

Ecología y Salud



CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Cambio climático

- **cambio climático**, variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo, y ocurren sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera.
- Son debidos a causas naturales y, en los últimos siglos, también a la acción de la humanidad

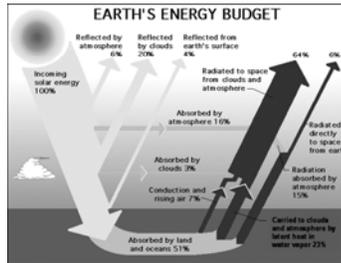
Cambio climático, conceptos

- El término suele usarse, de forma poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global.
- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término *cambio climático* sólo para referirse al cambio por causas humanas
- Al cambio producido constantemente por causas naturales lo denomina **variabilidad natural del clima**. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión **cambio climático antropogénico**.

Clima

- El clima es un promedio, a una escala de tiempo dada, del tiempo atmosférico.
- El **tiempo atmosférico** *comprende todos los fenómenos que ocurren en la atmósfera de la tierra a una hora determinada, (por ejemplo, la temperatura, presión atmosférica, dirección y fuerza del viento, cantidad de nubes, humedad etc., registrados en el instante que se considera).*
- Así, **el clima responde a una compleja interrelación de fenómenos; cambios en estos fenómenos provocan cambios climáticos.**
- **Cambios en la emisión del Sol, en la composición de la atmósfera, en la disposición de los continentes, en las corrientes marinas o en la órbita de la Tierra pueden modificar la distribución de energía y el balance radiativo de la tierra, alterando así profundamente el clima planetario.**

Balance radiativo

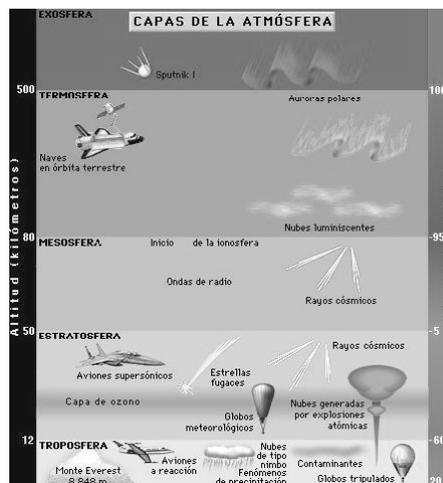


Permite la mantención de una temperatura constante

ENTRANTE		SALIENTE	
Balance de calor de la superficie de la tierra			
Radiación solar	170	Radiación terrestre	390
Radiación atmosférica	324	Evaporación	80
		Conducción y Convección	24
Total	494	Total	494
Balance de calor de la atmósfera			
Radiación solar	70	Radiación al espacio	200
Condensación	80	Radiación a la superficie	324
Radiación terrestre	390	Radiación de la tierra al espacio	40
Conducción	24		
Total	564	Total	564
Balance de calor planetario			
Radiación solar	342	Reflejada y dispersada	102
		Radiación de atmósfera y nubes al espacio	200
		Radiación de la tierra al espacio	40
Total	342	Total	342

LA ATMOSFERA

La Tierra está rodeada por una envoltura gaseosa llamada atmósfera, que es imprescindible para la existencia de vida. La atmósfera tiene un grosor aproximado de 1.000 km. y se divide en capas de grosor y características distintas:



La troposfera

Contiene el 80% de toda la masa de gases de la atmósfera (aire) y el 99% de todo el vapor de agua.

Consta en particular, en 99% de dos gases, el Nitrógeno (N₂ 78%) y Oxígeno (O₂, 21%)

El 1% que resta consta principalmente de Argón (Ar, 0,1%) y Dióxido de Carbono (CO₂, 0,035%).

