

EL HOMBRE EN EL ENTORNO CLIMÁTICO.

El complejo sistema terrestre contempla al clima y sus variaciones cuyos mecanismos se consideran como parte de un sistema abierto constituido por la atmósfera, los océanos, las masas de nieve y de hielo, las masas continentales y la vegetación cuyas interacciones reorganizan en una extensa gama de escalas espaciales y temporales que van desde los pequeños procesos que ocurren cada día a nuestro alrededor, hasta aquellos que abarcan todo el Planeta y duran varios años.

En este sistema, los factores climáticos como la radiación solar, la rotación de la Tierra o la distribución de tierras y mares, constituyen las entradas. La atmósfera y sus movimientos forman la parte central. La salida está conformada por el mosaico de climas de la Tierra. Las relaciones entre los elementos actúan con efectos de reciprocidad y permiten, por ejemplo, a los climas intervenir en el sistema, no sólo en las salidas sino también en las entradas mediante la naturaleza del sustrato que cada clima impone: hielos polares, desiertos tropicales, bosque ecuatoriales, etc.), a través del cual condicionan los balances de energía.

El resultado de estas conexiones se traduce en el actual equilibrio global que presenta el sistema. En principio, el balance radiactivo está equilibrado, es tanta la energía solar que entra como la que sale emitida por el Planeta. Por otra parte, las desigualdades internas entre las diferentes latitudes se equilibran con los movimientos compensatorios de la atmósfera y los intercambios océano-continentes-atmósfera. En conjunto, el sistema mantiene un equilibrio dinámico, de modo que las variaciones en alguno de sus componentes y la alteración de los flujos de entrada o salida, llevan consigo procesos de interacción o feedback y todas las partes del mismo permanecen en un mutuo estado de ajuste.¹

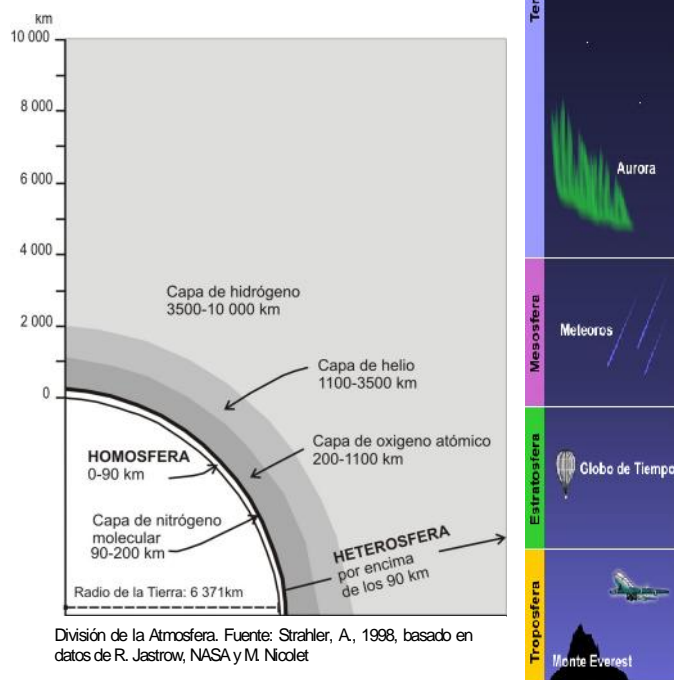
La superficie de la Tierra está cubierta con el 71% de agua. Entonces el Sol y el agua son los elementos fundamentales de la dinámica atmosférica y del ciclo del agua. La administración de los recursos y el mantenimiento de ciertos equilibrios fundamentales a veces están amenazados por las necesidades de los hombres en crecimiento.

4.11 La atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea al planeta Tierra. La Tierra, posee un campo gravitatorio que impide que esta envoltura gaseosa escape al espacio exterior. No sólo la rodea sino que la acompaña en todos sus movimientos.

La **función de la atmósfera** es la de actuar como una *capa protectora de la Tierra* contra cierto tipo de radiaciones solares, tales como los ultravioletas que resultan nocivos para los seres humanos.

Pero también, *amortigua las variaciones de temperatura*, sin esta protección serían muy altas durante el día y muy bajas en la noche. Además, la atmósfera *frena la caída de los meteoritos* ya que, algunos de éstos, al atravesarla se



¹ Cuadrat, J. M., 1992
132 -

desintegran por la fricción con los gases.

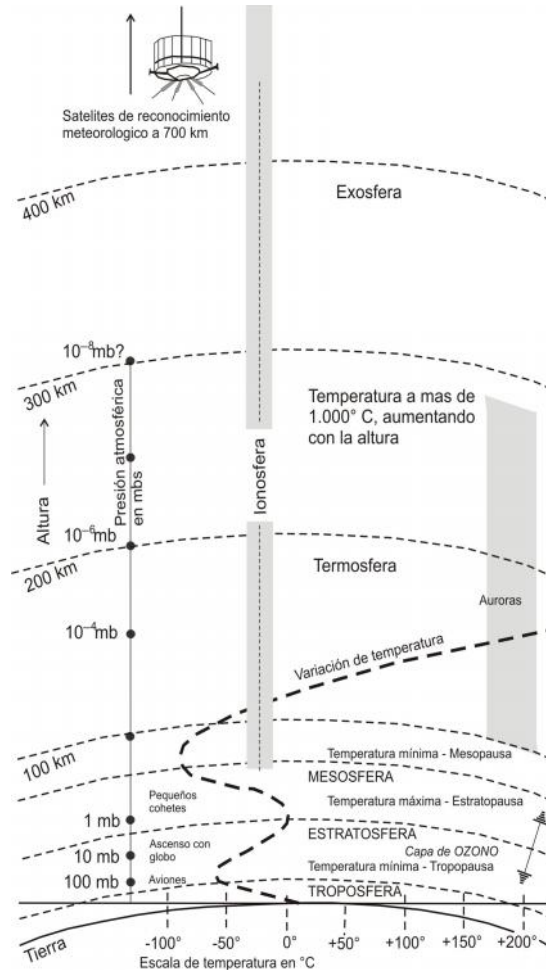
- **Las capas de la atmósfera.** La capa exterior de la Tierra es gaseosa, de composición y densidad muy distintas de las capas sólidas y líquidas que tiene debajo. Estos gases se disponen en capas identificadas teniendo en cuenta las características térmicas, la composición química, el movimiento y la densidad. Cada una de ellas están rodeadas por "pausas". El 97% de la atmósfera se halla en los primeros 29 km de la superficie de la Tierra. El límite superior se estima a una altura de 10.000 km distancia parecida a la del propio diámetro terrestre. Otros autores suponen que el límite externo se extiende hasta donde se encuentra la última molécula de oxígeno. Strahler muestra la primera gran división de la atmósfera: *Homósfera* y *Heterósfera*.

| Homósfera | Heterósfera |
|--|--|
| <p>1. Comprende desde la superficie terrestre, hasta una altura de cerca de 80 km.</p> <p>2. El aire puro y seco de esta capa, está formado en su mayor parte de nitrógeno (78,084% en volumen) y oxígeno (20,946%). El resto del aire, 0,970% lo componen en su mayor parte: a) argón (0,934%); b) dióxido de carbono o anhídrido carbónico (0,033%) gas muy importante en los procesos atmosféricos, debido a su capacidad de absorber calor y permitir que se caliente la atmósfera inferior por la radiación calorífica procedentes del sol y de la superficie terrestre. Las plantas verdes, en el proceso de fotosíntesis, utilizan el dióxido de carbono de la atmósfera y, junto con el agua, lo convierten en hidratos de carbono sólidos; c) 0.003%, lo conforman el neón, helio, criptón, xenón, hidrógeno, metano y óxido nitroso.</p> <p>La proporción de los elementos que componen la atmósfera es fundamental, ya que la variación de los mismos puede ocasionar daños a la vida sobre la Tierra.</p> <p>3. Subdivisiones de la homósfera, según zonas de temperaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Troposfera: Es la parte de la atmósfera que está en contacto con la superficie terrestre. Se extiende hasta una altura media de 12 km presentado un espesor mayor en el Ecuador y menor en los Polos. En esta capa <i>desciende con la altura</i>, tanto, la temperatura hasta -60°C como la presión, a consecuencia de la constante mezcla de aire. Por esta razón, los aviones que vuelan por encima de los 9000 m, deben recrear las condiciones de temperatura y presión de la Tierra a través de cabinas presurizadas y climatizadas. Su límite superior es la tropopausa, zona de transición hacia la capa siguiente. - Estratosfera: la temperatura se mantiene prácticamente constante a medida que se incrementa la altura. Aquí se concentra el <i>gas ozono</i>, que actúa como un escudo que protege a la Tierra de las radiaciones ultravioletas del Sol. - Mesosfera: Se desarrolla aproximadamente hasta los 80 km de altura. Su límite superior está dado por la mesopausa. Nuevamente vuelve a descender la temperatura. | <p>1. Comienza aproximadamente a los 90 km de la superficie terrestre.</p> <p>2. Presenta 4 capas gaseosas, cada una de las cuales posee una composición química característica. Estas son, capa de nitrógeno molecular, de oxígeno atómico, de helio y de hidrógeno atómico.</p> <p>3. Subdivisiones de la heterósfera:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Termosfera o Ionosfera: por encima de los 85 km la temperatura es muy alta por incidencia de los rayos ultravioletas. Posee una gran concentración de partículas, llamadas <i>iones</i>, que las radiaciones solares cargan eléctricamente. Los iones permiten la transmisión de ondas radioeléctricas, que se reflejan en esta capa y vuelven a la Tierra. 2. Exosfera: Su límite exterior es difuso pues, paulatinamente, se pierden las características físico-químicas del aire, hasta llegar al espacio interplanetario. |

- **La Tropósfera.** Vivimos aquí. Llega hasta un límite superior (tropopausa) situado a 9 Km de altura en los polos y los 18 km en el ecuador. En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua. Es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos, cambios de temperatura, etc. La temperatura va disminuyendo conforme se va subiendo, hasta llegar a -70°C en su límite superior. La mayor parte de los fenómenos meteorológicos suceden en esta capa. La altura de tropósfera varía desde ecuador a los polos. En el Ecuador es 18-20 km de altura, a 50°N y 50°S es de 9 km aprox., y en los polos es un poco menos de 6 km de altura. El límite de transición entre la troposfera y la capa encima se llama la *tropopausa*. La tropopausa y la troposfera son conocidas por el nombre de la *atmósfera inferior*.
- **La Estratosfera** comienza a partir de la tropopausa y llega hasta un límite superior (estratopausa), a 50 km de altitud. La temperatura cambia su tendencia y va aumentando hasta llegar a ser de alrededor de 0°C en la estratopausa. Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/h, lo que facilita el que cualquier sustancia que llega a la estratosfera se difunda por todo el globo con rapidez. Por ejemplo, esto es lo que ocurre con los CFC que destruyen el ozono que se encuentra entre los 30 y los 50 km y es importante porque absorbe las dañinas

radiaciones de onda corta.

- La *Mesosfera* se extiende entre los 50 y 80 km de altura, contiene sólo cerca del 0,1% de la masa total del aire. Es importante por la ionización y las reacciones químicas que ocurren en ella. La disminución de la temperatura combinada con la baja densidad del aire en la mesosfera determina la formación de turbulencias y ondas atmosféricas que actúan a escalas espaciales y temporales muy grandes. La mesosfera es la región donde las naves espaciales que vuelven a la Tierra empiezan a notar la estructura de los vientos de fondo, y no sólo el freno aerodinámico.
- La *ionosfera* se extiende desde una altura de casi 80 km sobre la superficie terrestre hasta 640 km o más. Aquí el aire está enrarecido en extremo. Cuando las partículas de la atmósfera experimentan una ionización por radiación ultravioleta tienden a permanecer ionizadas debido a las mínimas colisiones que se producen entre los iones. La ionosfera tiene una gran influencia sobre la propagación de las señales de radio. Una parte de la energía radiada por un transmisor hacia la ionosfera es absorbida por el aire ionizado y otra es refractada, o desviada, de nuevo hacia la superficie de la Tierra. Este último efecto permite la recepción de señales de radio a distancias mayores de lo que sería posible con ondas que viajan por la superficie terrestre.

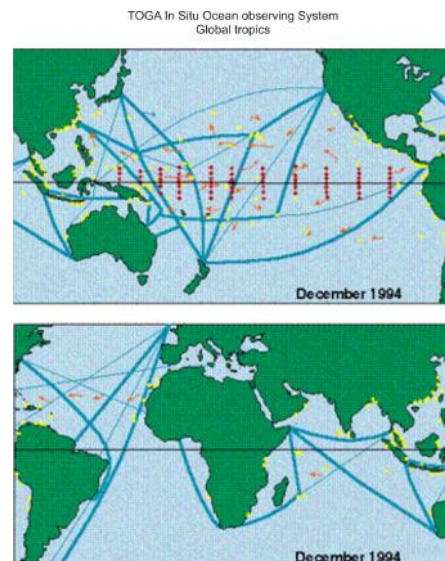


Fuente: Flohn Hermann, 1968

La región que hay más allá de la ionosfera recibe el nombre de *exosfera* y se extiende hasta aprox. los 9.600 km, lo que constituye el límite exterior de la atmósfera. Más allá se extiende la *magnetosfera*, espacio situado alrededor de la Tierra en el cual, el campo magnético del planeta domina sobre el campo magnético del medio interplanetario.

4.12 Tiempo² y clima

Con frecuencia se confunde el tiempo atmosférico y el clima de un lugar. El tiempo atmosférico a una hora determinada, por ejemplo a las doce del mediodía, viene determinado por la temperatura, presión atmosférica, dirección y fuerza del viento, cantidad de nubes, humedad etc., registrados en el instante que se considera. Se comprende que **el tiempo atmosférico cambia rápidamente** por variar la temperatura, la presión atmosférica etc. No hace la misma temperatura a

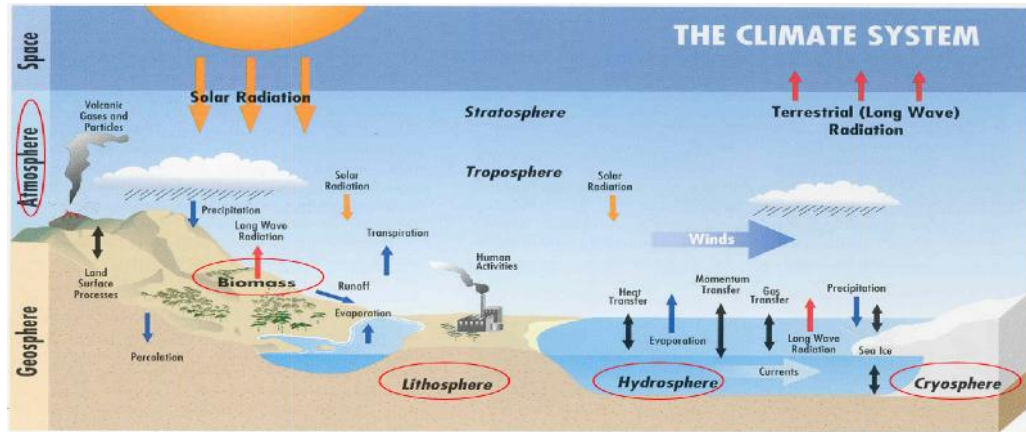


²Se sugiere visitar <http://www.srm.gov.ar/>
134 -

las 12 del mediodía que a las 6 de la mañana. Así pues, el tiempo traduce algo que es instantáneo, cambiante y en cierto modo irreplicable; **el clima, en cambio, aunque se refiere a los mismos fenómenos, los traduce a una dimensión más permanente duradera y estable.**

Los datos meteorológicos y oceanográficos de zonas remotas en el océano se hacen por medio de boyas tales como las del sistema Atlas. Durante el experimento de los Océanos Tropicales y la Atmósfera Global (**TOGA** por sus siglas en Inglés) se experimentó y desarrolló una red de este tipo de boyas. La distribución del Pacífico actualmente suministra mediciones en tiempo real de las temperaturas a nivel del mar.

