

UNIDAD 2.- LA ATMÓSFERA

Composición y estructura

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra. Su límite exterior es muy impreciso, y puede alcanzar, según diferentes autores, entre 2.000 Km y más de 10.000 Km de la superficie.

Está formada por una mezcla de gases (aire) y un conjunto de partículas en suspensión denominadas aerosoles (polvo, hollín, cenizas, arena, sal, etc.).

Atmósfera = aire + aerosoles.

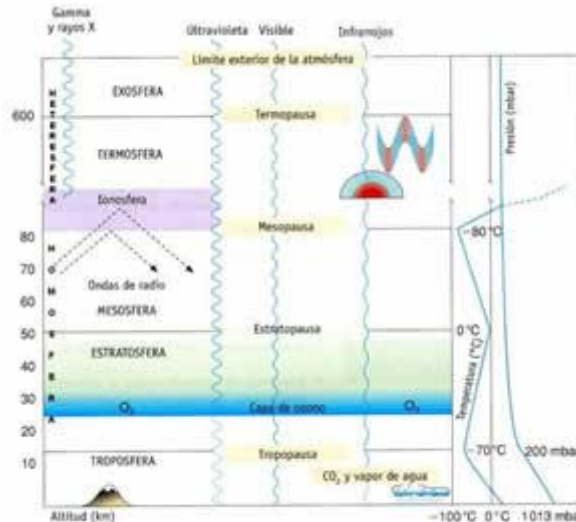
En función de la proporción de gases presentes, se pueden distinguir dos zonas: homosfera y heterosfera:

- **Homosfera:** Desde la superficie hasta aproximadamente los 100 Km tiene una composición química fija, formada por una mezcla más o menos homogénea de gases. La composición del aire puro (sin aerosoles) y seco (sin vapor de agua) es:

Nitrógeno	78,08 %
Oxígeno	20,94 %
Argón	0,93 %
Dióxido de Carbono	0,035 %
Otros: Hidrógeno, Helio, Criptón, Hidrógeno, Xenón, Ozono, etc.	0,003 %

- **Heterosfera:** desde los 100 Km hasta el límite exterior. Los gases están colocados por capas según su densidad, los más pesados abajo y los más ligeros en las capas altas:

Nitrógeno molecular	entre 100 y 200 Km
Oxígeno atómico	entre 200 y 1000 Km
Helio	entre 200 y 1000 Km
Hidrógeno atómico	a partir de 3.500 Km



Pulsa sobre la imagen para ampliarla

Además de diferenciar las zonas mencionadas (homosfera y heterosfera) en la atmósfera se distinguen las siguientes capas:

- **Troposfera:** capa inferior desde la superficie terrestre hasta aproximadamente unos 12 Km de altura. Su espesor es variable en función de la latitud, siendo máxima en el ecuador (16 Km) y disminuyendo hacia los polos (8 Km).

Muy importante para los seres vivos y los ecosistemas porque en ella se producen los fenómenos meteorológicos y el intercambio de gases.

La temperatura y la presión disminuyen con la altura.

La superficie de separación con la capa superior es la **tropopausa**, que es una zona donde la temperatura deja de disminuir con la altura y su límite es muy variable, dependiendo de latitud, la época del año, y otros factores.

- **Estratosfera:** desde la tropopausa hasta los 50 Km de altitud.

En esta capa se forma el Ozono, concentrándose sobre todo a unos 25 Km de altura, la zona de acumulación se llama **ozonofera** o **capa de Ozono** y se sitúa entre los 15 y 35 Km.

La temperatura en esta capa aumenta con la altitud debido a la absorción de los rayos ultravioletas del Sol por parte de las moléculas de Ozono.

La circulación del aire es horizontal y no en sentido vertical (esto tiene una importante influencia en el problema ambiental del agujero en la capa de Ozono).

La separación con la siguiente capa se denomina **estratopausa**.

