de cultivo o vías de comunicación, por lo que es preciso inmovilizarlas mediante empalizadas o sembrando en ellas plantas que retengan la arena con sus raíces. En España existen dunas en las costas de Valencia, Huelva, Almería, Fuerteventura y Gran Canaria.

5.2- La Energía Eólica.

La utilización de la energía del viento o energía eólica por parte de los seres humanos es muy variada y remota en el tiempo. Así, hace 4.000 años, los chinos ya se servían de ella para navegar a vela; 2.000 años más tarde, los persas inventaron los molinos de viento para triturar el grano y elaborar harina. Además, se ha aplicado a trineos y carros movidos mediante velas e incluso se ha empleado para el vuelo sin motor de los planeadores. También se usa la energía mecánica del viento para bombear y extraer agua del subsuelo y, en la actualidad, para producir energía eléctrica en las centrales eólicas.

Las ventajas de este tipo de energía pueden resumirse en las siguientes:

- Es una energía limpia y renovable, que no produce contaminación.
- Al igual que la energía solar o la hidroeléctrica, la energía eólica no contribuye al aumento del efecto invernadero.
- Es gratuita y solo requiere una inversión inicial en infraestructura y mantenimiento.

Sin embargo, la obtención de electricidad a partir del viento no está exenta de inconvenientes:

- Debido a la irregularidad del viento y a su intermitencia, antes de instalar una central eólica en una zona, hay que hacer un estudio de los datos meteorológicos, a fin de garantizar un buen rendimiento.
- Las hélices de este tipo de instalaciones representan un peligro para las aves.
- Los aerogeneradores producen interferencias en las ondas de radio y televisión.
- Los aerogeneradores alteran la estética del paisaje y su instalación requiere realizar pistas de acceso.

España es uno de los países de Europa donde la obtención de energía eléctrica a partir de la eólica está más extendida. Existen parques eólicos en Andalucía, Aragón, Canarias, Galicia y Navarra. En esta última comunidad se prevé que el 50% de la energía eléctrica consumida en el año 2010 se obtendrá a partir del viento.

-AGENTES GEOLÓGICOS EXTERNOS (II)-

1- LA HIDROSFERA.

La tierra ha recibido el nombre de planeta azul debido al color que le da la capa discontinua de agua o **hidrosfera**.

El agua de la hidrosfera no está repartida de modo uniforme por la superficie del planeta: alrededor de un 97% del total en mares y océanos, un 2% en casquetes polares, un 1% en aguas continentales como: las aguas salvajes, los torrentes, los ríos, las aguas subterráneas y los glaciales.

2- LAS AGUAS SALVAJES.

Las aguas salvajes, también llamadas de arroyada, proceden de la lluvia o del deshielo y corren libremente sobre el terreno sin un curso fijo hasta incorporarse a un torrente o un río. A lo largo de su recorrido erosionan y transportan materiales.

En terrenos sueltos o poco consolidados, el agua arrastra los materiales por la pendiente y forman grandes surcos que se denominan **cárcavas**.

Cuando en el terreno existen grandes rocas que protegen de la erosión al suelo que hay debajo de ellas, el agua arrastra los materiales que no están protegidos por las rocas y, con el tiempo, se originan las **pirámides de tierra o chimeneas de hadas**.

En las laderas en las que la pendiente es grande, una lluvia intensa puede empapar el terreno y hacer que este se deslice, provocando una **avalancha o deslizamiento**. Estos deslizamientos constituyen un peligro para las obras públicas (carreteras, presas, etc.) y pueden causar catástrofes cuando afectan a poblaciones humanas.

La vegetación, y en especial los bosques, evita la erosión y los deslizamientos del terreno; por eso es importante la repoblación forestal de las laderas. También para evitar la erosión y favorecer la absorción del agua por parte del subsuelo, se construyen **bancales o terrazas de cultivo**. En España se utilizan para el cultivo del olivo o de árboles frutales.

En rocas solubles, como las calizas o los yesos, el agua forma surcos separados por agudas crestas que hacen que el terreno sea prácticamente intransitable. Estas formaciones se llaman **lenar o lapiaz**.

3- LOS TORRENTES.

Los torrentes son cursos de agua con cauce fijo y caudal estacional, pues solo llevan agua después de grandes lluvias o en época de deshielo. Hay dos tipos de torrentes: de montaña y de regiones áridas.

3.1- Torrentes de Montaña.