– **El sistema climático**



Sistema climático (Atmósfera, Hidrósfera, Criósfera, Biósfera y Litósfera)

El sistema climático se considera formado por cinco elementos o cinco subsistemas. La **atmósfera** (la capa gaseosa que envuelve la Tierra), la **hidrósfera** (el agua dulce y salada en estado líquido de océanos, lagos, ríos y agua debajo de la superficie), la **criósfera** (el agua en estado sólido), la **litósfera** (el suelo y sus capas) y la **biósfera** (el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra). El clima es consecuencia del equilibrio que se produce en la interacción entre esos cinco componentes. Debido a que las actividades humanas son de extrema importancia para el estudio del cambio climático, están separadas de la biomasa y son estudiadas de forma individual. Así mismo, si se considera la actividad solar y las actividades humanas, se habla de un gran sistema llamado Sistema Global.

Los climas se establecen recogiendo las observaciones realizadas día a día en las diversas estaciones meteorológicas durante una serie de años, que al menos deben ser treinta, para obtener una fiabilidad mínima. El compendio de todos los datos permite establecer las distintas zonas climáticas en el planeta. **La climatología** es la ciencia que se encarga de estudiar las variedades climáticas que se producen en la Tierra y sus diferentes características en cuanto a: temperaturas, precipitaciones, presión atmosférica y humedad.

4.13 El Sol, fuente de vida y la atmósfera selectiva

El Sol provee de la energía que calienta e ilumina a la Tierra. Regula la vida animal, vegetal y humana. Gracias a la luz, los vegetales puede realizar la fotosíntesis. También influye sobre los mecanismos climáticos como la evaporación o la condensación que alimentan a las precipitaciones; sobre la circulación de las masas de aire que aseguran los intercambios térmicos entre regiones y sobre la presión atmosférica que genera los vientos. Por lo tanto, sólo una parte de la energía solar es la responsable de procesos complejos que tienen lugar en la atmósfera. Ésta atmósfera es clave en el mantenimiento del equilibrio entre la recepción de la radiación solar y la emisión de radiación infrarroja. La atmósfera devuelve al espacio la misma energía que recibe del Sol. Esta acción de equilibrio se llama *balance energético de la Tierra* y permite mantener la temperatura en un estrecho margen que posibilita la vida.

En un periodo de tiempo suficientemente largo el sistema climático debe estar en equilibrio, la radiación solar entrante en la atmósfera está compensada por la radiación saliente. Pues si la radiación entrante fuese mayor que la radiación saliente se produciría un

calentamiento y lo contrario produciría un enfriamiento. Toda alteración de este balance de radiación, ya sea por causas naturales u originado por el hombre (antropógeno), es un forzamiento radiactivo y supone un cambio de clima y del tiempo asociado.³

- **La distribución zonal de las temperaturas**

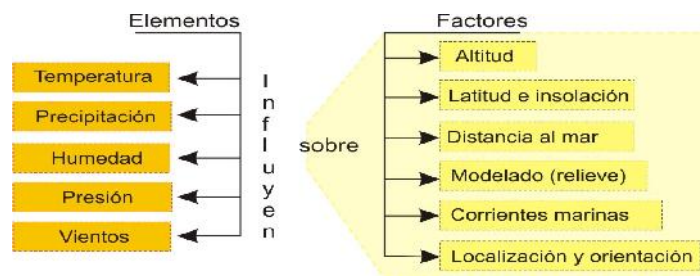
La diferente distribución de la energía solar sobre la Tierra determina la repartición zonal de temperatura y de climas. Las causas son de origen cósmicas y planetarias. El hecho de la esfericidad de la Tierra, el ángulo de incidencia de los rayos solares varía en función de la latitud. Las regiones polares reciben escasa energía solar debido a la inclinación rasante de los rayos. El albedo de las regiones polares heladas es más fuerte que la de las regiones ecuatoriales que absorben más energía y la conserva en parte gracias a la nubosidad de la zona.



El movimiento de traslación anual que realiza la Tierra alrededor del Sol y la inclinación del eje terrestre son el origen de las estaciones acentuando la diferenciación zonal y los contrastes estacionales de las temperaturas: por un lado, las altas latitudes que conocen una larga y fría noche polar y, por el otro, las regiones tropicales calentadas por los rayos solares que se aproximan a la vertical. Entre ambas, existen las regiones llamadas “templadas”.

➤ **Elementos y factores del clima**

| Temperatura | Precipitación |
|---|---|
| Se establecen mediante promedios. Hablamos de temperaturas medias (diarias, mensuales, anuales...) y de oscilación o amplitud térmica, que es la diferencia entre el mes más frío y el mes más cálido de un lugar. | Se establecen mediante los totales recogidos en los pluviómetros, las cantidades se suman y determinan el régimen pluviométrico del lugar o zona, estimándose como lugar seco o húmedo o estación húmeda o de humedad constante. |
| Presión atmosférica | Humedad |
| En las masas de aire, los distintos niveles de temperatura y humedad determinarán los vientos, su dirección y fuerza. La presión del aire se mide con el barómetro, que determina el peso de las masas de aire por cm ² , se mide en milibares y se considera un nivel de presión normal el equivalente a 1.013 mbs. | La humedad de las masas de aire se mide con el higrómetro, que establece el contenido en vapor de agua. Si marca el 100%, el aire ha llegado al máximo nivel de saturación; más del 50% se considera el aire húmedo y menos del 50% se considera aire seco. |



³ La Tierra, como todo cuerpo caliente, superior al cero absoluto, emite radiación térmica, pero al ser su temperatura mucho menor que la solar, emite radiación infrarroja por ser un cuerpo negro. La radiación emitida depende de la temperatura del cuerpo. En el estudio del NCAR han concluido una oscilación anual media entre 15.9°C en Julio y 12.2°C en Enero compensando los dos hemisferios, que se encuentran en estaciones distintas y la parte terrestre que es de día con la que es de noche. Esta oscilación de temperatura supone una radiación media anual emitida por la Tierra de 396 W/m². La energía infrarroja emitida por la Tierra es atrapada en su mayor parte en la atmósfera y reemitiada de nuevo a la Tierra. Este fenómeno se llama Efecto Invernadero y garantiza las temperaturas templadas del planeta. Según el estudio anterior de la NCAR, el Efecto Invernadero de la atmósfera hace retornar nuevamente a la Tierra 333 W/m². Globalmente la superficie de la Tierra absorbe energía solar por valor de 161 w/m² y del Efecto Invernadero de la Atmósfera recibe 333 w/m², lo que suma 494 w/m², como la superficie de la Tierra emite (o dicho de otra manera pierde) un total de 493 w/m² (que se desglosan en 17 w/m² de calor sensible, 80 w/m² de calor latente de la evaporación del agua y 396 w/m² de energía infrarroja), supone una absorción neta de calor de 0,9 w/m², que en el tiempo actual está provocando el calentamiento de la Tierra. (CRI) <http://spanish.peopledaily.com.cn/32001/99056/99094/6834116.html>

- **Los factores geográficos.** En la distribución de las zonas climáticas de la Tierra intervienen lo que se ha denominado factores climáticos, tales como la latitud, altitud y localización de un lugar y dependiendo de ellos variarán los elementos del clima.

| Latitud | Altitud |
|--|---|
| Según la latitud se determinan las grandes franjas climáticas, en ello interviene la forma de la Tierra, ya que su mayor extensión en el Ecuador permite un mayor calentamiento de las masas de aire en estas zonas permanentemente; disminuyendo progresivamente desde los Trópicos hacia los Polos, que quedan sometidos a las variaciones estacionales según la posición de la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol. | La altitud respecto al nivel del mar influye en el mayor o menor calentamiento de las masas de aire. Es más cálido el que está más próximo a la superficie terrestre, disminuyendo su temperatura progresivamente a medida que nos elevamos, unos 6,4° C. cada 1.000 metros de altitud. |
| La localización | |
| La situación de un lugar, en las costas o en el interior de los continentes, será un factor a tener en cuenta a la hora de establecer el clima de esa zona, sabiendo que las aguas se calientan y enfrían más lentamente que la tierra, los mares y océanos suavizan las temperaturas extremas tanto en invierno como en verano, el mar es un regulador térmico | |

Esos elementos y factores habrá que combinarlos adecuadamente en el establecimiento de los climas de los distintos lugares de la Tierra, e incluso habrá que matizarlos con factores particulares si hablamos de microclimas. Los climas de la Tierra se reflejan en la distinta vegetación, fauna, asentamientos humanos y actividades económicas de estos según las zonas y la tipología.

| Zona cálida | Zona templada | Zona fría |
|--|---|---|
| Comprende: 1. Zona ecuatorial , se halla situada sobre el Ecuador y se extiende 10° de latitud N y S. Aquí el Sol da lugar durante el año a una intensa insolación, mientras el día y la noche son de aproximadamente igual duración. 2. Zona tropical , desde los 10° hasta los 25° de latitud N y S. El sol sigue una trayectoria cercana al cenit en un solsticio y es apreciablemente más baja en el solsticio opuesto. Por esta razón, existe un marcado ciclo estacional, pero combinado con una insolación anual potencialmente intensa. 3. Zonas subtropicales , aceptadas por los geógrafos como zonas de transición, entre los 25° y 35° de latitud N y S. | Comprende: 1. Latitudes medias , entre los 35° y 55° de latitud norte y sur. Comienza a percibirse contrastes notables entre las estaciones. Existen marcadas diferencias estacionales en la duración del día y la noche comparado con las zonas tropicales. 2. Zonas subárticas , entre los 55° y 60° de latitud norte y sur, zona de transición entre la latitud media y las árticas. | Comprende: 1. Zonas árticas : comprende una zona ártica y otra antártica. Entre los 60° y 75° de latitud norte y sur. Presenta enormes contrastes de energía solar, tanto en entre el día y la noche, como entre el invierno y el verano. 2. Zonas polares , entre los 75° y los polos, 90° de latitud norte y sur. Aquí predomina el régimen solar polar de seis meses de día y seis de noche y tienen lugar los máximos contrastes de entrada de energía solar. |

- **Patrones de Circulación⁴**

Corrientes Oceánicas

El agua salada tiene unas propiedades únicas que la distinguen de otros fluidos. Dentro de las propiedades físicas más importantes están su **alto calor específico, su leve conducción de calor y la gran capacidad de disolución**. En gran medida estas propiedades dependen de la temperatura, salinidad y presión. La temperatura promedio del océano es de aproximadamente 17.5 °C. La temperatura máxima es de 36 °C en el Mar Rojo y la mínima es de - 2 °C en el Mar de Weddell en la Antártida. La distribución de temperatura de las aguas depende de la radiación solar y de la mezcla de las masas de agua en el océano.

Las aguas cálidas superficiales transmiten el calor a las aguas próximas debajo de ellas formando una zona de productividad, aproximadamente de 200-400 m. A los 1000-1800 m la temperatura disminuye gradualmente y bajo los 1800 m el agua se mantiene fría.

⁴ IPCC (2007), Anexo II Glosario de Términos del Reporte de Síntesis del Cuarto Informe. Baede, A., (ed) Van der Linden, P., Verbruggen, A. (Co-ed).

La salinidad de la superficie del agua depende mayormente de la evaporación y la precipitación. En zonas tropicales donde la evaporación es mayor que la precipitación encontramos agua de mayor salinidad (>350/00). En las regiones costeras, el agua dulce desemboca cerca de las bocas de los ríos y la salinidad generalmente no excede de 15-200/00. En las zonas de los polos, el proceso de congelamiento y derretimiento de los hielos ejerce mayor influencia sobre la salinidad de las aguas superficiales. En el verano del Ártico, encontramos las salinidades más bajas (~290/00).

La salinidad promedio del océano es de 350/00 pero ésta puede variar dependiendo de la estación, la latitud y la profundidad. En conjunto, la temperatura y la salinidad afecta la densidad del agua. A su vez, la densidad afecta muchos otros parámetros como los procesos de mezcla de las diferentes masas de agua y la transmisión de sonido. Aguas estratificadas evitan la mezcla del agua superficial con el agua de la profundidad, mientras que aguas poco estratificadas favorecen la mezcla.

El calor se mueve por conducción, convección y radiación. La radiación y la conducción son efectivos en la transmisión vertical del calor desde la superficie de la Tierra, pero son ineficientes en el sentido horizontal. El agua, al igual que el aire, es un fluido que puede transmitir calor de un lugar a otro. Los meteorólogos tienen diferentes términos para los movimientos horizontales y verticales del fluido, **el movimiento en dirección vertical se llama convección hacia arriba y subsistencia hacia abajo, al movimiento en la dirección horizontal se le llama advección**. La convección contribuye, junto con la radiación y la conducción, al movimiento del calor en dirección vertical, pero la advección es casi el único proceso que contribuye al transporte horizontal del calor sobre la superficie de la tierra.

El agua es cerca de 1000 veces más densa que el aire. Debido al hecho de que la cantidad de energía térmica transportada por un fluido en movimiento es proporcional a su densidad, un volumen de agua transporta cerca de mil veces más calor que el mismo volumen de aire. La tasa de transporte de calor se llama flujo de calor, y es medido en Joules de energía por unidad de área y tiempo, o sea que la tasa a la que este calor es transportado es proporcional a la rapidez del movimiento (la velocidad del aire en la atmósfera o la velocidad de la corriente en el océano). Debido a que la velocidad del viento es típicamente del orden de 10 m/s y las corrientes de deriva son del orden de los centímetros por segundo, la velocidad del aire es miles de veces más grande que la velocidad de la corriente. Por lo tanto, el aire se mueve miles de veces más rápido que el agua, pero transporta solamente 1/1000 del calor por unidad de volumen, lo que sugiere que el agua es tan importante como el aire en el movimiento del calor alrededor del planeta. (Takle, 1997).

Hay dos tipos de corrientes en el océano: las **corrientes superficiales**, que constituyen el 10% del agua del océano y se encuentran desde los 400 m hacia arriba y las **corrientes de agua profunda o la circulación termohalina** que afectan el otro 90% del océano.

Las corrientes oceánicas están influenciadas por fuerzas que inician el movimiento de las masas de agua, estas son: el calentamiento solar y los vientos. El balance entre otro tipo de fuerzas influye en la dirección del flujo de las corrientes, la fuerza de Coriolis (que es siempre hacia la derecha en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Hemisferio Sur) y la gravedad la cual se dirige hacia el gradiente de presión. Estas corrientes marinas se conocen como Corrientes Geostroficas, (del griego strophe, giro: fuerzas provocadas por la rotación de la tierra).