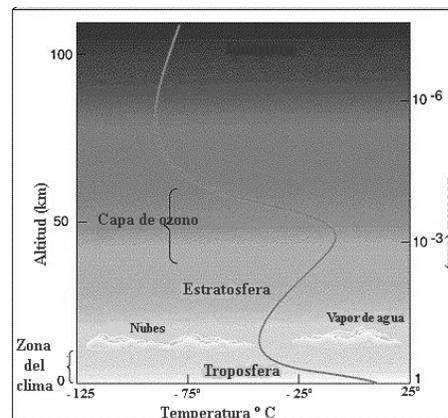
El aire de la troposfera incluye vapor de agua en cantidades variables de acuerdo a condiciones locales, por ejemplo, desde 0,01% en los polos hasta 5% en los trópicos



Temperatura atmosférica (E acumulada en el aire)

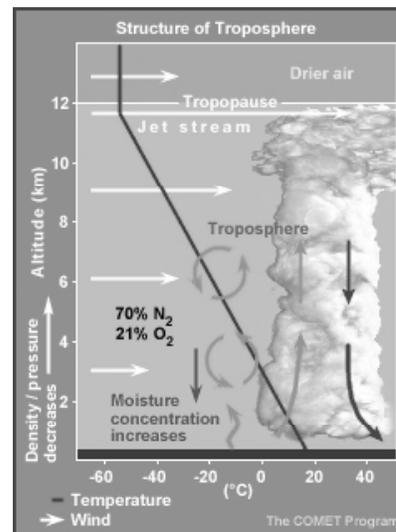
Gran parte de los gases que contiene la atmósfera (nitrógeno, oxígeno y argón) son transparentes a todo tipo de radiación procedente del Sol, no la absorben, y ésta puede llegar hasta el suelo.

Sobre el suelo, la radiación calienta la superficie de la Tierra, calentando el aire de la parte inferior de la atmósfera. Este aire está más caliente que el de arriba.



Se estima un descenso de la temperatura del aire de unos $0,65^{\circ}\text{C}$ cada 100 metros (o sea $6,5^{\circ}\text{C}$ cada km). La temperatura mantiene su disminución constante hasta la Tropopausa donde alcanza unos -60°C .

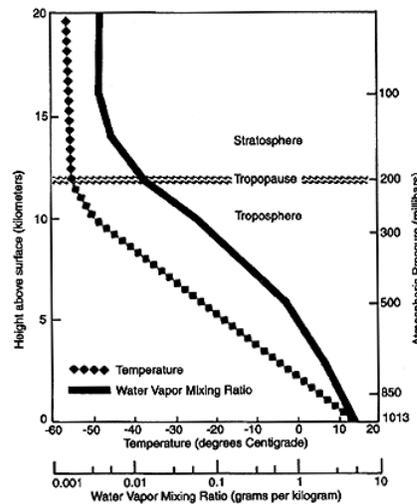
El aire de la troposfera incluye vapor de agua, el que absorbe fuertemente la radiación infrarroja (sobre 700 nm), siendo responsable en gran medida del pausado descenso de la temperatura con la altura.



Porque no se mantiene la temperatura con la altura

Con la altura, el aire calentado por la superficie tiende a subir (**flotabilidad**). Como la presión desciende con la altura, el aire que sube se expande. Al expandirse, el aire se enfría (**expansión adiabática**). En consecuencia, la temperatura de la **tropósfera** va decreciendo con la altura y consecuentemente la concentración de vapor de agua.

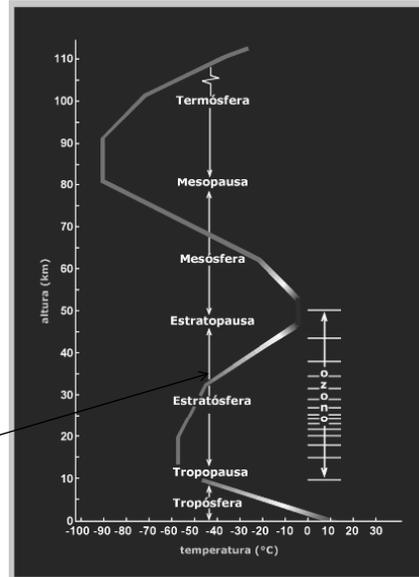
Al finalizar la tropósfera, la temperatura alcanza unos -60°C . marcándose el comienzo de la Estratosfera



Con estos argumentos, la temperatura atmosférica debería bajar en toda la atmósfera o por lo menos mantenerse fría.

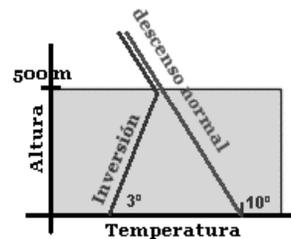
Sin embargo, esto no ocurre gracias a la **capa de ozono (estratósfera a 25 km)**. Representa una segunda fuente de calor, por **absorber el ultravioleta solar**. Este ingreso de calor detiene la caída de temperatura con la altura.