- **Mesosfera:** desde la estratopausa hasta unos 80 Km de altitud.

La temperatura vuelve a descender, al reducirse el efecto de absorción de radiaciones al descender la cantidad de Ozono) llegando a -90 °C.

La separación con la capa superior se llama mesopausa.

- **Termosfera:** desde la mesopausa hasta 500 Km.

Sus componentes están separados por densidad, situándose abajo el Nitrógeno hasta unos 200 Km y por encima de está se concentra Oxígeno que debido a los rayos X, gamma y ultravioletas están ionizados formando la ionosfera.

Aquí se produce la absorción de rayos X y gamma, por lo que la temperatura aumenta considerablemente, llegando a los 1000 °C.

En esta capa se producen las auroras boreales (hemisferio Norte) y australes (hemisferio Sur) por la interacción de partículas solares con los átomos ionizados. Además es la zona de reflexión de las ondas de radio y televisión.

La separación con la exosfera se denomina termopausa.

- **Exosfera:** Desde los 500 Km hasta el límite exterior. La densidad es muy baja y está formada por átomos de Oxígeno, Hidrógeno y Helio.

Para saber más

Composición y estructura de la Atmósfera

Capítulo dedicado a la atmósfera del libro electrónico "Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente" en el que puede encontrarse amplia información sobre este tema.

Información diversa sobre la atmósfera terrestre, interesante ver además de la estructura y composición, el apartado de evolución y desarrollo desde la formación de la Tierra hasta la actualidad.

Autoevaluación

Indica en que zona se encuentran las siguientes capas de la atmósfera:

Troposfera: Mesosfera:
 Exosfera: Estratosfera:
 Termosfera:

Completa las siguientes frases:

La ozonosfera se encuentra en la , principalmente a unos de altitud.

En la termosfera se absorben los rayos gamma y X, denominándose a la zona de absorción , y se producen efectos luminosos llamados .

La temperatura de la atmósfera desciende al aumentar la altura respecto a la superficie, pero aumenta en la

[] por la absorción de rayos ultravioletas y en la
[] por la de rayos gamma y X.

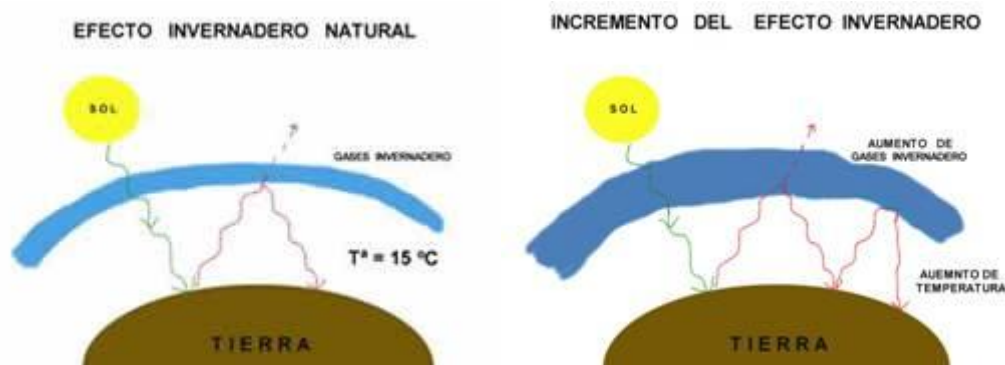
Funciones de la Atmósfera

La atmósfera es una capa muy importante para la Tierra y para los seres vivos, destacando entre sus funciones:

- Acción reguladora del clima terrestre

La atmósfera tiene un papel muy importante, necesario e imprescindible para la vida y la regulación de la temperatura terrestre, debido a la presencia de gases como el dióxido de carbono, metano, vapor de agua, y derivados del nitrógeno, que permiten la entrada de las radiaciones solares (radiaciones de onda corta), pero no dejan salir la radiación reflejada o emitida por la superficie terrestre (radiaciones de onda larga), devolviéndolas a la Tierra. Estas radiaciones entrante y reflejada calientan el planeta y mantienen la temperatura media alrededor de unos 15 °C, evitan el sobrecalentamiento durante el día y la dispersión y rápido enfriamiento por la noche, permitiendo la vida en el planeta. Este proceso se conoce como efecto invernadero natural.