La siguiente figura ilustra las principales corrientes en los océanos del mundo. Localice el ecuador y la dirección general de los movimientos en los Hemisferios Norte y Sur. En el Hemisferio Sur se identifican dos patrones de circulación importantes, en el sentido contrario a las manecillas del reloj, sobre el Pacífico y el Atlántico Sur. El Océano Índico, al oeste de Australia, posee otras circulaciones de menor magnitud localizadas en el

El efecto Coriolis

El efecto de la fuerza de Coriolis se puede entender considerando la circulación oceánica como si fuera vista desde el Polo Norte (ver figura adjunta). La ley de conservación del momento dice que en ausencia de fuerzas, el momento de un objeto no cambia (Primera Ley de Newton). Supongamos que una parcela de agua (o aire) que tiene alguna de sus componentes de velocidad hacia el ecuador la movemos a una distancia considerable del eje polar. Debido a la rotación de la Tierra, la velocidad total de la parcela se incrementa (y aparentemente viola la primera Ley de Newton) a menos de que se mueva en la dirección opuesta a la rotación, como se muestra, y siga una ruta que recurva hacia la derecha. Una parcela que se mueva hacia el eje

Mar de Arabia y la Bahía de Bengala en el Norte. Estos patrones de circulación contribuyen a crear el flujo oeste-este alrededor del casi circular continente Antártico, y este-oeste sobre el Ecuador.

Los patrones de circulación, en el sentido de las manecillas del reloj en el Hemisferio Norte, incluyen un giro único en el Atlántico Norte y dos celdas en el Pacífico Norte. Sobre los 40°N, los patrones de circulación se vuelven complicados debido a las interacciones con los continentes y con el Océano Ártico, pero a pesar de que existen circulaciones pequeñas, el sentido de rotación (a favor de las manecillas del reloj) se mantiene.

Una consecuencia interesante de esta circulación es que, en ambos hemisferios, las costas Oeste de los continentes, generalmente tienen flujos hacia el Ecuador y las costas Este tienen flujos hacia los polos. Esto sugiere que las costas Oeste de los continentes tendrán aguas más frías comparadas con las costas Este a la misma latitud. La rotación en las mayores cuencas oceánicas está dominada por una combinación del estrés del viento sobre la superficie del océano y la fuerza de Coriolis (debido a la rotación de la Tierra).

- **Patrones de viento**

Debido a la rotación de la Tierra, todo lo que se mueve en su superficie no sigue una línea recta. Los vientos son los responsables de producir las olas y las corrientes en el océano. A su vez es el calentamiento solar lo que impulsa los vientos. La mayor energía solar se recibe en el Ecuador, por eso el aire es más caliente en el Ecuador y más frío en los polos. El aire caliente, por ser menos denso, se eleva en el Ecuador, por lo que se forma una baja presión. Según el aire caliente se aleja del Ecuador hacia el norte o hacia el sur, se enfría y se torna más densa y baja. Esto ocasiona un gradiente de presión y otra masa de aire tiene que remplazarlo, ocasionando el viento. Entonces se forma una celda de circulación o de convección.

Cuando el aire caliente del Ecuador asciende se forman las calmas ecuatoriales (“doldrums”) y al ser reemplazado por aire de latitudes más altas, se forman los Vientos Alisios (“Trade Winds”). Estos soplan del noreste y sureste desde las altas presiones subtropicales hacia las bajas presiones tropicales del Ecuador. Estos vientos son constantes y traen las típicas brisas del noreste a Puerto Rico. Los otros vientos también son impulsados por la energía solar, pero tienden a ser más variables que los alisios.

- **Corrientes Termohalinas**

El término termohalino proviene del griego, “thermos” es caliente, y “alinos” es salino. Las corrientes de agua profunda o la circulación termohalina comprenden el 90% de las corrientes del océano. De ninguna manera las aguas profundas están estancadas, sino que son dinámicas. Estas aguas se sumergen hacia las cuencas oceánicas ocasionadas por fuerzas de cambios en densidad y la gravedad.

Las diferencias en densidad son reflejo de las diferencias en temperatura y salinidad. Las corrientes de aguas profundas se forman donde la temperatura del agua es fría y las salinidades son relativamente altas. La combinación de altas salinidades y bajas temperaturas afectan la densidad del agua tornándola más densa y más pesada provocando que se hunda. Esto ocurre en las zonas polares, y al hundirse se desplazan hacia las zonas ecuatoriales. El agua de las zonas ecuatoriales, en cambio, es cálida y tiende a desplazarse hacia las zonas polares a través de la superficie. La disolución de oxígeno es mayor en aguas frías. Al sumergirse estas aguas transportan oxígeno a las aguas profundas. Esta fuente de oxígeno permite la existencia de la vida en aguas oceánicas profundas.

- **Presión atmosférica**

Es el peso que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre. Se expresa en *milímetros de mercurio* (mm) o *hectopascuales* (hpa) y se mide con un instrumento que se llama *barómetro*. La *presión normal* a nivel del mar es de 760 mm o 1.013 hpa. El físico italiano Torricelli, en 1643, llegó a la conclusión que la atmósfera, al nivel del mar y a 0°C de temperatura, ejercía una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 760 mm de altura.

Cuando la presión aumenta, por ejemplo a 775 mm o 1.015 hpa, se dice que tenemos *alta presión* y cuando los valores disminuyen se habla de *baja presión*. Cuando el aire asciende, se enfría con la altura. Al disminuir su temperatura se comprime, desciende y ejerce mayor

presión. Desde estas zonas de alta presión, el aire circula atraído por las zonas de baja presión, en donde rellena ese vacío de aire restableciendo el equilibrio de la atmósfera.

El viento es el aire en movimiento que se desplaza desde los *centros de alta presión o anticiclones*, hacia los de *baja presión o ciclones*. Cuanto mayor es la diferencia de presión entre un centro y otro mayor será la velocidad del viento. En la zona ecuatorial, las altas temperaturas son constantes, las masas de aire son más livianas y ejercen menor presión.

Estas zonas constituyen *áreas de baja o centros ciclónicos permanentes*. Por el contrario, las *zonas polares*, se caracterizan por bajas temperaturas permanentes, por ende, las masas de aire se comprimen y ejercen una mayor presión, se determinan *áreas de alta presión o centros anticiclónicos permanentes*. A los 30° de latitud, en ambos hemisferios, existen *centros permanentes de alta presión* y a los 60° de latitud norte y sur se ubican *zonas de baja presión permanentes*. Los anticiclones permanentes emiten *vientos permanentes* que soplan en forma continua durante todo el año y siempre en la misma dirección.

- **El ciclo del agua**

El agua es esencial para la vida y ocupa el 71% del planeta Tierra. Hoy se considera como el recurso más preciado. Así como el Sol, es un agente primordial del clima. El agua que sale de la canilla, la que corre por las veredas y parques cuando llueve, la que baña las vertientes para llegar a una laguna, lago, río o mar, sólo constituye una pequeña parte de la que existe en el Planeta. El 95% del agua está, químicamente, confinada en las rocas, especialmente cristalinas y no puede ser utilizada por el hombre. Sólo el 5%, que constituye el ciclo del agua, está disponible para la vida de la Tierra. No obstante, esta disponibilidad es relativa. El agua salada, la de los océanos, cuya profundidad supera los 10 km representan el 97,4% de las reservas disponibles. El agua dulce o menor dicho, la de bajo tenor salino, es sólo el 2.6% y se encuentra en forma sólida (glaciares e inlandsis). El agua directamente utilizable es el 0.6% del agua movilizable y se encuentra bajo forma de vapor de agua contenida en la atmósfera, en agua subterránea y en la humedad del suelo.

Es sobre los océanos donde se realiza lo esencial de la evaporación y de las precipitaciones. Una parte de ellas llegan a los continentes donde es captada por las plantas, el suelo y se escurre en forma superficial y profunda constituyendo los reservorios de aguas subterráneas. Otra parte llega a los ríos y a los mares y océanos volviendo a recomenzar el ciclo.

4.14 La desigual distribución de las precipitaciones y los factores latitud y altitud

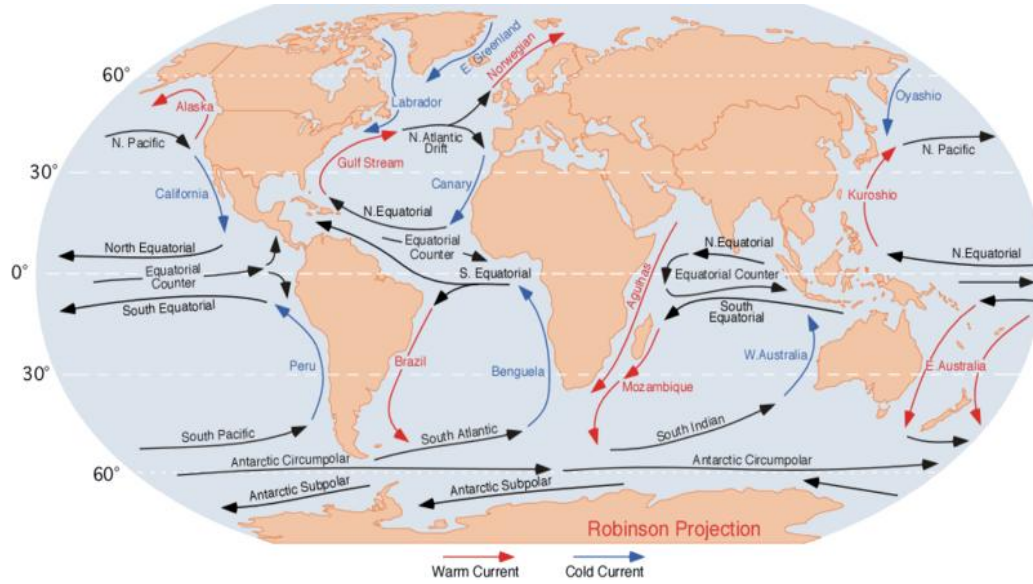
Las precipitaciones son otro de los elementos a tener en cuenta para clasificar los climas. Tres factores determinan básicamente la distribución de la precipitación total anual en la Tierra: latitud, continentalidad y relieve. El factor *latitud* se aprecia al observar el mapa en el que se representa la distribución de las precipitaciones anuales. Las *isoyetas*, líneas que unen puntos que reciben igual cantidad de precipitación, delimitan los grandes "cinturones de lluvia" de clara disposición latitudinal.

La zona ecuatorial, bajo el dominio de la "zona de convergencia intertropical", recibe abundantes y continuas lluvias durante todo el año, más de 2.000 mm. En las zonas tropicales húmedas oscilan entre 2.000 y 500 mm de precipitación, disminuyendo a medida que se avanza en latitud ya que debido al vaivén de la convergencia intertropical parte del año están bajo su influencia y parte bajo la influencia de los anticiclones tropicales. En las zonas tropicales secas las precipitaciones descienden progresivamente hasta ser inferiores a 250 mm anuales en los desiertos subtropicales.

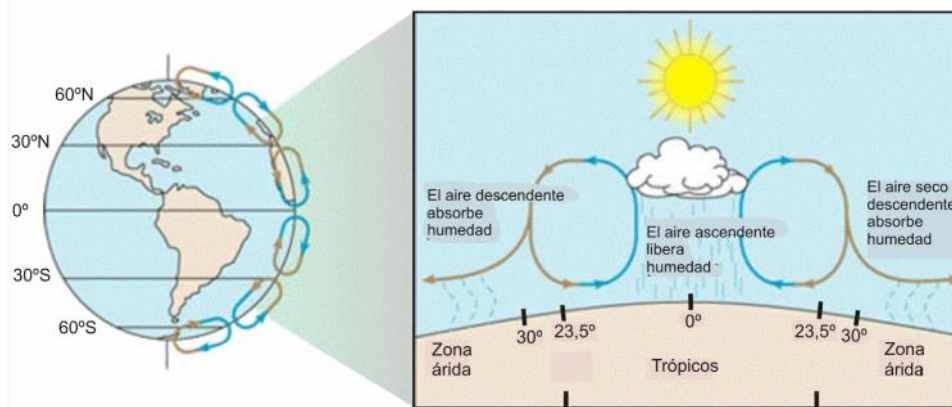
La cantidad de precipitación aumenta progresivamente en latitudes medias, donde llega a superar los 1.000 mm. Estas precipitaciones van siempre asociadas a las borrascas del frente polar. Finalmente, en las zonas polares, las precipitaciones descienden de nuevo hasta menos de 250 mm, debido a las masas de aire con bajo contenido en vapor de agua. La continuidad de los cinturones de lluvia de disposición latitudinal se rompe por efecto de la *distribución de mares y continentes*. De forma muy general puede decirse que el litoral recibe mayor cantidad de precipitaciones que el interior de los continentes aunque son notables las diferencias entre las costas.

En latitudes bajas -zona ecuatorial y tropical-, las fachadas orientales de los continentes reciben mayor cantidad de lluvia que las occidentales por influencia del alisio marítimo, de los

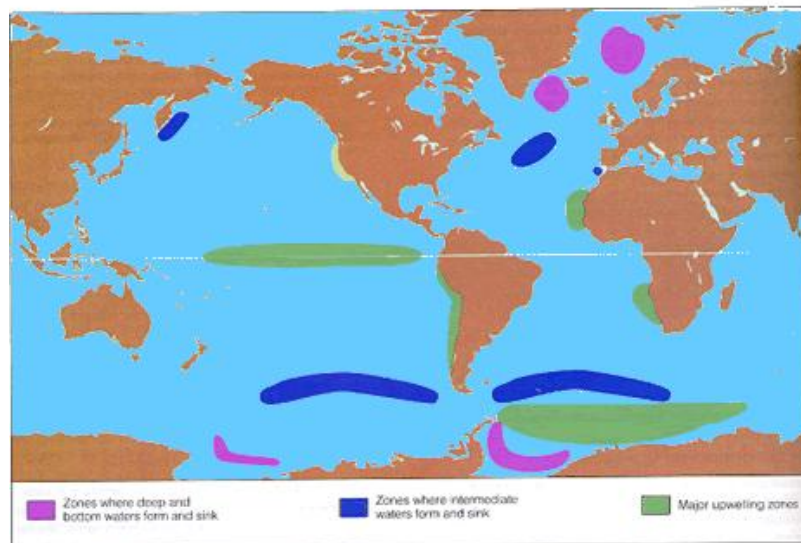
Patrones de Circulación



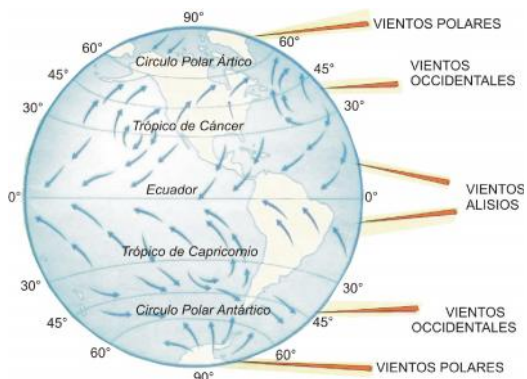
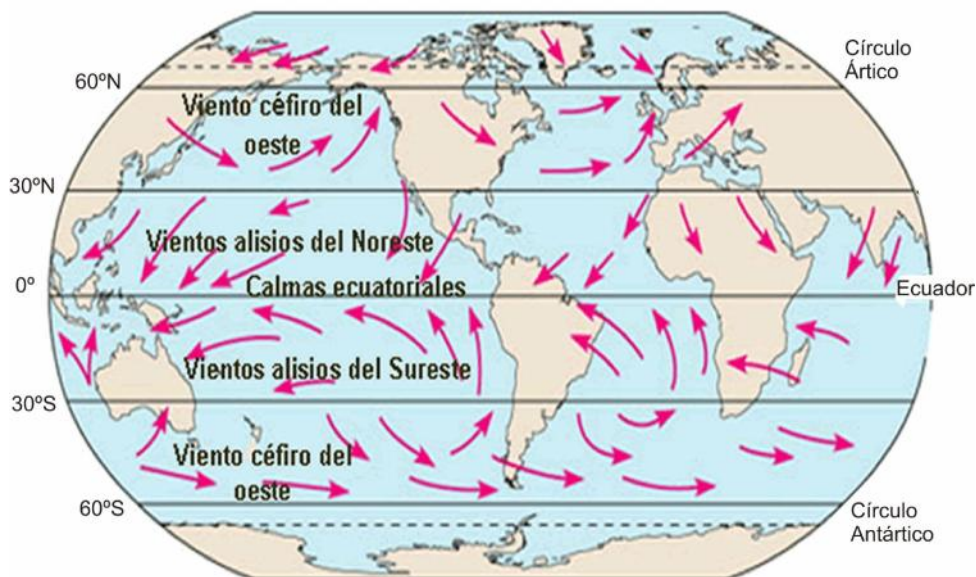
Circulación Global del Aire y Patrones de Precipitación



Corrientes Termohalinas



Patrones Globales del Viento



<http://faditareasmyfacil.blogspot.com.ar/2011/06/el-ciclo-del-agua.html>

Sigue la misma consigna.