Este gradiente positivo de temperatura entre la troposfera y la estratósfera impide el intercambio vertical del aire (la "**convección**"). Formándose celdas de temperatura



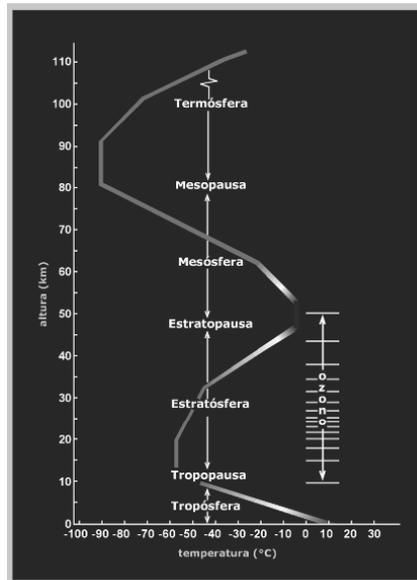
Algunos elementos necesarios de considerar

En días o noches fríos (despejados), el suelo se enfría rápidamente, enfriándose el aire cercano. Este aire frío pesa más, no puede ascender y no se mezcla. Esta situación origina que las capas situadas encima al estar más calientes presentan una situación anómala: **una inversión térmica**.



En la siguiente zona, la **mesosfera**, la temperatura decrece no solamente por el efecto adiabático, sino también por el enfriamiento debido al escape de radiación infrarroja emitida.

Una nueva fuente de calor consiste en la absorción del UV solar más lejano debido a la **fotodisociación** de las moléculas de oxígeno. Esto conduce a la formación de la **mesopausa** y la gran subida de la temperatura en la **termosfera**.



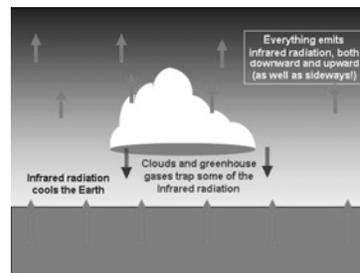
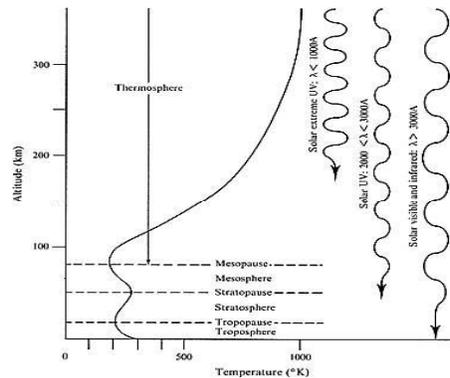
Fotodisociación: convierte el oxígeno molecular en átomos de oxígeno.

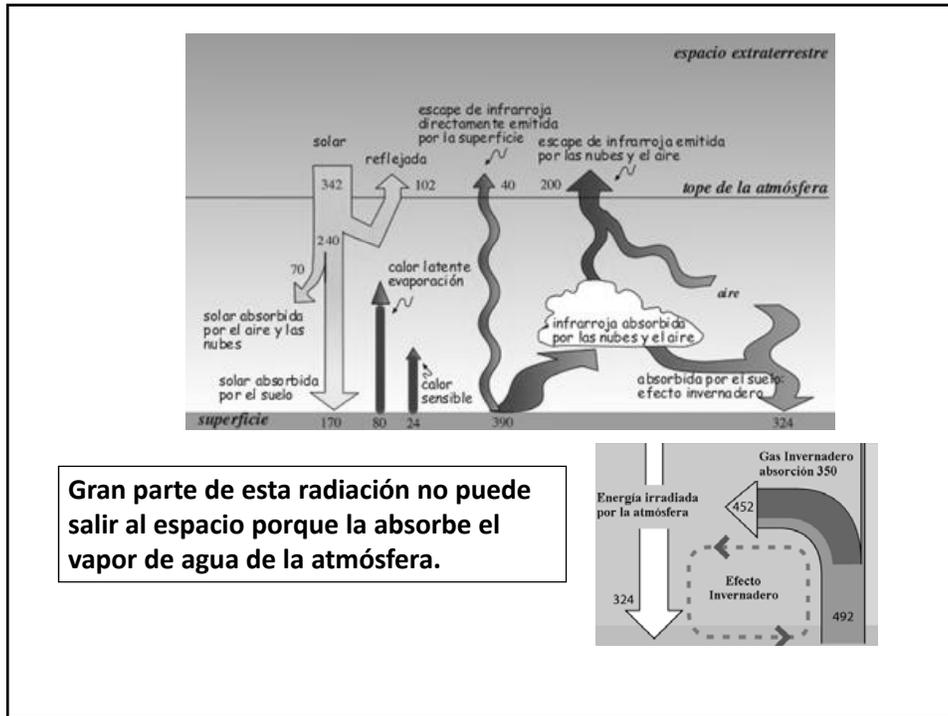
En consecuencia tenemos que:

De la radiación solar que llega hasta la capa exterior de la atmósfera, gran parte de la **radiación ultravioleta** (100 a 400 nm) es absorbida o reflejada por las capas altas de la atmósfera.

La **radiación visible** (400 a 700 nm) e infrarroja llegan a la superficie siendo absorbidas por los cuerpos.

La radiación infrarroja es regresada a la atmósfera (irradiada) en forma de calor.

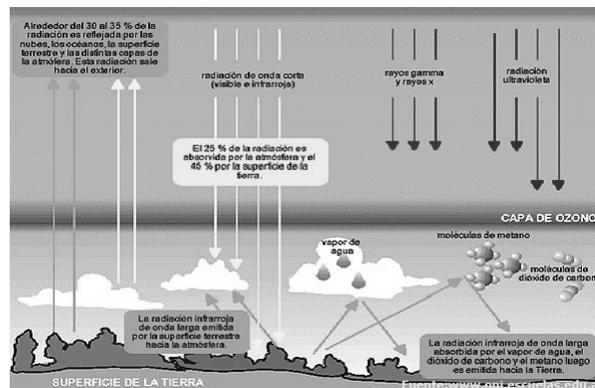




...el efecto invernadero permite que la temperatura no llegue a valores extremos ni aumente o disminuya bruscamente...

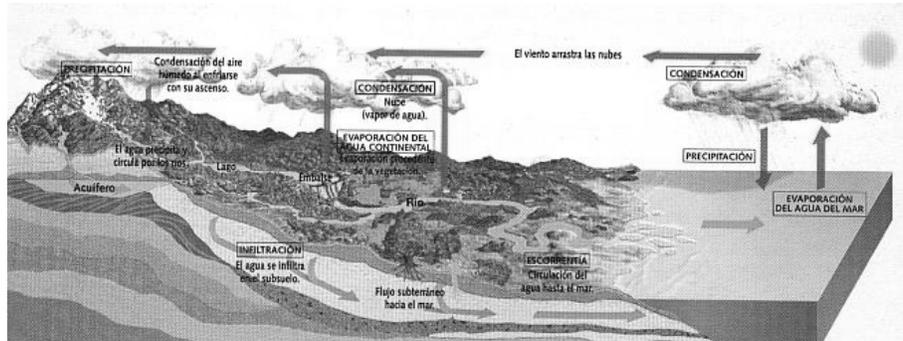
En la ausencia del efecto invernadero, la temperatura superficial sería cercana a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. sin embargo, la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El efecto invernadero es un factor esencial del clima de la Tierra. Bajo condiciones de equilibrio, permite a la Tierra mantener una temperatura media constante en el tiempo.



Uno de los principales responsables del efecto invernadero es el vapor de agua. CICLO DEL AGUA