La cantidad de calor que no se deja escapar depende de la concentración de estos gases invernadero y depende de muchas interacciones entre los subsistemas terrestres como los ciclos biogeoquímicos, el ciclo del agua, los volcanes, y actividades humanas: deforestación, incendios, consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), etc. El aumento de estos gases provoca el incremento del efecto invernadero que constituye un grave problema ambiental al romper el equilibrio del sistema regulador del clima terrestre y cuya principal consecuencia es el cambio climático.

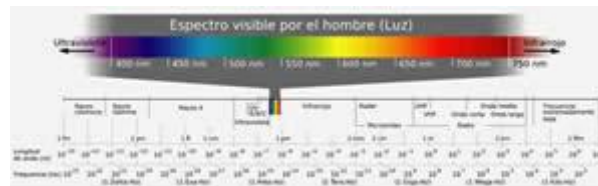


La presencia o ausencia de diversos elementos en la atmósfera (polvo, cenizas, nubes, nieve o hielo) influyen en el efecto albedo (radiaciones reflejadas hacia el espacio exterior) y por lo tanto en la temperatura del planeta.

Además, la atmósfera (junto con las corrientes oceánicas) se encarga de redistribuir la energía solar que incide en diferente proporción entre los polos y el ecuador, mediante los fenómenos meteorológicos.

- Filtro protector frente a radiaciones

Las radiaciones solares en función de su longitud de onda se pueden dividir en radiaciones de onda corta (rayos gamma, rayos X y algunos ultravioletas), de onda media (radiación visible, parte de los ultravioletas y algunos infrarrojos) y de onda larga (ondas de radio, radar, microondas).



Pulsa sobre la imagen para ampliarla

Dependiendo del tipo sus efectos son muy distintos, las radiaciones de onda corta (gamma, X y ultravioletas de baja longitud de onda) tienen mucha energía y poder de penetración, si llegasen a la superficie terrestre producirían la ionización de los átomos y destruirían las estructuras moleculares de los seres vivos. Esto no ocurre por la acción protectora de las capas altas de la atmósfera que realizan los distintos componentes de la ionosfera (termosfera).

Los rayos ultravioletas si llegasen a la superficie terrestre en dosis altas tendrían efectos nocivos o incluso letales para los seres vivos (alteración de tejidos, mutaciones, cáncer de piel, alteraciones oculares, etc.), pero en gran parte son absorbidos por la ozonósfera de la estratosfera a unos 25 Km de la superficie.

Los rayos ultravioletas en dosis bajas y exposición limitada son necesarios y beneficiosos, producen mutaciones necesarias para aumentar la variabilidad de los organismos, la selección natural y la evolución de las especies. Además, actúan sobre determinados procesos como la formación de vitamina D a partir de precursores en la piel.

La mayor parte de las radiaciones que llegan a la superficie son de onda larga, el espectro visible que interviene en la fotosíntesis y la dinámica atmosférica y el ciclo del agua y los infrarrojos responsables del calentamiento del planeta.

- Protección frente a meteoritos

La atmósfera realiza un papel importante de protección frente a la entrada de meteoritos, evitando la colisión con la superficie terrestre o disminuyendo la velocidad y fuerza del impacto. Al aumentar la densidad de gases, y por lo tanto el rozamiento, la mayoría de meteoritos son destruidos o reducen sus dimensiones por la combustión de su materia. Desde la superficie observamos este proceso y lo conocemos como estrellas fugaces.