<http://vocabulariogeografico.blogspot.com.ar/2011/10/presion-atmosferica.html>

<http://antoniasociales.blogspot.com.ar/p/3-eso-geografia-fisica.html>

monzones y de las corrientes cálidas marinas. En latitudes medias, la fachada occidental es la que recibe mayores precipitaciones, como consecuencia del dominio general de vientos del Oeste y del influjo de las corrientes marinas cálidas. Por el contrario, las costas orientales, afectadas por corrientes frías y por un viento del Oeste que se ha desecado al atravesar el continente, son mucho más secas.

La *altitud*, al menos hasta cierto nivel, acrecienta las precipitaciones, por lo que la presencia de cadenas montañosas distorsiona aún más la disposición latitudinal de las lluvias. En general puede establecerse que la montaña es una isla más húmeda que su entorno, aunque presenta diferencias claras, entre una y otra de sus vertientes, según cuál sea la expuesta a los vientos dominantes. Las áreas situadas al pie de la vertiente de barlovento y la propia vertiente son mucho más húmedas que las zonas situadas a sotavento. Por estas características, a las que se debe sumar la peculiaridad de su régimen térmico y el descenso de la presión al aumentar la altitud, la montaña constituye un enclave meteorológica y climáticamente diferenciado de las características regionales o zonales que le corresponderían.

Los tipos de lluvias pueden clasificarse en:

- *Convectivas*: Se producen en las zonas cálidas y húmedas cercanas al Ecuador debido a que las altas temperaturas originan una constante evaporación. El aire cargado de humedad asciende, por lo que disminuye progresivamente su temperatura y se condensa, hasta que las nubes por su peso no se sostienen más y precipitan. Esto sucede, por ejemplo en la selva amazónica.
- *Orográficas*: Cuando una masa de aire húmedo encuentra a su paso montañas, éstas la obligan a ascender. A medida que sube, disminuye su temperatura hasta llegar al punto de saturación y precipita. Ej: selva de las Yungas, Sierras Subandinas, Argentina.
- *Ciclónicas o de frentes*: Se producen frentes de tormenta, cuando se encuentran masas de aire cálidas húmedas con otras frías y secas. Las masas de aire frías y secas, por ser más pesadas, se colocan por debajo de las cálidas y húmedas, las que al ascender se enfrían rápidamente precipitando su humedad en lluvias torrenciales. Los frentes que dan lugar a un tipo de borrascas móviles y generadoras de lluvias pueden ser de 3 tipos: frío, cálido y ocluido. Ej. Llanura pampeana.

La humedad atmosférica. Es la presencia de *vapor de agua* en la atmósfera. El ciclo hidrológico tiene 4 etapas fundamentales: evaporación, condensación, precipitación y escurrimiento.

- La *humedad absoluta* es la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera. Se expresa en gramos de vapor de agua por cada metro cúbico de aire.
- *Humedad relativa* es la relación entre la cantidad de vapor de agua que se halla en el aire y la máxima capacidad que podría contener a la misma temperatura. Esta relación se expresa en %, por ejemplo, cuando hay 40% de humedad relativa, significa que todavía le queda capacidad para absorber un 60% más. Cuando la humedad llega al 100% significa que el aire está *saturado*.

4.15 Los climas y sus variedades - (Resumido; consultar otros textos. Cartografía en Mapoteca).

Los **climas cálidos**⁵ tienen unas temperaturas muy elevadas, superiores a 22° de media anual. Sus paisajes son muy variados y sus diferencias dependen de las lluvias. Los climas cálidos se localizan a ambos lados del ecuador. Desde el ecuador a los trópicos se suceden los tres tipos principales de clima cálido: el clima ecuatorial, el tropical y el monzón.

Clima de Estepas y de Desiertos: A la altura de los trópicos aparecen unos climas cuyo rasgo definitorio es la aridez, que determina enormes extensiones de suelo sin vegetación alguna, desorganización o ausencia total de redes fluviales, así como una bajísima densidad de población animal y humana. En los desiertos tropicales las precipitaciones anuales son inferiores a 100 mm anuales. La causa principal de esta falta de lluvias radica en las altas

⁵ <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0151-01/capitulos/cap7.html>

presiones subtropicales, a lo que se suman la continentalidad, las grandes barreras montañosas y las corrientes marinas frías. Se distinguen dos tipos de desierto tropical:

- **Continental.** El elemento condicionante del régimen termopluviométrico, además de las altas presiones, es la continentalidad que acentúa la sequía y la oscilación térmica diaria. En una atmósfera con muy escasa cantidad de vapor de agua (humedad relativa 25% a 30%) el calentamiento del suelo durante el día es muy intenso alcanzándose temperaturas de hasta 50° C. Durante la noche la irradiación de calor es también muy fuerte, pudiendo descender la temperatura hasta los 0° C e incluso menos.

Las escasas precipitaciones que se registran son debidas a la penetración esporádica de aire marítimo ecuatorial o tropical en las márgenes del desierto, que ocasiona lluvias de tipo torrencial. Es normal que de muy tarde en tarde caiga en pocas horas una cantidad mayor de lluvia que el total de uno o varios años. El caso más extremado y característico de este tipo de desierto es el Sahara, cuyo margen meridional registra precipitaciones ligeras originadas por la zona de convergencia intertropical en su desplazamiento estival hacia el Norte, mientras que la margen septentrional las recibe del frente polar, que muy ocasionalmente alcanza estas regiones en su avance invernal hacia el sur.

Así, en los bordes del desierto aparecen estrechas franjas esteparias que flanquean no sólo éste sino todos los desiertos y constituyen zonas de transición hacia climas menos secos. Tan escasa cantidad de lluvias permite sin embargo la existencia de vegetación discontinua en el espacio, raquílica y pobre, compuesta por plantas xerófilas, adaptadas a la escasez de agua. Estas plantas, vestigios residuales de las que en épocas anteriores -más húmedas- poblaron las zonas que hoy son estepas y desiertos, subsisten gracias a haberse adaptado a un medio cada vez más hostil, reduciendo su ciclo vegetativo, endureciendo sus tallos y hojas, desarrollando su capacidad para almacenar agua en hojas carnosas, etc.

- **Costero.** Estas franjas costeras reciben la influencia de los anticiclones marítimos subtropicales que emiten vientos subsidentes muy estables y secos. Al descender sobre las aguas del océano recorridas por las corrientes frías -la de Humboldt en Chile, la de Benguela en Namibia, la de Canarias en la costa Oeste africana-, estos vientos se enfrían, pero su bajo contenido en vapor de agua únicamente permite que, al abordar el continente, produzcan nieblas y rarisima vez lluvias. Gracias a estas nieblas pueden subsistir algunas plantas que como la *Tillandsia*, han sido capaces de adaptarse para obtener directamente del aire la humedad necesaria para su desarrollo.

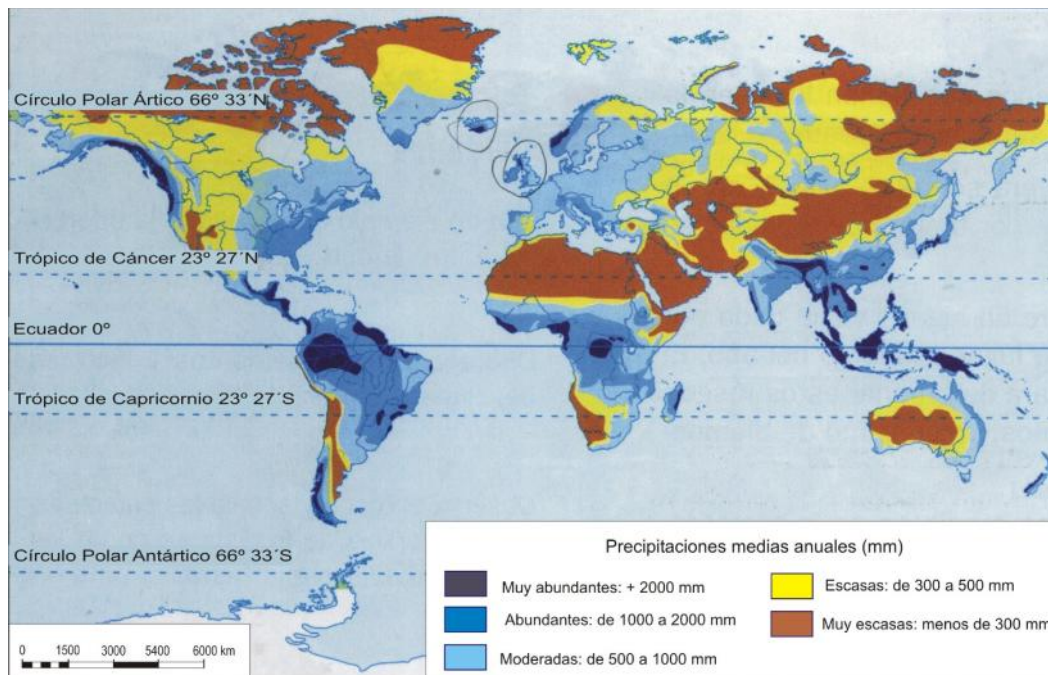
El efecto más importante de las corrientes marinas es que moderan las temperaturas, de forma que la variación entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío no suele ser superior a 6° C, y las amplitudes térmicas diarias son muy bajas. Este es el rasgo más importante que caracteriza el régimen térmico de los desiertos costeros tropicales frente al de los desiertos continentales.

Los climas templados y sus paisajes: Los climas templados son los más favorables para las personas. Se caracterizan por sus temperaturas suaves y por la sucesión de cuatro estaciones bien diferenciadas por las temperaturas y las precipitaciones: primavera, verano, otoño e invierno. Este grupo de climas abarca una faja de tierras amplia y continua en el Hemisferio Norte y estrecha y discontinua en el hemisferio Sur. Todos obedecen a un mecanismo común: el dominio de los vientos del Oeste, con las perturbaciones del frente polar en superficie, y la corriente en chorro en altura. Esto no significa que sean uniformes, pues existen marcadas diferencias entre ellos debidas no solo a su posición en latitud, sino también, y muy especialmente, a su distribución en los continentes. Resulta, pues, muy importante diferenciar entre fachadas:

- Oeste con Clima mediterráneo: En las fachadas Oeste, entre 30° y 45° de latitud, se da un clima de verano seco y temperaturas suaves.
- Fachada Este con Clima chino: En las fachadas orientales y a la misma latitud y más baja que donde se da el clima mediterráneo, se produce un clima, también de transición entre el tropical húmedo y el continental de latitudes medias, denominado de tipo chino. Se caracteriza por copiosas lluvias de verano originadas por los alisios procedentes de los anticiclones oceánicos que, al hallarse muy alejados de estas fachadas, llegan a ellas cargados de humedad e inestabilizados por su largo recorrido sobre los océanos.
- Y tierras continentales. Las precipitaciones en invierno están ocasionadas por el frente polar, aunque esporádicas invasiones de aire polar continental producen tiempo despejado y olas de frío con fuerte heladas que devastan los cultivos, en su mayoría de tipo tropical.

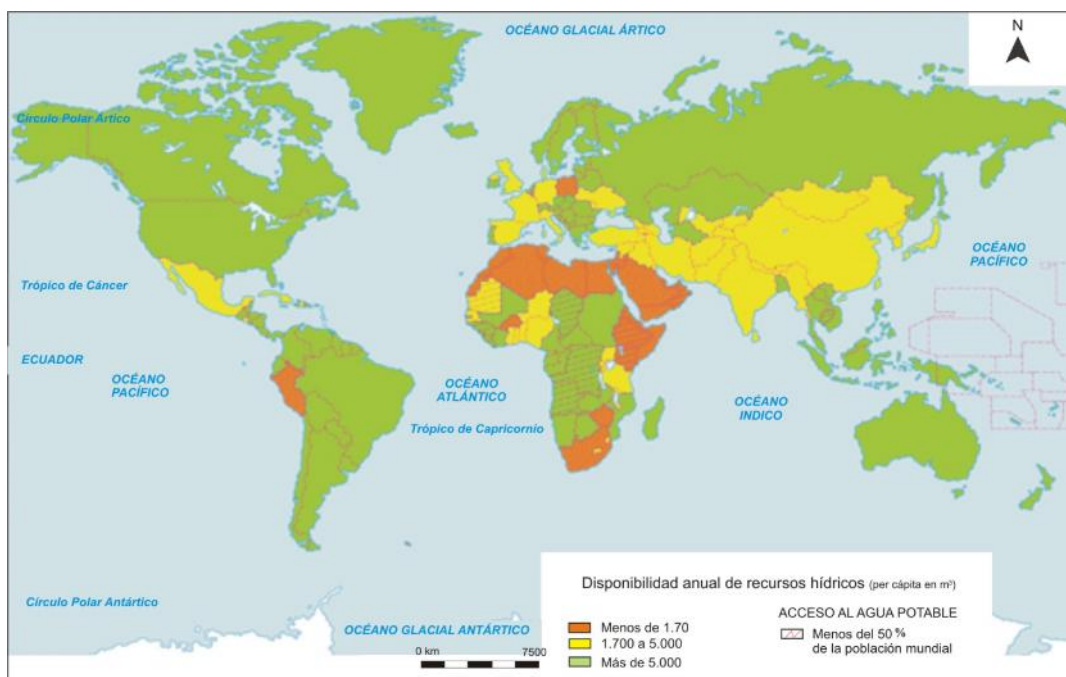
Clima oceánico: La fachada occidental de los continentes, entre aproximadamente 45° de latitud y los Círculos Polares, presenta un clima que responde al dominio permanente de las perturbaciones del frente polar. Este clima se desarrolla especialmente en Europa, ya que la