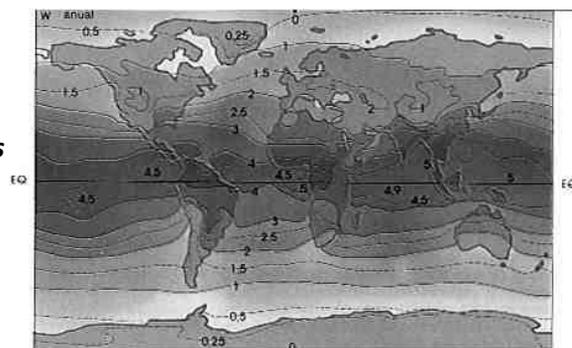
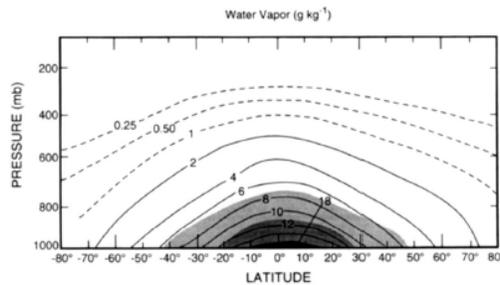
El agua de los océanos, lagos y ríos y la humedad de zonas con abundante vegetación se evapora debido al calor. Cuando este vapor se eleva comienza a enfriarse y a condensarse en forma de nubes, hasta que finalmente precipita. El ciclo se cierra con el retorno del agua de las precipitaciones al mar y escurrentía.



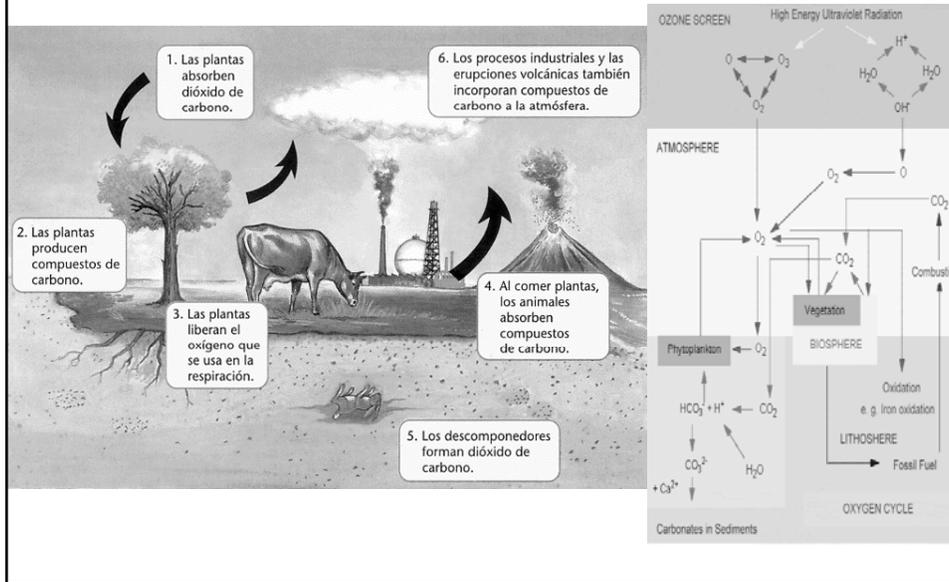
Distribución de vapor de agua

Mapas representa la distribución global de la cantidad de agua precipitable contenida en la atmósfera.

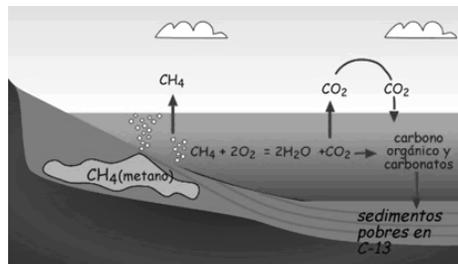
Las cantidades de agua precipitables de la atmosfera son maximas en el ecuador (50 Kg/m2) y disminuyen continuamente hacia los polos donde alcanzan un mínimo (menos de 5 Kg/m2).



El **dióxido de carbono** también contribuye a la absorción de calor en la tropósfera a pesar de su reducida presencia (0,035%). Su presencia en la tropósfera forma parte del ciclo natural **carbono-oxígeno**.