- Fenómenos meteorológicos

En la atmósfera se producen los fenómenos meteorológicos como el viento, las precipitaciones, etc. De vital importancia para los procesos geológicos, el ciclo del agua, la regulación de la temperatura y la dinámica y actividad de los seres vivos.



- Actividad de los seres vivos

La atmósfera y sus componentes son esenciales para la actividad de los seres vivos, procesos tan importantes como la fotosíntesis y la respiración se realizan por la disponibilidad de Oxígeno, Dióxido de Carbono y otros gases atmosféricos.

Para saber más

Información sobre las radiaciones solares y la estructura de la atmósfera con gráficos y diagramas.

Efecto Invernadero

Información básica sobre el balance radiativo terrestre, el efecto invernadero, gases causantes del incremento, protocolo de Kyoto, etc.

Completa información sobre contaminación atmosférica, efecto invernadero, cambio climático y otros temas relacionados.

Película: "Una verdad incómoda: una advertencia mundial." Paramount.

Película ampliamente galardonada, presentada por el político Al Gore. Muestra de forma clara y didáctica la problemática sobre el efecto invernadero y el cambio climático.

Amplia información sobre meteoritos, aerolitos y estrellas fugaces, concepto, tipos, recuperación, etc.

Autoevaluación

Indica la/las respuestas correctas sobre que tipo de radiaciones solares son perjudiciales para los seres vivos y deben ser filtradas por la atmósfera:

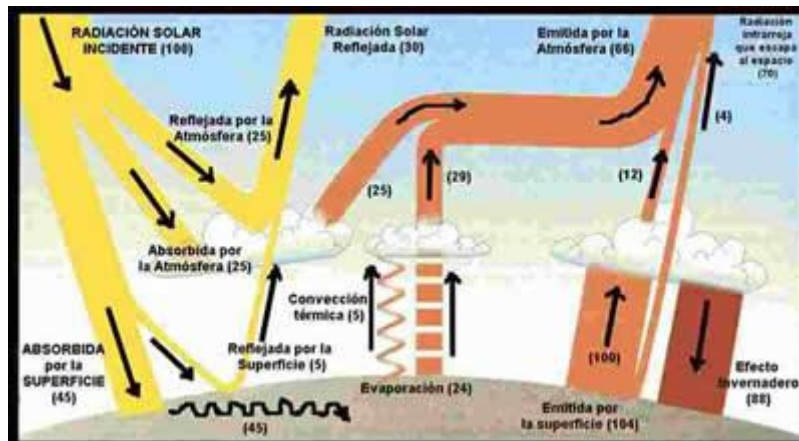
- a) Rayos gamma, X y todas las ultravioletas.
- b) Rayos gamma, X e infrarrojas.
- c) Rayos gamma, X y parte de las ultravioletas.
- d) Espectro visible e infrarrojos.

Indica la/las respuestas correctas sobre las funciones de la atmósfera:

- a) La función más importante de la atmósfera es el mantenimiento de la temperatura terrestre y la regulación del clima.
- b) La función más importante de la atmósfera es la de filtrar las radiaciones solares perjudiciales para los seres vivos.
- c) Todas las funciones de la atmósfera son importantes y de gran importancia para la vida en la Tierra.

Balance radiativo

El balance radiativo es la relación entre la energía solar que entra en la Tierra y la energía que sale desde la Tierra hacia el espacio.



Pulsa sobre la imagen para ampliarla

La Tierra es un sistema en equilibrio, por lo tanto la energía entrante procedente del Sol y la energía saliente desde la Tierra al espacio están en equilibrio, la diferencia es nula.

Profundizarás más sobre este tema con la realización de la tarea 1.

Analizando el sistema Tierra separadamente, por subsistemas, podemos apreciar que el subsistema atmósfera tiene un balance negativo (energía saliente mayor que la entrante), mientras que el subsistema superficie terrestre tiene un balance positivo (energía entrante mayor que la saliente).