Distribución de las precipitaciones anuales



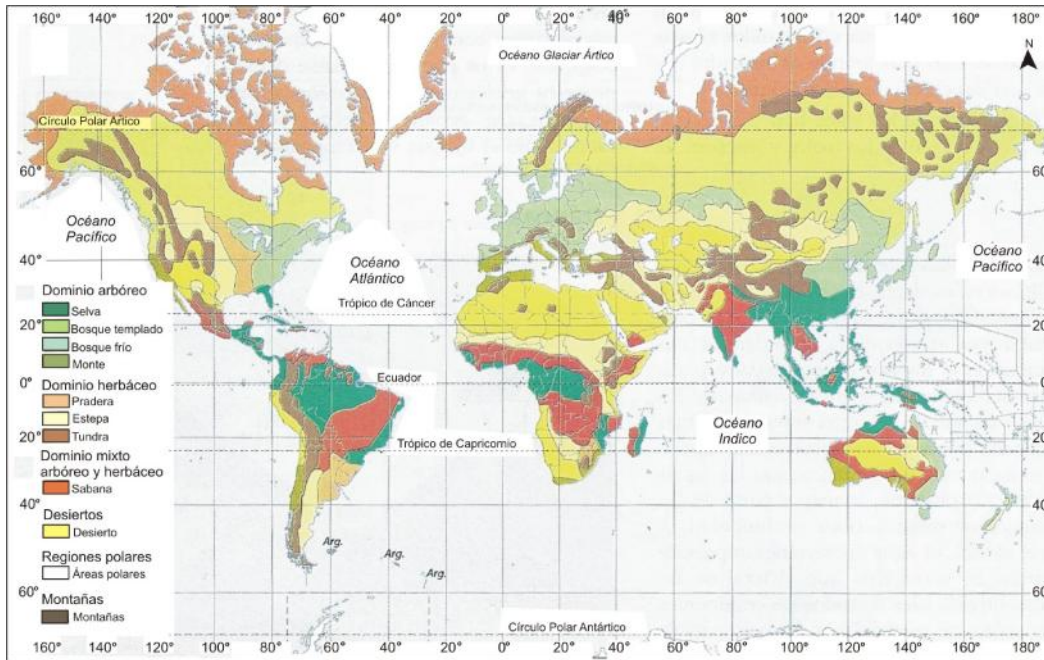
<http://4.bp.blogspot.com/-yMFNkNBINk/UGDziflMhXI/AAAAAAAAAAk/TGzj2ugCo/s1600/Precipitaciones+medias+anuales+de+la+Tierra.jpg>

Disponibilidad anual de recursos hídricos



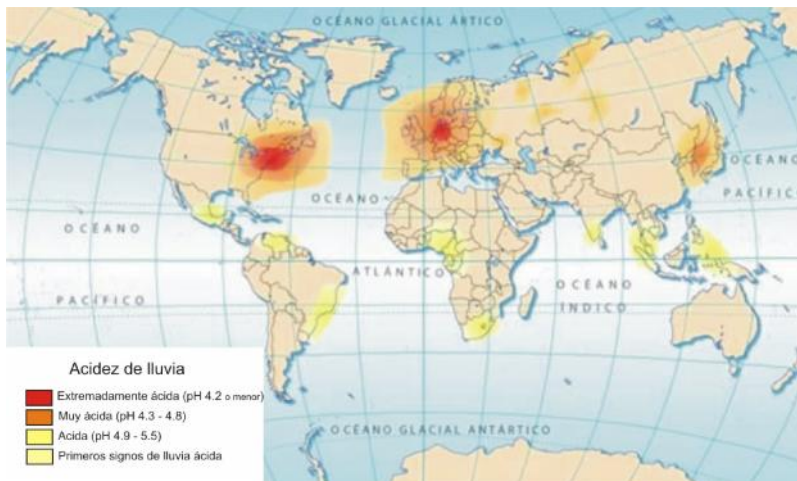
Los primeros resultados han demostrado que el 96% de las reservas mundiales de agua dulce se encuentran bajo tierra y la mayoría de estas se ubican en las zonas fronterizas entre varios países. Principalmente los 273 lugares donde se encuentran dichas reservas están repartidos en la siguiente manera: 68 entre América del norte y América Latina, 38 en África, 90 en Europa del oeste, 65 en Europa del este y 12 en Asia. En el mapa, verde: abundancia, amarillo: cantidad baja, naranja: escasez. <http://mentesgalacticas.blogspot.com.ar/2012/01.html>

Los biomas de las tierras emergidas



Fuente: www.dad.uncu.edu.ar/upload/e-tipos-de-clima-y-biomas.doc, modificado 2013

| TIPO DE CLIMA | VARIEDAD | CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD | BIOMAS |
|---------------|---|---|--|
| Cálido | - Ecuatorial - Tropical - Subtropical: con estación húmeda y sin estación húmeda. | Temperaturas medias superiores a 20°C. Ausencia de invierno térmico. Precipitaciones que oscilan entre abundante y excesivas. | Selva tropical. Sabana. |
| Templado | - Oceánico - Transición - Continental | Temperaturas medias entre 10° y 20° C. Las variedades están diferenciadas por la humedad en relación con la distancia al mar, por lo que las precipitaciones varían de escasas a abundantes. Diferenciación entre las cuatro estaciones. | Bosque templado caducifolio. Pradera. Bosque mediterráneo. |
| Frío | - Oceánico - Continental - Nival y polar - De montaña | Temperaturas medias inferiores a 10° C. Ausencia de verano térmico. Precipitaciones que varían de suficientes a escasas, principalmente en forma de nieve | Tundra. Taiga. |
| Árido | - Cálido - Templado - Frío | Grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales. Precipitaciones escasas y/o insuficientes. | Desierto. |



El término **lluvias ácidas** designa las aguas meteóricas (precipitaciones líquidas o sólidas y niebla) que están contaminadas en la atmósfera. La composición química se caracteriza por su acidez y deterioran el ambiente. Mientras menor es el pH, más ácida es el agua. Los contaminantes que las acidifican son principalmente el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos de nitrógeno. La lluvia ácida es un asunto de significativo interés ambiental y económico en el mundo.
<http://www.monografias.com/trabajos36/lluvia-acida/lluvia-acida.shtml>

inexistencia de obstáculos montañosos permite la entrada de las borrascas oceánicas en el interior del continente, a diferencia de América, donde las Rocosas y Los Andes limitan esta influencia a una estrecha franja costera.

Estas zonas carecen de estación seca porque se encuentran fuera del alcance de los anticiclones subtropicales. Las temperaturas son moderadas por la influencia del océano, a descenso a medida que se avanza en latitud y se penetra en el continente. Aparece una asociación vegetal, el bosque caducifolio, compuesta por especies (haya, roble, abedul, arce) que endurecen sus tallos y pierden sus hojas como adaptación a los fríos invernales.

En las zonas muy azotadas por el viento y en aquellas otras en que la acción humana - pastoreo, roza-, el bosque se ve suplantado por formaciones bajas de matorral y hierba. Hacia el interior y en dirección Sur, desciende el total anual de precipitaciones y comienza a aparecer un verano corto y más seco que el invierno, que marca la transición al clima mediterráneo de latitudes más bajas.

Clima continental: Hacia el interior también, pero en dirección Norte, la estación seca es el invierno, debido a la instalación sobre el continente de un anticiclón frío y seco de origen térmico -anticiclones de Siberia y Canadá- que impide la penetración de las borrascas oceánicas. Estas solo alcanzan a producir algunas precipitaciones en forma de nieve en los pocos momentos de debilidad del anticiclón. La nieve caída durante el invierno, poco abundante, forma una capa de poco espesor pero persistente, al mantenerse las temperaturas invernales muy bajas: de -20° C. a -40° C... en enero según la latitud. Durante el verano, la desaparición del anticiclón continental permite la penetración del flujo de aire oceánico que modera las temperaturas y permite precipitaciones en forma de lluvia, tanto más cuantiosas y regulares cuanto más al Oeste. Este tipo de clima presenta sus rasgos más nítidos en el interior de los continentes, pero se extiende hasta las fachadas orientales, si bien es cierto que éstas reciben algunas precipitaciones invernales por la proximidad del océano. En las fachadas orientales, a medida que se desciende en latitud, va moderando sus características hasta dar paso a los climas de tipo chino.

La vegetación se dispone en bandas que se adaptan a los progresivos cambios de las características climáticas. Hacia el interior y por efecto de la continentalidad, el bosque da paso paulatinamente a la *pradera de gramíneas* con algunos árboles dispersos apta para la agricultura, especialmente cereales, al darse sobre suelos muy fértiles ("suelos negros"). De este tipo son las conocidas regiones cerealistas de Ucrania, del centro de América del Norte y de la Pampa argentina.

En estas zonas el principal riesgo para las cosechas está en el encharcamiento del suelo en verano debido al exceso de precipitaciones. En su zona más meridional, la pradera da paso a las *estepas* y los *desiertos fríos* del interior de los continentes. A mayor latitud, el bosque caducifolio y la pradera son sustituidos por grandes masas forestales de coníferas, la *taiga*. Esta formación boscosa, compuesta por especies como el abeto, el alerce y distintas variedades de pino, forma una banda de costa a costa en Eurasia y América del Norte. Una característica de este bosque es su homogeneidad floral, que facilita y hace rentable su explotación económica. De la taiga procede gran parte de la madera destinada a la obtención de celulosa (fabricación de papel).

Los climas fríos y sus paisajes

Climas polares: Más allá de los Círculos Polares, la característica diferencial de los climas es la ausencia de verano; en ello radica su originalidad. Por esta razón, zonas como el Norte de Siberia no pueden ser consideradas como polares, pues a pesar de sus bajas temperaturas, poseen un corto verano. Dentro de los climas polares hay que distinguir los bordes continentales del norte de Eurasia y América -donde se ponen en contacto las masas de aire polar marítimo y las polares continentales- de las zonas interiores de Groenlandia y la Antártida, dominadas por altas presiones.

En los bordes continentales, el frente que separa ambas masas de aire da lugar a abundantes precipitaciones en forma de nieve. Las temperaturas, aunque moderadas algo por la influencia marina, son muy bajas; en consecuencia el suelo está permanentemente helado. Sólo se deshiela superficialmente durante dos o tres meses al año en los que las temperaturas rebasan apenas los 0° C; se forman entonces grandes barrizales y se producen corrimientos de

147 -

tierra que en las áreas habitadas constituyen un grave problema (vías de comunicación, edificios). El corto período de temperaturas superiores a 0° C, aunque inferiores siempre a 10° C, permite la existencia de una formación vegetal de líquenes, musgos y plantas herbáceas, la tundra, que alterna a trechos con turberas y claros donde el suelo aparece desnudo. En las fachadas orientales de los continentes, la tundra desciende en latitud más que en las occidentales por la influencia de las corrientes marinas frías.

Sobre los casquetes de hielos perpetuos de la Antártida e interior de Groenlandia reina un clima glacial con temperaturas que en el mes menos frío no alcanzan los 0° C. La vegetación es imposible. El suelo está cubierto de hielo en capas espesas se cuartea y forma iceberg: bloques de hielo que flotan en los océanos y que se funden lentamente a medida que alcanzan latitudes más bajas, constituyendo un obstáculo para la navegación. Las precipitaciones, siempre en forma de nieve, son muy escasas (menos a 250 mm/año). Es la influencia de los anticiclones polares. Por ello, no sólo es imposible la vida vegetal, también la vida humana se hace difícil. Se limita a las estaciones científicas, en las que el ambiente es totalmente artificial.

Clima de montaña: Climas equivalentes a los polares en cuanto a temperaturas y precipitaciones se dan en las cumbres con nieves perpetuas y cubiertas por glaciares de algunas montañas de latitudes medias y bajas. La altitud produce el mismo efecto y origina condiciones similares.

La montaña es un elemento discordante con respecto a su entorno: presenta características que no aparecen en las tierras bajas como disminución de la presión y de la temperatura con la altura, mayor humedad, al menos hasta cierto nivel y mayor pureza del aire cada vez más enrarecido. La vegetación es también original y varía según tres factores fundamentales: la latitud a la que se halle la montaña, la altitud y la exposición de sus vertientes a los rayos solares y a los vientos dominantes.

4.16 El cambio climático⁶ y el efecto invernadero

- **El cambio climático**

De acuerdo a la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.

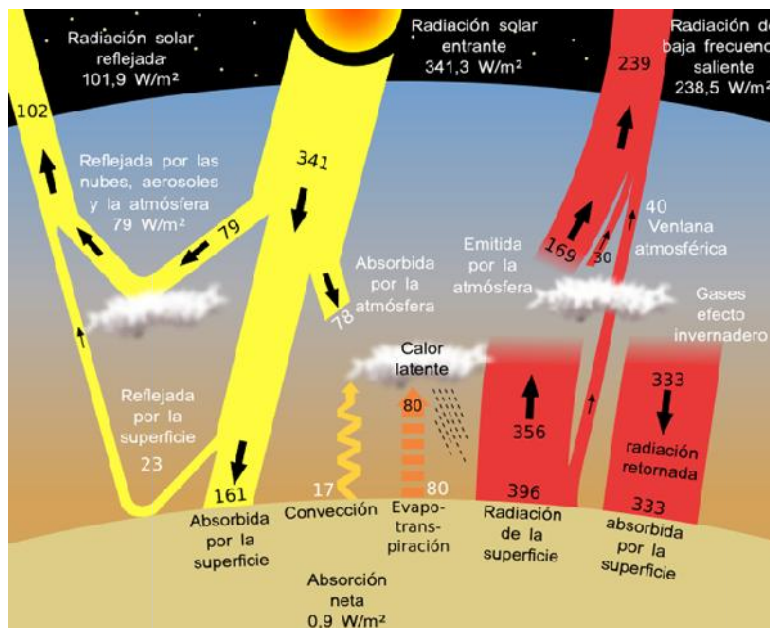
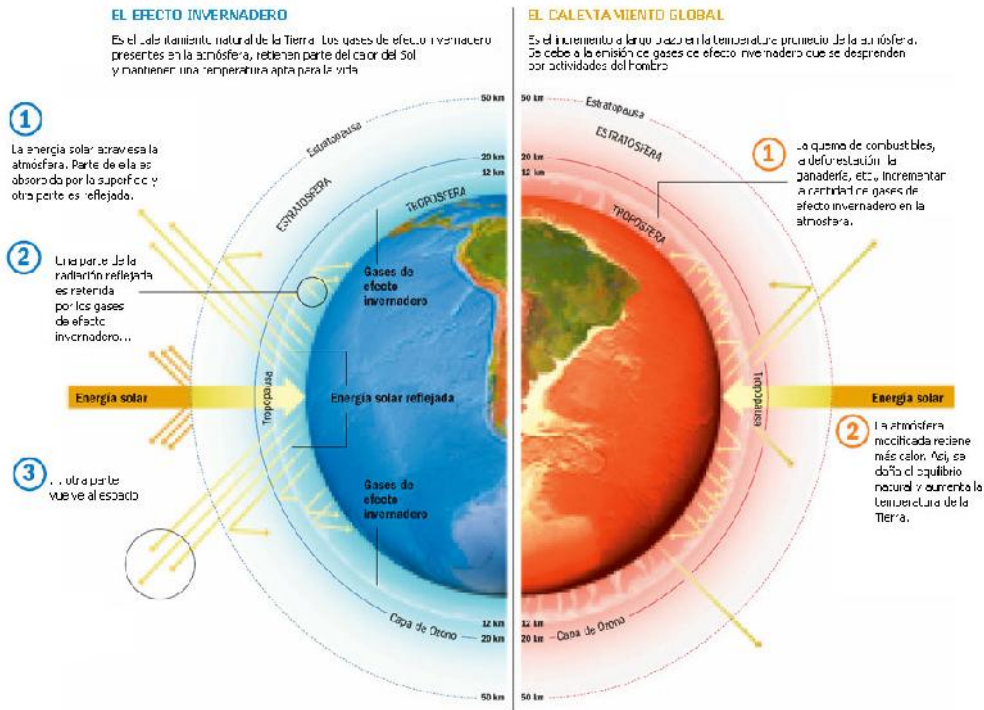
El cambio climático es, en parte, producto del incremento de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). No obstante existe una diferencia entre variabilidad climática (ej. el fenómeno del Niño) y cambio climático.

La variabilidad climática se presenta cuando con cierta frecuencia un fenómeno genera un comportamiento anormal del clima, pero es un fenómeno temporal y transitorio. El cambio climático, por otra parte, denota un proceso que no es temporal y que puede verificarse en el tiempo revisando datos climáticos (ej. la temperatura).