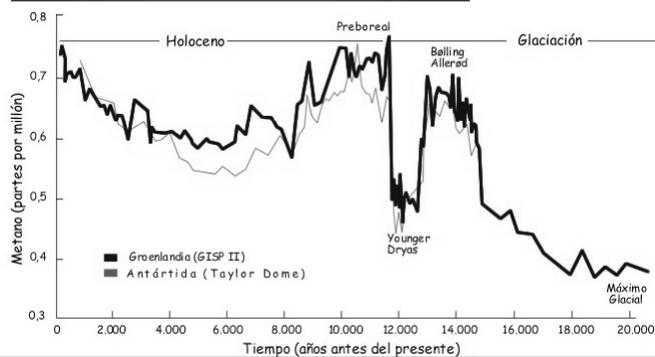


Otras formas para el carbono – Metano

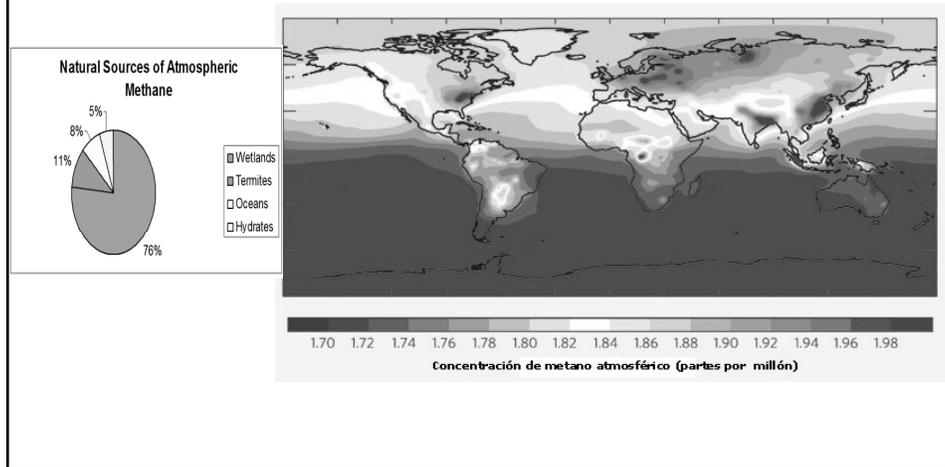


Después del vapor de agua y del dióxido de carbono, el metano (CH₄) es el gas invernadero más importante de la atmósfera.

En la atmosfera primitiva tiene un origen principal volcánico y bacteriano



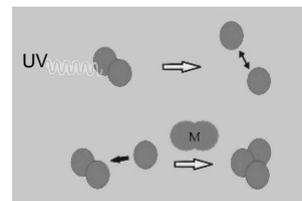
El metano es un gas invernadero muy efectivo, con una concentración atmosférica media actual entre 1,7 o 1,8 ppm (partes por millón del volumen del aire) (Lelieveld, 2006), observándose un importante aumento desde los inicios de la civilización (0,7 ppm)



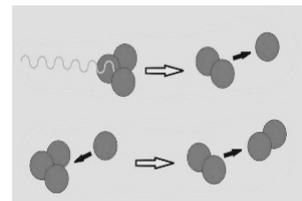
Debido a que contribuye a la mantención de la Temperatura al OZONO se le considera gas invernadero.

La luz ultravioleta produce la formación y destrucción del ozono

Ozono estratosférico se forma por acción de la radiación UV, que disocia las moléculas de oxígeno molecular (O_2) en dos átomos, los cuales son altamente reactivos, pudiendo reaccionar estos con otra molécula de O_2 formándose el ozono.



El ozono se destruye por acción de la propia radiación UV. La radiación con longitud de onda menor de 290 nm hace que se desprenda un átomo de oxígeno de la molécula de ozono.



Se forma así un equilibrio dinámico en el que se forma y destruye ozono, consumiéndose la mayoría de la radiación de longitud de onda menor de 290 nm.

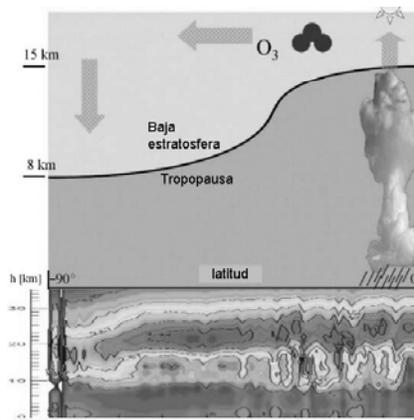
La concentración de la ozono aumenta hacia los polos y en altura