Estas diferencias se compensan mediante flujos de calor que se producen entre la atmósfera y la superficie terrestre, que puede ser de dos tipos:

- Convección térmica por transferencia de calor sensible (calor que no supone cambio de estado) desde la superficie terrestre y del mar a la atmósfera.
- Calor latente de vaporización (calor necesario para que el agua se transforme de líquido a vapor) que se libera durante la condensación. Cuando el aire asciende cargado de vapor de agua y se enfría, el agua se condensa y libera el calor latente, aumentando la temperatura del aire circundante.

Para saber más

Balance radiativo

Información sobre el balance radiativo terrestre, con gráficos, por tipo de radiaciones y numerosos enlaces para ampliar.

Autoevaluación

Si aumentase la radiación reflejada por la atmósfera (efecto albedo) por el aumento de polvo atmosférico, que ocurriría con la temperatura terrestre:

a) Aumentaría la temperatura.

b) La temperatura bajaría a corto plazo.

c) A largo plazo se compensaría con el aumento de temperatura por el incremento del efecto invernadero provocado por la presencia de polvo atmosférico.

Indica como es el balance entre los siguientes sistemas o subsistemas de la Tierra:

Equilibrado -->entradas = salidas

Positivo -->entradas mayor que salidas

Negativo --> salidas mayor que entradas

Sistema Tierra: Selecciona... Equilibrado Positivo Negativo

Subsistema Atmósfera: Selecciona... Equilibrado Positivo Negativo

Subsistema superficie terrestre: Selecciona... Equilibrado Positivo Negativo

Clima y tiempo atmosférico. Interpretación de climodiagramas

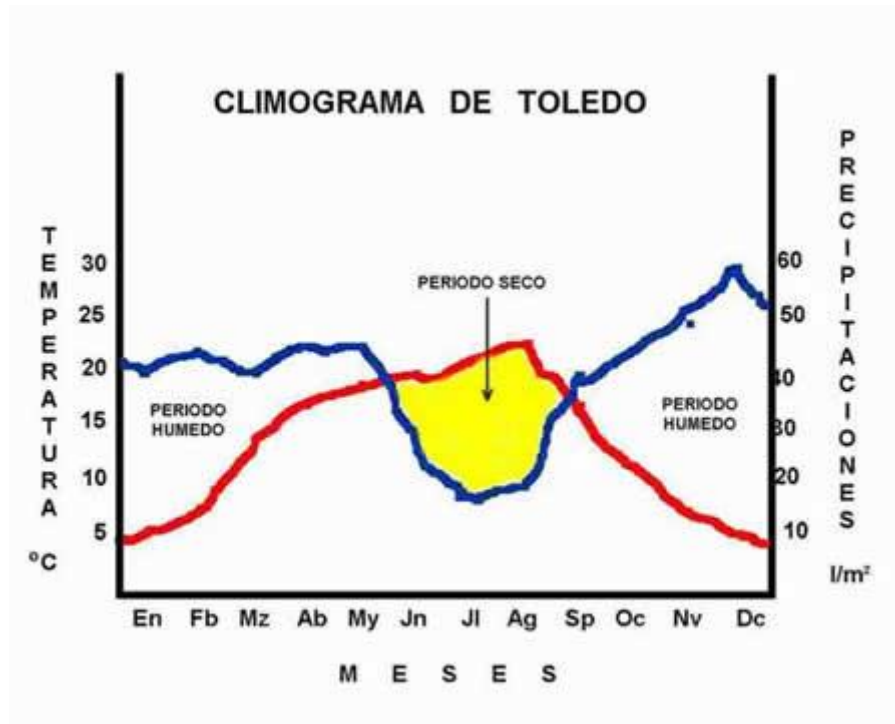
El conjunto de características de la atmósfera, temperatura, presión atmosférica, humedad, precipitación, viento, nubosidad, en un lugar determinado y en un momento concreto se denomina tiempo atmosférico.