El agua que discurre por los torrentes de montaña procede tanto de las lluvias como del deshielo. En este tipo de torrentes se distinguen tres zonas:

- **Cuenca de recepción:** es la parte superior del torrente, tiene forma de abanico con fuertes pendientes y es el lugar en el que se reúnen las aguas salvajes. Aquí es donde el torrente realiza su mayor acción erosiva.
- **Canal de desagüe:** es el cauce por el que circula el agua transportando los materiales erosionados en la cuenca de recepción; estos materiales erosionan a su vez, el fondo del cauce.
- **Cono de deyección:** es la desembocadura del torrente. Cuando llega al valle, la pendiente disminuye, y el agua pierde velocidad y deposita los materiales transportados por el canal de desagüe, que pueden llegar a formar los llamados **depósitos de piedemonte**.

3.2- Torrentes de Regiones Áridas.

Solo llevan agua, procedentes de las lluvias, de forma intermitente: una o varias veces al año. Presentan una pendiente escasa, y su cauce es ancho y plano. Son característicos del levante y sudeste peninsular y reciben el nombre de **ramblas**.

En épocas de lluvias intensas se forman grandes avenidas de agua que arrastran muchos materiales, ensanchan

el cauce y provocan inundaciones. Se puede reducir la acción erosiva de los torrentes mediante repoblaciones forestales y evitar inundaciones construyendo presas de regulación.

Las piedras transportadas por los torrentes se diferencian de las de los ríos en que no tienen una superficie pulida y presentan fuertes ángulos, debido a que han estado poco tiempo expuestas a la erosión.

4- LOS RÍOS.

Los ríos son cauces de agua de caudal permanentes, que, no obstante, puede variar dependiendo de las estaciones. En un río se distinguen tres tramos o cursos.

4.1- Curso Alto.

El curso alto es un tramo de pendiente fuerte, donde la velocidad del agua es grande, y en el que predominan la acción erosiva y el transporte de materiales, que tienden a profundizar el valle, de forma que el valle fluvial o **valle en forma de Y** solo presenta cauce y laderas.

Una de las formas en las que el río excava el cauce es mediante la formación de **ollas**. Estas se producen al girar los cantos sobre el fondo del cauce, lo que hace que el río se encaje en el terreno formando **tajos, gargantas, desfiladeros, cañones y hoces**, que pueden llegar a ser muy profundas y de paredes casi verticales.

Cuando el río discurre en su tramo alto formando curvas, estas reciben el nombre de **meandros encajados**.

En el curso alto también suelen haber saltos de agua (cascadas y cataratas) y rápidos.

4.2- Curso Medio.

En el curso medio de un río tiene lugar fundamentalmente el transporte de materiales, ya que la pendiente se suaviza y el agua pierde velocidad. Así, tiene que sostener los obstáculos formando curvas o **meandros** que ensanchan el valle, aumentando la distancia entre las dos laderas.

La evolución de un meandro: se observa el ensanchamiento del valle fluvial y la formación de un meandro abandonado.

Cuando el valle se ensancha, adopta la forma de **artesa** de fondo ancho y plano, por lo general con laderas poco inclinadas.

En este tramo son características las **terrazas fluviales**, que se originan al ir encajándose el río en su propio relleno aluvial. Se trata de pequeñas llanuras escalonadas a distintos niveles, situadas a ambos lados del río, en los cursos medio y bajo.

Las terrazas se produjeron en épocas en las que predominó la sedimentación, mientras que el desnivel que existe entre ellas corresponde a épocas de intensa erosión fluvial.

4.3- Curso Bajo.

En su curso bajo, al ser mínima la pendiente, los ríos pierden acción erosiva y de transporte y predomina la sedimentación de los materiales más pesados (cantos rodados); las arenas, las arcillas y los limos, por su parte, son transportados.

El escaso desnivel y la amplitud del cauce hacen que muchos ríos sean navegables en este tramo, como sucede

con el Guadalquivir.

Cuando un río llega a la costa, se produce un gran depósito de aluviones, fundamentalmente arenas y limos. Dependiendo de las características de la costa, se distinguen dos tipos de **desembocadura**:

- En las costas abiertas, las fuertes corrientes y mareas inundan la desembocadura y arrastran mar adentro los materiales transportados por el río. Estas desembocaduras, denominadas **estuarios**, son limpias y profundas.
- En las costas poco profundas y de mareas suave, los materiales se acumulan en la desembocadura y tienden a cerrarla formando un **delta**. El río se abre camino entre los depósitos y se divide en brazos.