Los bosques ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la biodiversidad, limitan la erosión en las cuencas hidrográficas e influyen en las variaciones del tiempo y en el clima. Asimismo, abastecen a las comunidades rurales de diversos productos, como la madera, alimentos, combustible, forrajes, fibras o fertilizantes orgánicos. Una de las mayores amenazas para la vida del hombre en la Tierra es la deforestación. La deforestación lleva a un incremento del dióxido de carbono (CO₂) en el aire debido a que los árboles vivos almacenan dicho compuesto químico en sus fibras, pero cuando son cortados, el carbono es liberado de nuevo hacia la atmósfera. El CO₂ es uno de los principales gases "invernadero", por lo que el corte de árboles contribuye al peligro del cambio climático.

⁶

[//www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=3D100&Itemid=3D133&lang=Des](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=3D100&Itemid=3D133&lang=Des)



Balace calórico.

La deforestación, como todo proceso tiene sus causas fundamentales. Entre ellas pueden citarse: el cambio del uso del agua para actividades ganaderas y agrícolas, los incendios y enfermedades forestales o la tala incontrolada de árboles. En la actualidad, la deforestación de los bosques tropicales constituye una auténtica amenaza. Si analizamos estadísticamente tasas de deforestación en las distintas áreas ecológicamente importantes —bosques tropicales húmedos, bosques tropicales secos, bosques de llanura, bosques de montaña—, se puede

concluir que, en los últimos años, este proceso ha resultado mucho más intenso en las zonas secas y semiáridas, especialmente en las montañas.

Esto es comprensible, dado que las áreas de mayor altitud o más secas resultan más adecuadas para la ganadería. Los suelos de estas regiones, en general, son más ricos y fácilmente cultivables que los suelos viejos de las llanuras tropicales, prácticamente lavados de todo tipo de nutrientes. Además de las restricciones agronómicas, hay que tener en cuenta la limitación que supone para la colonización la presencia de diferentes enfermedades, como malaria o fiebre amarilla, mucho menos extendidas en zonas de montaña o secas que en áreas húmedas.

De acuerdo con las recomendaciones de las Naciones Unidas, existen diversas medidas encaminadas a frenar el proceso de deforestación. Por un lado, los programas forestales de cada país, los cuales deben hacer partícipes a todos los interesados e integrar la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos. Asimismo, las capacidades nacionales de investigación forestal deben mejorarse y crear una red para facilitar el intercambio de información, fomentar la investigación y dar a conocer los resultados de las distintas disciplinas.

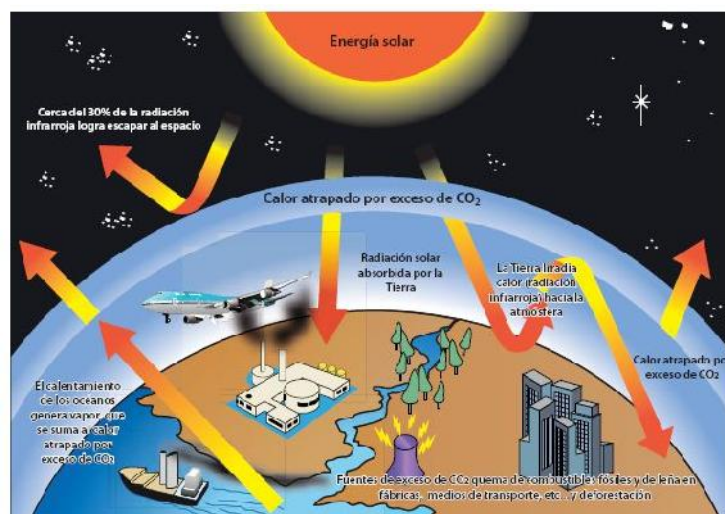
Es necesario llevar a cabo estudios que analicen las causas de la deforestación y degradación ambiental en cada país, y debe fomentarse la cooperación en temas de transferencia de tecnología relacionada con los bosques, tanto Norte-Sur como Sur-Sur, mediante inversiones públicas y privadas, empresas mixtas, etc. Por otro lado, se requieren las mejores tecnologías de evaluación para obtener estimaciones fidedignas de todos los servicios y bienes forestales, en especial los que son objeto de comercio general.

Mejorar el acceso al mercado de los bienes y servicios forestales con la reducción de obstáculos arancelarios y no arancelarios al comercio, constituye otra de las vías posibles, así como la necesidad de hacer un uso más efectivo de los mecanismos financieros existentes, para generar nuevos recursos de financiación a nivel nacional como internacional. Las políticas inversoras deben tener como finalidad atraer las inversiones nacionales, de las comunidades locales y extranjeras para las industrias sostenibles de base forestal, la reforestación, la conservación y la protección de los bosques.

Otro severo problema relacionado con el cambio climático es la expansión urbana descontrolada, la cual se presenta cuando la tasa de cambio del uso del suelo supera la tasa de crecimiento demográfico. Una serie de cambios demográficos y económicos están marcando la expansión de varias clases de nuevos conjuntos residenciales en América Latina. Desde grandes proyectos para sectores sociales de ingresos medios y bajos hasta las exclusivas "urbanizaciones enrejadas" (gated communities) para los grupos de altos ingresos, a veces estas áreas residenciales coexisten con grandes centros comerciales situados a lo largo de las autopistas principales. No obstante, en los asentamientos pobres de las ciudades latinoamericanas persiste la falta de equipamientos y servicios urbanos como el transporte público, suministro de agua municipal y alcantarillado, y vías de acceso adecuadas.

- **Efecto invernadero**

Se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios



Efecto Invernadero.

dotados de atmósfera. De acuerdo con la mayoría de la comunidad científica, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad humana. Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala mundial un efecto similar al observado en un invernadero.

Balance de Calor. La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol. Viene en forma de radiación electromagnética. El flujo de energía solar que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada constante solar. Su valor es de alrededor de $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ (1354 Watios por metro cuadrado según unos autores, $1370 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ según otros), lo que significa que a 1 m^2 situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan algo menos que $1,4 \cdot 10^3 \text{ J}$ cada segundo.

Para calcular la cantidad media de energía solar que llega a nuestro planeta por metro cuadrado de superficie, hay que multiplicar la anterior por toda el área del círculo de la Tierra y dividirlo por toda la superficie de la Tierra lo que da un valor de $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ que es lo que se suele llamar constante solar media

En un período suficientemente largo el sistema climático debe estar en equilibrio, la radiación solar entrante en la atmósfera está compensada por la radiación saliente. Pues si la radiación entrante fuese mayor que la radiación saliente se produciría un calentamiento y lo contrario produciría un enfriamiento. Por tanto, en equilibrio, la cantidad de radiación solar entrante en la atmósfera debe ser igual a la radiación solar reflejada saliente más la radiación infrarroja térmica saliente. Toda alteración de este balance de radiación, ya sea por causas naturales u originado por el hombre (antropógeno), es un forzamiento radiativo y supone un cambio de clima y del tiempo asociado.

Los flujos de energía entrante y saliente interactúan en el sistema climático ocasionando muchos fenómenos tanto en la atmósfera, como en el océano o en la tierra. Así la radiación entrante solar se puede dispersar en la atmósfera o ser reflejada por las nubes y los aerosoles. La superficie terrestre puede reflejar o absorber la energía solar que le llega. La energía solar de onda corta se transforma en la Tierra en calor. Esa energía no se disipa, se encuentra como calor sensible o calor latente, se puede almacenar durante algún tiempo, transportarse en varias formas, dando lugar a una gran variedad de tiempo y a fenómenos turbulentos en la atmósfera o en el océano. Finalmente vuelve a ser emitida a la atmósfera como energía radiante de onda larga. Un proceso importante del balance de calor es el efecto albedo, por el que algunos objetos reflejan más energía solar que otros. Los objetos de colores claros, como las nubes o las superficies nevadas, reflejan más energía, mientras que los objetos oscuros absorben más energía solar que la que reflejan. Otro ejemplo de estos procesos es la energía solar que actúa en los océanos, la mayor parte se consume en la evaporación del agua de mar, luego esta energía es liberada en la atmósfera cuando el vapor de agua se condensa en lluvia.



Svante Arrhenius (1859-1927)

Ganador del premio nobel, el sueco Arrhenius es conocido por su contribución a la fisicoquímica. Así, en 1889 descubrió que la velocidad de las reacciones químicas aumenta con la temperatura, en una relación proporcional a la concentración de moléculas existentes. En climatología, se dio a conocer por sus análisis sobre cómo el dióxido de carbono pueden contribuir al calentamiento de la tierra. Proclamo en 1896 a través de un artículo publicado que al doblar la concentración de CO_2 en la atmósfera podría llevar a un incremento de 5°C en la superficie de la tierra, una estimación que luego estimó a 4°C . Sin la ayuda de modernas supercomputadoras o conocimiento detallado sobre las características de absorción infrarroja del dióxido de carbono obtuvo estimaciones muy cercanas a las actuales.

Balance anual de energía de la Tierra desarrollado por Trenberth, Fasullo y Kiehl de la NCAR en 2008. Se basa en datos del periodo de marzo de 2000 a mayo de 2004 y es una actualización de su trabajo publicado en 1997. La superficie de la Tierra recibe del Sol 161 w/m^2 y del Efecto Invernadero de la Atmósfera 333 w/m^2 , en total 494 w/m^2 , como la superficie de la Tierra emite un total de 493 w/m^2 ($17+80+396$), supone una absorción neta de calor de $0,9 \text{ w/m}^2$, que en el tiempo actual está provocando el calentamiento de la Tierra.

La Tierra, como todo cuerpo caliente superior al cero absoluto, emite radiación térmica, pero al ser su temperatura mucho menor que la solar, emite radiación infrarroja por ser un cuerpo negro. La radiación emitida depende de la temperatura del cuerpo. En el estudio del NCAR han concluido una oscilación anual media entre $15,9^\circ\text{C}$ en julio y $12,2^\circ\text{C}$ en enero compensando los dos hemisferios, que se encuentran en estaciones distintas y la parte terrestre que es de día con la que es de noche. Esta oscilación de temperatura supone una radiación media anual

emitida por la Tierra de 396 W/m^2 . La energía infrarroja emitida por la Tierra es atrapada en su mayor parte en la atmósfera y reenviada de nuevo a la Tierra. Este fenómeno se llama Efecto Invernadero y garantiza las temperaturas templadas del planeta.

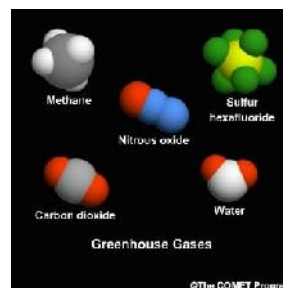
Efecto Invernadero. El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura agradable en el planeta, al retener parte de la energía que proviene del sol. A través de las actividades humanas se liberan grandes cantidades de carbono a la atmósfera a un ritmo mayor de aquel con que los productores y el océano pueden absorberlo, éstas actividades han perturbado el presupuesto global del carbono, aumentando, en forma lenta pero continua el CO_2 en la atmósfera; propiciando cambios en el clima con consecuencias en el ascenso en el nivel del mar, cambios en las precipitaciones, desaparición de bosques, extinción de organismos y problemas para la agricultura.

Gases como el CO_2 , ozono superficial (O_3), óxido nitroso (N_2O) y clorofluorocarbonos se acumulan en la atmósfera como resultado de las actividades humanas, derivando en un aumento del calentamiento global, esto ocurre porque los gases acumulados frenan la pérdida de radiación infrarroja (calor) desde la atmósfera al espacio. Una parte del calor es transferida a los océanos, aumentando la temperatura de los mismos, lo que implica un aumento de la temperatura global del planeta. Como el CO_2 y otros gases capturan la radiación solar de manera semejante al vidrio de un invernadero, el calentamiento global producido de este modo se conoce como efecto invernadero.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), y ozono (O_3) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO_2 , N_2O , y CH_4 , el Protocolo de Kiyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC).



Gases de Efecto Invernadero.

Las moléculas de los GEI tienen la capacidad de absorber y reemitir las radiaciones de onda larga (esta es la radiación infrarroja, la cual, es eminentemente térmica) que provienen del sol y la que refleja la superficie de la Tierra hacia el espacio, controlando el flujo de energía natural a través del sistema climático.

El clima debe de algún modo ajustarse a los incrementos en las concentraciones de los GEI, que genera un aumento de la radiación infrarroja que es absorbida por los GEI en la capa inferior de la atmósfera (la troposfera), en orden a mantener el balance energético de la misma.

Este ajuste generará un cambio climático que se manifestará en un aumento de la temperatura global (referido como calentamiento global) que generará un aumento en el nivel del mar, cambios en los regímenes de precipitación y en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (tales como tormentas, huracanes, fenómenos del Niño y la Niña), y se presentará una variedad de impactos sobre diferentes componentes, tales como la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas, la salud humana, entre otros.

| Gas de Efecto Invernadero | Fuente | Actividad |
|--|--|-----------------------------------|
| Dióxido de Carbono (CO₂) | — Quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) | — Transporte y generación térmica |
| | — Deforestación | — Forestal |
| | — Cambio de uso del suelo | — Agricultura |
| | — Quema de bosques | — Incendios Forestales |
| | — Transporte y generación térmica | |

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – Forestal – Agricultura – Incendios Forestales | |
| Metano (CH4) | <ul style="list-style-type: none"> – Botaderos de basura – Excrementos de animales – Gas natural – Descomposición de desechos orgánicos – Ganadera – Petrolera | <ul style="list-style-type: none"> – Descomposición de desechos orgánicos – Ganadera – Petrolera |
| Oxido Nitroso (N2O) | <ul style="list-style-type: none"> – Combustión de automóviles – Fertilizantes – Alimento de ganado – Fertilización nitrogenada – Estiércol – Desechos sólidos | <ul style="list-style-type: none"> – Transporte – Agricultura – Industrias – Quema de desechos sólidos |
| Carburos Hidrofluorados (HFC) y Carbonos Perfluorados (PFC) | <ul style="list-style-type: none"> – Sistemas de refrigeración – Industria frigorífica | <ul style="list-style-type: none"> – Industria frigorífica |
| Clorofluorocarbonos (CFC) | <ul style="list-style-type: none"> – Sistemas de refrigeración – Plástica – Aerosoles – Electrónica – Sector Industrial | <ul style="list-style-type: none"> – Sector Industrial |
| Hexafluoruro de azufre (SF6) | <ul style="list-style-type: none"> – Aislante, eléctrico y estabilizante – Interruptores eléctricos (breakers) – Transformadores – Sistema interconectado de redes eléctricas – Extintores de incendios | <ul style="list-style-type: none"> – Sistema interconectado de redes eléctricas – Extintores de incendios |

Fuente: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático – Ecuador, 2011

4.17 Desastres naturales de origen meteorológicos

En general se han clasificado más de 20 riesgos capaces de producir desastres. Abarcan desde terremotos hasta nieblas y brumas, pero los más importantes, desde el punto de vista de la Meteorología son: inundaciones, huracanes, ciclones, tifones, tornados, sequías, heladas, granizadas, olas de frío o de calor, nevadas o temporales de invierno.

Actividad: Buscar información sobre: tifones o ciclones, huracanes y tornados.