Es un concepto diferente del clima, que se define como el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan una zona determinada del planeta, en un periodo de tiempo amplio (generalmente más de 20 años).

Para comprender el clima es preciso conocer algunos aspectos relacionados con la meteorología como son: elaboración e interpretación de climogramas, precipitaciones y frentes.

Para representar los distintos tipos de climas se utilizan unas gráficas llamadas climogramas, climodiagramas o diagramas ombrotérmicos, en ellas se representan la evolución de las temperaturas y las precipitaciones a lo largo del año. Se utilizan las medias de estos parámetros tomadas durante un periodo de 30 años o más. En la horizontal se representan los meses y en los ejes verticales la temperatura en °C y las precipitaciones en milímetros o l/m² (a doble escala, respecto a la temperatura). Se obtienen dos curvas que dan de forma rápida información sobre las características climáticas de la zona: oscilación de

temperatura y pluviosidad, valores máximos y mínimos, periodos secos (la curva de precipitaciones queda por debajo de la de temperatura) o periodos húmedos (curva de precipitaciones por encima).



Profundizarás más sobre este tema con la realización de la tarea 2.

Para saber más

Clima y climogramas

Consulta información sobre tiempo atmosférico y clima, tipos de clima y elaboración e interpretación de climogramas.

Información sobre climas en España

Precipitaciones

Uno de los componentes de la atmósfera es el vapor de agua. La cantidad de vapor de agua que contiene una masa de aire depende de la temperatura, el aire caliente contiene más vapor de agua que el aire frío. El aire en función de la temperatura puede contener una cantidad concreta de vapor de agua (punto de saturación o punto de rocío) y el vapor sobrante lo transforma en líquido (condensación) formando las nubes y las precipitaciones (caída de agua líquida o sólida sobre la superficie terrestre).

Tipos de precipitaciones:

- Precipitación por convección: se produce cuando una masa de aire caliente y húmedo asciende, se va enfriando y rebasa el nivel de saturación, el aire frío no puede contener la misma cantidad de vapor de agua y el exceso se condensa, forma nubes y en su caso precipitaciones.

- Se forman nubes de tipo cúmulo o cumulonimbos, que producen borrascas con lluvias intensas y de poca duración.
- Precipitación orográfica: se produce cuando una masa de aire húmedo choca con una montaña, al ascender el aire se enfría y cuando alcanza el nivel de condensación forma nubes de tipo estrato, que producen lluvias por contacto, débiles, de tipo horizontal (ver más adelante el efecto Foëhn).
- Precipitación por frentes: se produce por el contacto entre dos masas de aire de distinta temperatura y humedad, estas diferencias impiden que se mezclen y chocan, denominando frente a la zona de contacto. Se pueden distinguir varios tipos de frentes:
 - Frente frío: se produce cuando una masa de aire frío en movimiento choca con una masa de aire caliente, la fría al ser más densa, se introduce por debajo de la cálida y la hace elevarse, formándose nubes de desarrollo vertical (cúmulos) que ocasionan vientos y lluvias en forma de borrascas intensas.
 - Frente cálido: cuando una masa de aire cálido en movimiento colisiona con una masa más fría, ascendiendo el aire cálido al ser más denso, de forma lenta y originando nubes de desarrollo horizontal (estratos) que llevan asociadas lluvias débiles y persistentes (frente cálido).
 - Frente ocluido. Se forman cuando convergen un frente frío y otro cálido, el cálido suele elevarse quedando el frío en superficie. Las lluvias que se producen son de los dos tipos asociadas a los frentes.

Para saber más
Tipos de frentes de lluvia.

Autoevaluación

Indica la respuesta o respuestas correctas:

El clima y el tiempo atmosférico:

- El clima indica las características de la atmósfera de una zona en un momento concreto y el tiempo atmosférico se refiere a lo mismo pero durante un periodo de varios años.
- El clima se refiere a los fenómenos y características de la atmósfera de una zona referidos a periodos de muchos años y el tiempo atmosférico se refiere a lo mismo pero en un periodo corto y concreto.

Precipitaciones:

- Hablamos de precipitaciones únicamente para la caída de agua líquida, es decir la lluvia.

- b) El término precipitaciones se refiere a la caída de lluvia (agua líquida), nieve y granizo (agua en estado sólido).
- c) Los frentes se producen por la interacción de masas de aire con distinta temperatura y humedad.

Factores meso y microclimáticos

Algunos factores climáticos pueden actuar en zonas determinadas o ecosistemas concretos y provocan efectos particulares de mucho interés para su dinámica, equilibrio y la influencia sobre factores como la dispersión de contaminantes, las diferencias de temperaturas y humedad, la distribución de los seres vivos o incluso su salud. Entre las más importantes vamos a destacar: las inversiones térmicas, el efecto Foöhn y la disimetría solana-umbría.

- **Inversión térmica**

En circunstancias normales en la troposfera se produce un descenso de temperatura al aumentar la altitud (gradiente vertical de temperatura) y esta situación influye en los movimientos de las masas de aire, permitiendo su elevación y favoreciendo la formación de precipitaciones y la dispersión de contaminantes, entre otros factores. En algunas situaciones este gradiente se invierte y al subir en altura se produce un aumento de temperatura, la situación atmosférica se conoce como inversión térmica, dificulta el ascenso de las masas de aire e impide la dispersión de contaminantes, que se acumulan en las zonas bajas, próximas a la superficie, causando graves problemas.

- **Efecto Foöhn**

Se produce cuando una masa de aire húmedo choca con una montaña, al ascender el aire se enfría y cuando alcanza el nivel de condensación forma nubes de tipo estrato, que producen precipitaciones de tipo orográfico, lluvias por contacto, débiles, de tipo horizontal y por lo tanto en ese lado de la montaña (barlovento) hay mucha humedad y abundante vegetación. Al alcanzar la cima de la montaña el aire ha perdido una gran parte del agua que contenía, y además al comenzar a descender e ir aumentando su temperatura, esa agua se transforma en vapor, como resultado el lado de sotavento de la montaña es seco, cálido, con vegetación escasa y sin precipitaciones (sombra pluviométrica). Este viento cálido y seco, se ha observado que afecta al comportamiento humano y animal al

afectar al sistema nervioso (dolor de cabeza, náuseas, insomnio, trastornos emocionales, debilidad, aumento de los accidentes, suicidios y acciones violentas).



- Disimetría solana-umbría

La orientación de las vertientes de las montañas y la diferente insolación recibida, dependiendo de las horas de sol y de la inclinación de los rayos solares incidentes (varía por lo tanto con la latitud) provocan diferencias entre solana y umbría, que tienen una importancia muy grande en los procesos geomorfológicos, en la hidrología, pluviometría y en la abundancia y distribución de la vegetación y la fauna.

Además, las precipitaciones se distribuyen de manera diferente según la orientación con respecto a los vientos dominantes, dando lugar a la presencia más o menos densa de vegetación y con unas características concretas.

En la solana más seca y soleada, suele haber menos abundancia de vegetación, con adaptaciones al ambiente xerófilo, hojas gruesas y duras, de colores verdes-grisáceos (para reflejar más cantidad de luz y reducir la evaporación), con sustancias aislantes (cutículas, corcho, etc.), hojas perennes, flores grandes, sustancias olorosas, etc. Por ejemplo en el ecosistema de bosque y matorral mediterráneo serían características de esta zona especies como la encina, la retama, la jara o la lavanda.

Por el contrario, en la umbría, más húmeda y menos soleada, hay una vegetación muy abundante, con grandes hojas, colores verdes luminosos (para aumentar la absorción de luz), abundancia de musgos, helechos, etc. Como especies típicas del bosque mediterráneo en la umbría podríamos citar el madroño, durillo, el mirto, etc.