Durante los últimos 800.000 años la Tierra ha pasado por períodos glaciares de unos 100.000 años de duración y de períodos interglaciares de unos 10.000 años. Las glaciaciones del Cuaternario se han estudiado a partir de testigos de hielo de los glaciares comprobando que las burbujas de aire atrapadas en ellas contienen menor cantidad de CO₂ durante los períodos de enfriamiento. Las glaciaciones del Cuaternario no se pueden estudiar en base a los cambios en la distribución de tierras y mares porque éstas apenas han variado. Por ello la explicación se busca en las diferencias en la cantidad de radiación incidente sobre la Tierra, los denominados *ciclos astronómicos de Milankovith* o en la frecuencia de *manchas solares*. Los ciclos astronómicos se deben a tres factores:

- La excentricidad de la órbita que describe la Tierra en torno al Sol que ha variado de circular a elíptica aproximadamente cada 100.000 años (cuanto más alargada es la elipse, más corta es la estación cálida).
- La oblicuidad del eje respecto al plano de la elíptica que determina las características estaciones. Si el eje fuera vertical, habría 12 hs de día y otras tantas de noche y las estaciones no existirían.
- La posición en el perihelio: cuando existe excentricidad la iluminación depende de la posición en la órbita, es decir, de si el verano coincide en el perihelio (posición más próxima al sol) o en el afelio (posición más alejada del Sol). Cuando el verano del hemisferio norte coincide en afelio existirá un mayor contraste térmico lo que generará un transporte de calor ecuador-polo más eficaz. Hoy es al revés: el contraste térmico del hemisferio sur está amortiguado por la oceanidad.

4.18 Fluctuaciones climáticas presentes y futuras

Los problemas ambientales cuyos efectos abarcan la totalidad del Planeta reciben el nombre de problemas ambientales globales. Entre ellos se citan a la pérdida de biodiversidad, el agujero de ozono y el incremento del efecto invernadero. Se habla de *fluctuaciones* y no de cambios cuando el lapso comprendido es corto. Los únicos datos disponibles dignos de confianza son los obtenidos en los últimos 100 años a través de la observación y medición de los parámetros meteorológicos. Ello indica que sólo es posible investigar de manera adecuada las *fluctuaciones climáticas recientes* porque se considera que, desde la Climatología, las diferencias observadas, detectadas en los parámetros meteorológicos corresponden, según su magnitud y duración, a *fluctuaciones, variaciones y oscilaciones climáticas* y no a cambios climáticos en sentido estricto, como es tan común escuchar y leer en las noticias de actualidad.⁷

Por las reconstrucciones de la historia climática, se sabe que, en el pasado reciente de la Tierra, las épocas interglaciares se presentaron sólo una vez cada 100.000 años más o menos, y duraron un promedio de alrededor de 10.000 años. La era interglaciar actual, el Holoceno, ya ha durado más de 10.000 años y su punto más alto se alcanzó hace unos 6.000 años. Desde la perspectiva de la historia climática, estamos actualmente al final del Holoceno y por consiguiente cabría esperar un enfriamiento en unos pocos miles de años si no hubiera habido influencia humana sobre la atmósfera, con el calentamiento global resultante. El problema se agravará si en los países en desarrollo se sigue el modelo de explotación incontrolada.

La solución del conflicto no reside en impedir el progreso de los países no desarrollados o en vías sino en propiciar su desarrollo mediante el uso de energías renovables, limpias y sostenibles. Esta es una tarea global tal como se acordó en el Convenio sobre el cambio climático derivado de la conferencia sostenida en Río de Janeiro en 1992.

- **Variabilidad Climática y extremos**

La variabilidad climática es una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o lluvia, varían de un año a otro. Incluso puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un verano a otro. La variabilidad climática es mayor a nivel regional o local que al nivel hemisférico o global (PACC Ecuador).



Fuente foto: Borja Santos

Una inundación se produce cuando una cantidad determinada de agua ocupa un lugar que normalmente se encuentra libre de ésta. Pueden estar provocadas por crecidas de los ríos, subidas del nivel del mar, tsunamis y huracanes, siendo el principal factor las lluvias intensas. Las inundaciones han sido un fenómeno natural que se ha venido produciendo desde siempre. La humanidad se ha ido adaptando a ellas, sufriendo sus efectos o agradeciendo sus beneficios en algunos casos, como las crecidas de los ríos cuando están controladas. Sin embargo, el constante aumento de la temperatura terrestre está provocando serias alteraciones en el clima. El ciclo del agua se altera y aparecen las inundaciones con mayor frecuencia pero, sobre todo, con una recurrencia nunca vista.

Impactos arrecifes de coral

Los ecosistemas de arrecife de coral son posiblemente los más amenazados del mundo. Un aumento de temperaturas superficiales y niveles crecientes del mar así como más frecuentes y severas tormentas son algunos efectos de este cambio que



Un coral sano (izq.) junto a un coral muerto (der.). (Fuente foto: SINC).

⁷ Cf. hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo6/archivos/meperez.pdf
154 -

puede afectar negativamente a los arrecifes. Estos impactos negativos conducen a la declinación de la biodiversidad, menor protección costera y a reducción de los ingresos provenientes de las pesquerías y el turismo. Las pérdidas económicas pueden ser de billones de dólares. Un arrecife de coral es una formación que se crea con los esqueletos externos de las plantas de coral en aguas poco profundas del océano.

Impactos del cambio climático en los arrecifes de Coral

• **Emblanquecimiento de corales.** Los corales son extremadamente sensibles a cambios en la temperatura. Incrementos en la temperatura del agua, lo cual podría estar vinculado al calentamiento global, puede causar un masivo emblanquecimiento de corales. El emblanquecimiento ocurre cuando los pólipos del coral (plantas microscópicas denominadas zooxantelas), estresados por el calor o por radiación ultravioleta, expulsan el alga simbiótica que vive en los tejidos del coral. Cuando el alga es expulsada, el coral se torna blanco y parece que se ha “deseñado.” Sin estas minúsculas plantas, los corales no pueden sobrevivir o deponer las grandes cantidades de caliza que contienen sus esqueletos. Cuando los corales están estresados, las zooxantelas son los primeros elementos que salen. Estas algas le proveen al coral la mayoría de su alimento y oxígeno. Los corales se pueden recuperar después de periodos de blanqueamiento, sin embargo, a medida que el periodo de exposición y la severidad incrementan así también incrementa la mortalidad de los corales. Se espera que el emblanquecimiento de los corales y la consecuente mortalidad en el arrecife sea más frecuente a medida que la temperatura del mar incrementa.

• **Lento crecimiento de corales.** Se espera que el nivel del mar se eleve en un rango de 15 a 95 cm. (6 a 37.5 pulgadas) en el próximo siglo (IPCC, 2001). Es muy probable que la tasa de crecimiento vertical del coral sea más lenta que este incremento en el nivel del mar. Como resultado, los corales estarán en mayores profundidades, recibirán menos luz solar y crecerán más lentamente. El efecto combinado de arrecifes de coral a mayor profundidad y el lento crecimiento causará dos problemas a las áreas costeras:

- 1) Los corales no podrán proteger la costa tan efectivamente y la energía de las olas podría incrementar su fuerza; y
- 2) los arrecifes más pequeños producirán menor cantidad de sedimento de arrecife, lo cual construye y mantiene los cimientos de las islas.

• **El daño físico a los arrecifes de coral.** Se espera que mayor mortalidad de corales a medida que las tormentas y ciclones se tornen más frecuentes e intensos. Quizás la tasa de crecimiento de los arrecifes de coral no pueda ser suficiente como para contrarrestar el efecto de estos eventos destructivos.

• **Mortalidad de corales.** Las crecientes temperaturas y niveles del mar y el incremento en la frecuencia de las tormentas incrementarán la mortalidad de los corales y amenazarán seriamente a los arrecifes de coral, especialmente aquellos que ya están bajo estrés. Estos cambios climáticos pueden ser, como el viejo proverbio lo dice, “la gota que derrama el vaso” para aquellos arrecifes que están bajo un estrés causado por mala calidad del agua, pesquerías destructivas y por los impactos del turismo.

El informe del 2007 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change) es uno de los muchos estudios que ilustran la evidencia científica sobre el incremento actual de las temperaturas promedio mundiales; el reporte atribuye el incremento a un aumento en la concentración de gases de invernadero antropogénicos (es decir, causados por las actividades humanas). El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los varios gases de invernadero que son responsables del calentamiento global. Desde la revolución industrial, las actividades humanas, tales como la quema de combustibles fósiles, la manufactura industrial, y la deforestación, han incrementado en un 36% la cantidad de CO₂ en la atmósfera.

Debido a la creciente intensidad y escala en el ámbito geográfico de los recientes sucesos de blanqueo de coral, la pérdida de color masiva es considerada por la mayoría de los científicos de arrecifes como una amenaza muy importante para la salud de los arrecifes de coral del planeta. El peor episodio de blanqueo fue registrado en 1998, cuando todos los sistemas de arrecifes de los océanos tropicales del planeta resultaron afectados. En lugares como el Océano Índico, murieron sistemas enteros de arrecifes.

Acidificación de los océanos

Los océanos han absorbido aproximadamente un tercio del CO₂ que los humanos han emitido a la atmósfera (IPCC, 2001). En épocas pre-industriales, los océanos tenían un pH de más o menos 8,2, lo cual es medianamente alcalino. Desafortunadamente, cuando la superficie de los océanos absorbe CO₂, forma un ácido leve. A partir de la revolución industrial, la absorción de CO₂ en los océanos les ha disminuido el pH en 0,1 unidades de pH, lo cual puede que no suene como gran cosa. Sin embargo, esto constituye un aumento del 30% en la concentración de iones de hidrógeno, los cuales son la base de la acidez en los líquidos. Los corales fabrican su propio esqueleto a partir de carbonato de calcio. Por lo tanto, el problema con el aumento de la acidez es que los iones de hidrógeno extra reaccionen con los iones de carbonato disueltos en el agua, y forman bicarbonato. A medida que esto ocurre, la disponibilidad en el agua de iones de carbonato libres cae vertiginosamente, lo cual les dificulta a los corales el acceso al carbonato que necesitan para fabricar sus esqueletos.

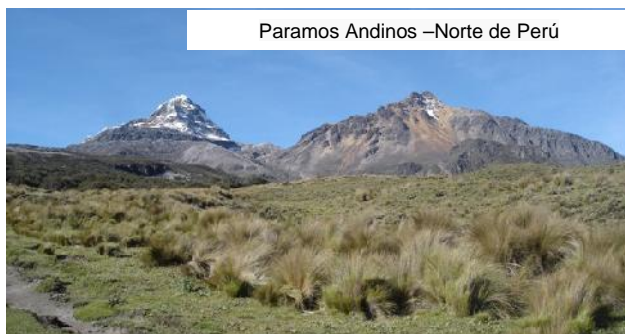


Fuente foto: Tony Webste

Impactos Ecosistemas de montañas/región Andina/páramos

El páramo es un ecosistema tropical de montaña que se desarrolla por encima del área del bosque y tiene su límite en las nieves perpetuas. Son ecosistemas de montaña andinos que pertenecen al Dominio Amazónico. Se ubican discontinuamente en el Neotrópico, desde altitudes de aproximadamente 2900 msnm hasta la línea de nieves perpetuas, aproximadamente 5000 msnm. En los Andes, los páramos se encuentran desde la cordillera de Mérida (Venezuela), atravesando las cadenas montañosas de Colombia y Ecuador, hasta la depresión de Huancabamba (Perú).

En términos biológicos, los páramos constituyen una parte importante de la extraordinaria diversidad ecológica de un país relativamente pequeño como el Ecuador pero con una variedad ambiental y biológica mayor a la de países con extensiones muy superiores (Mittermeier et al. 1997). Esta diversidad ecológica, debida fundamentalmente a la posición tropical, a la presencia de las



cordilleras andinas y al paso de corrientes oceánicas frías y cálidas cerca de sus costas, ha llamado la atención y ha sido estudiada desde hace siglos; sin embargo, solamente en los últimos 40 ó 50 años se ha tratado de establecer un sistema claro de clasificación de esta diversidad. Bajo la propuesta de ecorregiones propuesta por la WWF, existen cuatro ecorregiones de montaña delimitadas dentro de la categoría de "páramo":

- Los Páramos de la Cordillera de Mérida (Cordillera de Mérida, oeste de Venezuela);
- Los páramos de Santa Marta (Sierra Nevada de Santa Marta, norte de Colombia);
- Los páramos norandinos (Colombia y norte y centro de Ecuador); y
- Los páramos de la Cordillera Central (sur de Ecuador y norte del Perú).

El calentamiento global del planeta también afecta a este ecosistema y de dos maneras: por un lado, una de las fuentes del agua que almacenan y distribuyen, el deshielo de los glaciares, se ve fuertemente afectada. Por otro lado, las características de sus suelos dependen de que se mantenga una temperatura baja. Una subida en la temperatura significa que los suelos pierden su estructura particular y su capacidad hídrica.

Los estudios recientes del Proyecto Páramo resaltan que 800.000 ha sobre los 3.000 m están fuertemente intervenidas, principalmente por la agricultura (Proyecto Páramo 1999).

Comparado con otros usos, éste es el mayor uso del espacio. Por tanto, como grupo, los agricultores son los más importantes guardianes del páramo ecuatoriano. Hay preocupación en políticos, expertos en desarrollo e investigadores en el sentido de que la agricultura está acelerando procesos de degradación ambiental en el páramo con múltiples resultados adversos posibles.

En el caso de los páramos de Ecuador, la degradación de tierras tiene un significado especial en las zonas montañosas por sus atributos especiales. Las zonas montañosas cuentan con seis características: la inaccesibilidad, la fragilidad, la marginalidad cultural y/o económica local, la diversidad biológica y sociocultural demográfica fue considerada como la culpable.

Las políticas de colonización e industrialización incluyeron aliviar la presión demográfica rural como justificativo. Segunda: en los años 70, la estructura de tenencia bipolar de latifundio-minifundio fue identificada como la fuente del problema. Tercera: aparecen las explicaciones ecológicas de uso inapropiado con base en la clasificación de uso de tierras de PRONAREG-ORSTOM.

También, entre las explicaciones ecológicas están las interpretaciones históricas. Ramón (1993) y de Noni (1986) proveen interpretaciones históricas sobre la degradación de tierras en la Sierra con base en cambios estructurales en el uso de la tierra que comienzan con la llegada de los españoles. La realidad de la degradación probablemente incluye contribuciones de los tres fenómenos.

Olas de calor. Una ola de calor es un periodo prolongado de tiempo excesivamente cálido, que puede ser también excesivamente húmedo. El término depende de la temperatura considerada "normal" en la zona, así que una misma temperatura que en un clima cálido se considera normal puede considerarse una ola de calor en una zona con un clima más templado.



Retroceso de Glaciares

El hielo de los glaciares no es otra cosa que el producto de la compresión de la nieve por efecto de su propio peso. Así que, para la formación de un glaciar, hace falta que se cumpla una condición fundamental: que la cantidad de nieve caída a lo largo del año en una determinada zona, sea mayor que la derretida. El tiempo necesario para la formación del hielo a partir de la nieve varía de un glaciar a otro, ya que depende de la nubosidad y la temperatura, al formarse más rápidamente el hielo cuanto más templada sea ésta, porque se funde y se congela nuevamente. De esto se deduce que para la formación de un glaciar, no sólo son necesarias grandes nevadas sino, más importante todavía, que la temperatura media anual permita conservar la nieve caída.



1938 T. J. Hileman GNP

1981 Carl Key (USGS)

1998 Dan Fagre (USGS)

2005 Blase Reardon (USGS)

Retroceso de glaciares alpinos, caso de Nueva Zelanda.

Por eso las grandes extensiones de hielo actuales (Antártida y Groenlandia) no están situadas en las altas cordilleras de latitudes medias, donde las nevadas son abundantes pero también lo es la fusión veraniega, sino en los extremos de cada Hemisferio donde la escasa radiación solar no permite la desaparición de la nieve.