Para saber más

Explicación del efecto y sus implicaciones en la salud.

Explicación del efecto Foëhn y sus implicaciones en la salud.

Definición y efectos en España.

Esquema animado del Efecto Foëhn.

Explicación de las diferencias entre solana y umbría, adaptaciones de los seres vivos, etc.

Disimetría solana-umbría.

Autoevaluación

El efecto Foëhn se refiere a:

- a) Las diferencias que se producen entre las laderas de las montañas que tienen distinta exposición al sol (solana y umbría).
- b) Las diferencias que se producen por las lluvias orográficas, al ascender las nubes por las montañas y descargar más lluvia en una de las vertientes.
- c) Las diferencias entre zonas con muchas precipitaciones por frentes de lluvia.

Riesgos climáticos

Como consecuencia de la dinámica atmosférica se producen diversos fenómenos que pueden provocar situaciones o sucesos que producen daños económicos o sociales, que entrañan riesgos para las actividades humanas y la vida de las personas. Entre los más importantes podemos destacar los tifones (también llamados huracanes o ciclones), los tornados, las inundaciones o avenidas, la gota fría o la sequía.

Tifones, huracanes o ciclones son un conjunto de tormentas muy próximas entre sí que giran en torno a una parte central que está en calma (ojo del huracán). Se forman sobre los océanos por la fuerte evaporación provocada por las altas temperaturas y la consiguiente convección y formación de nubes de desarrollo vertical. El mayor riesgo se debe a los vientos giratorios, pero además provocan inundaciones por el gran oleaje y las lluvias torrenciales que causan.

Tornados son columnas giratorias de viento y polvo que se forman como remolinos giratorios por la diferencia de velocidad del viento a distintas alturas, alcanzando velocidades de hasta 500 Km/h y causando enormes daños en construcciones, infraestructuras, etc. e intensas lluvias y granizadas.

Las lluvias abundantes provocan riesgos importantes y enormes catástrofes, causando inundaciones, avenidas y en nuestras costas la gota fría ocasionada por el descenso de un frente frío que interacciona con una masa de aire cálido y húmedo, provocando el ascenso de nubes de desarrollo vertical que producen lluvias torrenciales muy abundantes, repentinas y de desastrosas consecuencias (muy frecuente a finales de verano y otoño en las costas mediterráneas españolas).



La sequía se puede definir como una situación provocada por la reducción o falta de lluvias o precipitaciones durante un largo periodo de tiempo, que tiene como

consecuencia que la disponibilidad de agua desciende por debajo de los requerimientos habituales de una zona. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de los seres humanos, las plantas, los animales y en general de los ecosistemas.

Como consecuencia de estas situaciones de sequía cabe destacar: grandes hambrunas y la muerte de muchas personas en los países en vías de desarrollo, pérdidas en la agricultura y ganadería, en la generación de energía hidroeléctrica, en el turismo e importantes impactos en los ecosistemas.

Más adelante en este curso analizaremos la problemática del agua como recurso básico, así como las medidas para su correcta utilización y gestión.



Para saber más

Riesgos climáticos

Explicación de diversos riesgos climáticos: olas de frío, olas de calor, sequía, tormentas, huracanes, tornados y temporales de viento.

Autoevaluación

Indica la respuesta o respuestas correctas.

El conjunto de tormentas muy próximas entre si que giran en torno a una parte central que está en calma y lleva asociadas fuertes precipitaciones se denomina:

- a) Huracán, Tornado o ciclón.
- b) Tornado.
- c) Tifón, Huracán o Ciclón.

La gota fría se produce por:

- a) Precipitaciones provocadas por las bajas temperaturas invernales.
- b) Precipitaciones provocadas por un frente frío que interacciona con aire cálido y seco.
- c) Precipitaciones provocadas por un frente frío que interacciona con aire cálido y húmedo.