La retirada de los glaciares desde mediados del s. XIX en todo el mundo no está bien documentada y se ha convertido en un problema sobre las oscilaciones climáticas de enfriamiento, de relevancia. Este fenómeno afecta a la disponibilidad de agua dulce para el consumo humano y el regadío, y, a más largo plazo, podría elevar el nivel general de los océanos. El deshielo podría provocar inundaciones tanto a nivel local, en las poblaciones cercanas a los glaciares, como a nivel global en las ciudades costeras. El retroceso de los glaciares no se debe confundir con otros fenómenos cíclicos, como el deshielo anual que se produce cada primavera en las montañas al fundirse la nieve y que, al ser un fenómeno puramente estacional, no se debe a las mismas razones que el derretimiento de los glaciares. La fusión de la nieve en los meses de verano tiene en general consecuencias positivas, ya que genera una fuente valiosa de agua dulce y el proceso se repite año tras año.

El problema surge cuando el fenómeno no es estacional, es decir, el glaciar no recupera su volumen inicial en los meses fríos, año tras año ve mermado su volumen y, por lo tanto, la fuente de agua dulce se ve amenazada. Las causas principales del retroceso de los glaciares son el incremento de la temperatura global y el menor volumen de precipitaciones en las zonas afectadas. Desde el fin de la Pequeña Edad de Hielo alrededor de 1850 muchos glaciares de todo el mundo han visto decrecer su volumen. Este fenómeno es denominado por los glaciólogos retroceso de los glaciares y, dada la coincidencia temporal entre la aparición del fenómeno y el incremento en la emisión de gases invernadero, en los últimos años la tendencia es atribuir buena parte del fenómeno a la acción humana. No obstante el clima es extraordinariamente complejo y sus mecanismos naturales de regulación están siendo investigados actualmente. Reconstruir la historia climática de la Tierra no es una tarea sencilla.

- **Adaptación y mitigación frente al Cambio Climático**

Como parece inevitable que el cambio climático produzca efectos importantes, es fundamental que los países y comunidades adopten medidas prácticas para protegerse de los daños y perturbaciones probables. Es lo que se conoce en la jerga internacional con el término adaptación. La meta principal de la adaptación es **reducir la vulnerabilidad promoviendo el desarrollo sostenible**. La adaptación al cambio climático debe considerar no solamente cómo reducir la vulnerabilidad frente a los impactos negativos, sino también cómo beneficiarse de los positivos. Las medidas de adaptación deben enfocarse a corto y a largo plazos, e incluir componentes de manejo ambiental, de planeación y de manejo de desastres.

¿Qué es la adaptación? La ADAPTACIÓN es el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación implica ajustarse al CLIMA, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales.

Capacidad de adaptación. Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.

- La adaptación implica ajustarse al CLIMA, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales.
- Solo considerando al clima como un todo, se puede adoptar medidas reales y factibles de allí que el clima presente es tan o más importantes que el clima futuro.

Fondos de apoyo a la Adaptación. En 1997, en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se establecieron tres nuevos fondos en apoyo de la adaptación. Un Fondo Especial para el Cambio Climático que ayuda a sufragar actividades "cuando se disponga de información suficiente". El Fondo para los países menos adelantados que trata de preparar a los países más pobres del mundo para que puedan llevar a cabo "programas nacionales de adaptación". Y finalmente, el Fondo de adaptación que se desarrolla en el contexto del Protocolo de Kyoto. El sitio de información de la Convención destaca como medidas generales de adaptación las siguientes:

Medidas de prevención y precaución. Se debe considerar la vulnerabilidad más que el alcance todavía incierto del peligro planteado por el cambio climático. Por tanto, es imprescindible saber quién va a

necesitar ayuda, cuando surjan dificultades de origen climático. Más adelante, las decisiones racionales y los planes podrán formularse teniendo en cuenta esa importante información.

Desarrollo de investigación e información. A medida que avance este proceso, y que se formulen métodos eficientes para la adaptación, resultará más viable, desde el punto de vista político y económico, adoptar precauciones específicas.

Criterio de flexibilidad en el desarrollo de actividades productivas. Una forma práctica de planificación por adelantado en el sector agrícola, por ejemplo, consiste en cultivar distintos productos, algunos de los cuales pueden resultar viables en momentos de flujo climático, en vez de invertir en un único cultivo que puede ser destruido por una sequía o una ola de calor. Las decisiones racionales sobre la ubicación más segura de las nuevas instalaciones y obras de infraestructura son una medida valiosa y eficaz en función de los costos que los gobiernos y las empresas pueden tomar ahora y en los años próximos.

La restauración de la cubierta arbórea, los humedales y los pastizales para evitar la erosión y reducir los daños provocados por las tormentas e inundaciones ayudarán a la población aun cuando las tormentas continúen siendo normales –y ofrecerán también un refugio para la fauna y flora silvestres, además de conseguir beneficios desde el punto de vista de la estética y el esparcimiento. De la misma manera, el establecimiento de planes de evacuación y sistemas de respuesta médica para las tormentas e inundaciones graves pueden salvar vidas, si llegaran a producirse esas catástrofes.

En cuanto a la **mitigación**, con ella se hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas tendientes a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de los mismos, de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Como las circunstancias difieren según los países y las regiones, y diversos obstáculos impiden actualmente el desarrollo y la implantación de esas tecnologías y prácticas, ninguna medida bastará por sí sola para la elaboración, adopción y difusión oportunas de opciones de mitigación. Se necesitará más bien una combinación de medidas adaptada a las condiciones nacionales, regionales y locales.

• **¿Qué podemos hacer para adaptarnos al cambio climático?**

Sectores Afectados por el Cambio Climático

| Sectores | Impactos | Medidas de Adaptación |
|-------------------------|---|--|
| Geo-Eco sistemas | <ul style="list-style-type: none"> - Cambios en los rangos de distribución de especies. - Pérdida de sincronización de eventos importantes (polinización, floración, dispersión, migración) - Mayor impacto de especies invasoras y parásitos. - Incremento de estrés fisiológico de las especies. - Cambios de fertilidad y reproducción. - Cambios en la composición de las comunidades - Reducción de la degradación de los ecosistemas. - Establecimiento de nuevas áreas protegidas. - Establecimiento de corredores biológicos o ecológicos. - Programas diseñados para apoyar alternativas económicas a la tala extensiva del bosque. - Inversión en restauración o conservación de la infraestructura ecológica. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la degradación de los ecosistemas. - Establecimiento de nuevas áreas protegidas. - Establecimiento de corredores biológicos o ecológicos. - Programas diseñados para apoyar alternativas económicas a la tala extensiva del bosque. - Inversión en restauración o conservación de la infraestructura ecológica. |
| Agricultura | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la oferta mundial de alimentos, mayor riesgo de hambre. - Aumento de estrés térmico. - Mayor riesgo de degradación de tierras y desertificación - Mayor riesgo de salinización. - Irregularidad de periodicidad de estaciones. - Cambios en la calidad y cantidad de agua disponible. - Modificación de las fechas de siembra y plantación y de las variedades de cultivo. - Incremento de la incidencia de enfermedades de plantas. - Reducción en la producción debido a olas de calor y de frío. - Zonificación agroecológica. | <ul style="list-style-type: none"> - Zonificación agroecológica. - Introducción de variedades altamente productivas. - Instalación de sistemas de irrigación. - Sistemas para el control de plagas y de enfermedades. - Manejo integral de suelos. - Uso de modelos de simulación de cultivos. - Prácticas agroforestales. |

| | | |
|---------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Introducción de variedades altamente productivas. - Instalación de sistemas de irrigación. - Sistemas para el control de plagas y de enfermedades. - Manejo integral de suelos. - Uso de modelos de simulación de cultivos. - Prácticas agroforestales. | |
| Agua | <ul style="list-style-type: none"> - Distribución temporal y espacial irregular del recurso. - Intensificación de inundaciones y deslaves. - Cambios en los caudales hidrológicos. - Incremento de estrés hídrico. - Deterioro de calidad del agua. - Mayor riesgo de contaminación de aguas subterráneas. - Cumplimiento de las regulaciones de las zonas de riesgo. - Reevaluación de criterios de diseño y seguridad de las estructuras para la gestión del agua. - Manejo integral de recursos hídricos. - Potenciación de prácticas ancestrales de manejo de agua. - Protección de agua subterránea y planes de restauración. - Sistemas de abastecimiento de agua. | <ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de las regulaciones de las zonas de riesgo. - Reevaluación de criterios de diseño y seguridad de las estructuras para la gestión del agua. - Manejo integral de recursos hídricos. - Potenciación de prácticas ancestrales de manejo de agua. - Protección de agua subterránea y planes de restauración. - Sistemas de abastecimiento de agua. |
| Costas | <ul style="list-style-type: none"> - Aumento del nivel del mar con efectos significativos entre 2050 y 2080. - Riesgo para actividades económicas e infraestructura ubicada cerca o al nivel del mar. - Intensificación de inundaciones. - Desplazamientos de población. - Salinización de las tierras bajas que afectaría a las fuentes de agua potable. - Modificación del régimen de tormentas en las zonas costeras. - Aumento de erosión y alteración de la forma del perfil costanero. - Desplazamiento de tierras agrícolas. - Impactos negativos en biodiversidad costera. - Manejo integral de las zonas costeras. - Planes de monitoreo y protección. - Regulaciones de acceso a las zonas de pesca. - Acuerdos internacionales para la protección del ambiente marino. - Prevención de la contaminación. - Mantenimiento y mejoramiento de la biodiversidad de las costas. | <ul style="list-style-type: none"> - Manejo integral de las zonas costeras. - Planes de monitoreo y protección. - Regulaciones de acceso a las zonas de pesca. - Acuerdos internacionales para la protección del ambiente marino. - Prevención de la contaminación. - Mantenimiento y mejoramiento de la biodiversidad de las costas. |
| Salud | <ul style="list-style-type: none"> - Problemas de seguridad alimentaria, con un consecuente aumento probable de los niveles de desnutrición en la población. - Aumento de los casos de malaria y dengue. - Incremento en casos de diarrea y cólera y otras enfermedades transmitidas por el agua. - Aumento de estrés térmico, enfermedades respiratorias y cutáneas, por olas de calor y frío. - Migración humana forzada debido a sequías, inundaciones y degradación ambiental. - Muertes y lesiones por inundaciones y deslizamientos de terreno. - Fortalecimientos de los servicios de salud. - Aumento de la conciencia sobre el impacto del cambio climático en la salud humana. - Fortalecimiento del sistema de vigilancia para las enfermedades | <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimientos de los servicios de salud. - Aumento de la conciencia sobre el impacto del cambio climático en la salud humana. - Fortalecimiento del sistema de vigilancia para las enfermedades sensibles al clima. - Fomento de la investigación sobre "clima y salud". - Implementación de un plan estratégico de educación y comunicación sobre "cambio climático y salud". - Establecimiento de canales de comunicación regulares con |

sensibles al clima.

organizaciones de la salud.

- Fomento de la investigación sobre "clima y salud".
- Implementación de un plan estratégico de educación y comunicación sobre "cambio climático y salud".
- Establecimiento de canales de comunicación regulares con organizaciones de la salud.

Fuente: Informe de Síntesis del IPCC. Tercer Informe de Evaluación, 2007.

4.19 Contaminación atmosférica

Se define como la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen, riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza (Ley 38/1972 Protección del Ambiente Atmosférico). El aire, conjunto de gases que forman la atmósfera, es indispensable para el desarrollo de la vida. Es un *recurso limitado* que debe utilizarse evitando alteraciones en la calidad a fin de evitar interferencias en el ritmo normal de los ciclos biogeoquímicos y sus mecanismos de autorregulación. La contaminación del aire no surge ni con la revolución Industrial del siglo XVIII-XIX ni con el desarrollo y consolidación urbana actual. Londres, en 1306 tenía problemas de contaminación por el uso de carbón de piedra. Para resolver el problema se decretó su prohibición de su uso.

También en España, en el 1600, se establecen normas para evitar las molestias que provocaba el humo de los hornos de cerámica. El punto es que la contaminación se ha agravado en las últimas décadas con el desarrollo industrial y las actividades urbanas. La industria química transforma unas sustancias inservibles para las personas en otros productos que nos resultan necesarios o útiles a diario. Todo ello parece muy positivo para nuestro bienestar y nuestro progreso. Sin embargo, esa enorme actividad provoca también problemas. Ello ha obligado a tomar medidas de carácter regional, nacional e internacional tendientes a recuperar a calidad del aire perdida.

Efectos de la contaminación del aire

Los cambios en las proporciones normales de los componentes del aire ocasionan efectos negativos en los seres vivos, en los materiales y en el paisaje que pueden valorarse a corto plazo salud humana o a largo plazo (fluctuaciones climáticas). Si se tiene en cuenta el radio de acción, se habla de efectos locales (los ocasionados por cada uno de los contaminantes), regionales (lluvia ácida) y globales (que afectan a todo el Planeta, las fluctuaciones climáticas).

Los factores que influyen en el grado y el tipo de efectos son la clase de contaminante, su concentración y el tiempo de exposición al mismo; la sensibilidad de los receptores y las posibles reacciones de combinación entre contaminantes (sinergias) que provocan un aumento de los efectos. El smog o niebla contaminante es un ejemplo de contaminación del aire.

*



Actividades de recapitulación

El Hombre en el entorno climático

Elaboradas por la Dra. Mirta S. Giacobbe

Actividad 1

1. La Atmósfera está constituida por diferentes capas.
 - 1.1 Mencione y describa la capa donde se desarrolla la vida humana.
 - 1.2 Grafique dicha capa.

Actividad 2

2. Las zonas ubicadas sobre la línea ecuatorial deberían tener una temperatura permanentemente elevada y lluvias abundantes todo el año. Sin embargo existen variaciones.
 - 2.1 Explique qué factores actúan para que los elementos mencionados no sean iguales entre ciudad de Quito (Ecuador) y la ciudad de Malindi costera del Océano Indico (Kenya).
 - 2.2 Las ciudades argentinas de Susques (Jujuy) y Cnl. Juan Solá (Salta, cerca del límite con Formosa) se hallan sobre la línea del Trópico de Capricornio. Explique las diferencias de temperatura, precipitaciones y las consecuencias biogeográficas.

Actividad 3

3. Los vientos alisios son llamados vientos planetarios.
 - 3.1 En un planisferio ubique los mismos y explique su recorrido.
 - 3.2 En un mapa de Argentina pinte las zonas afectadas por el viento alisio y describa de qué manera incide en la vida de las poblaciones de esos lugares.
 - 3.3 Busque información acerca de los llamados vientos "locales" que influyen en Argentina. Mencione y describa uno de ellos.
 - 3.4 Dibuje una de las calles de la ciudad de San Juan en un día afectada por el viento zonda. Cuente la importancia del zonda en la vida del hombre.
 - 4.5 Describa y dibuje las consecuencias del encuentro de los vientos pampero y alisio en la llanura pampeana.

Actividad 4

4. En el planeta Tierra existen distintos climas.
 - 4.1 Mencione las regiones mundiales que poseen clima templado. Caracterice las mismas, desde el punto de vista climático, y de la vida que en ellas se desarrolla.
 - 4.2 Ubique en el mapa de Argentina el clima templado húmedo y templado seco.
 - 4.3 Escriba las particularidades del clima templado en Argentina.
 - 4.4 Realiza un gráfico de un hombre y una mujer viviendo en zonas de clima templado.

Actividad 5

7. El lugar donde Ud. habita pertenece a una región climática.
 - 7.1 Escriba una carta a un amigo contándole cómo es su vida bajo estas condiciones climáticas (ejemplo vestimenta, horarios, recreación...).

*