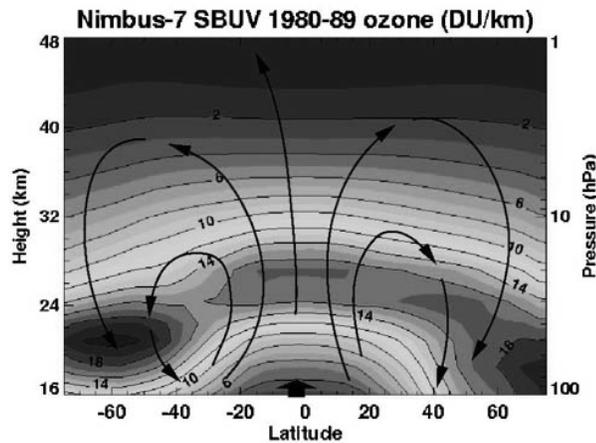
Formación en los trópicos, acumulación en regiones polares

Como la radiación solar es más fuerte sobre los trópicos, aquí se forma la mayoría del ozono total. Sin embargo, el sol en los trópicos no sólo produce formación de ozono, sino que también eleva el aire troposférico a altas altitudes.

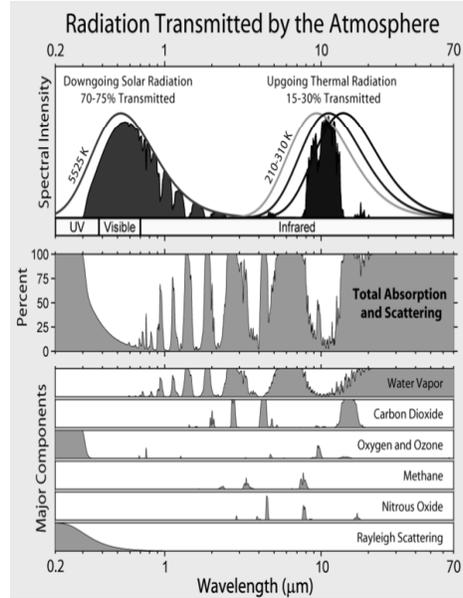
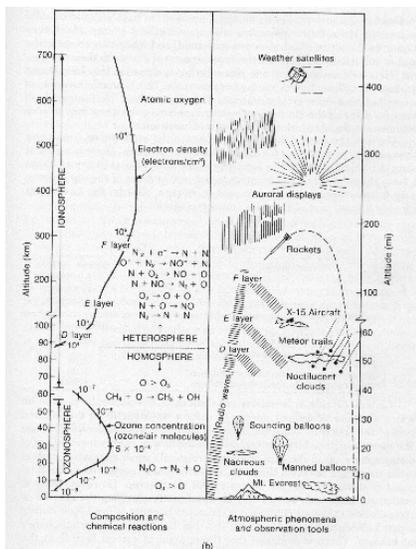
Así el ozono se transporta desde el ecuador hasta los polos, donde se acumula en las regiones subpolares.



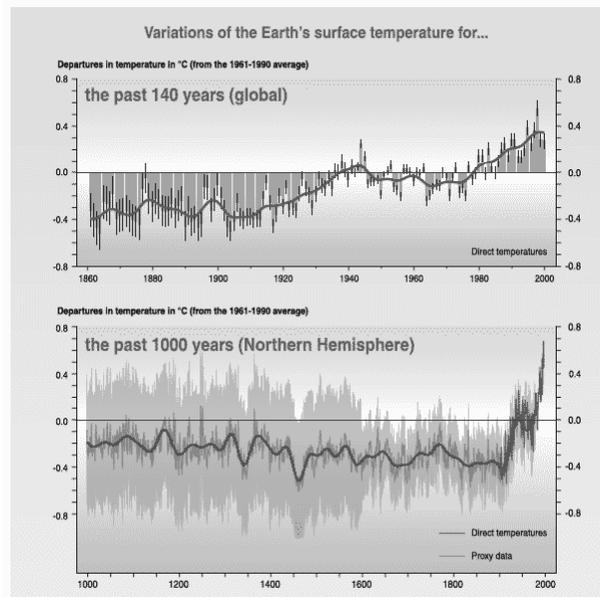
En el propio ecuador, la formación de ozono así como las roturas fotoquímicas son altas, por lo que el ozono no puede acumularse. Sin embargo, en las regiones subpolares, la rotura fotoquímica es baja y el transporte desde el ecuador es una fuente importante. Los valores en los propios polos son bajos, en particular en invierno, cuando no se puede formar ozono adicional durante la noche polar.



Variación vertical en la composición de la atmósfera e influencia de los gases en la temperatura del planeta

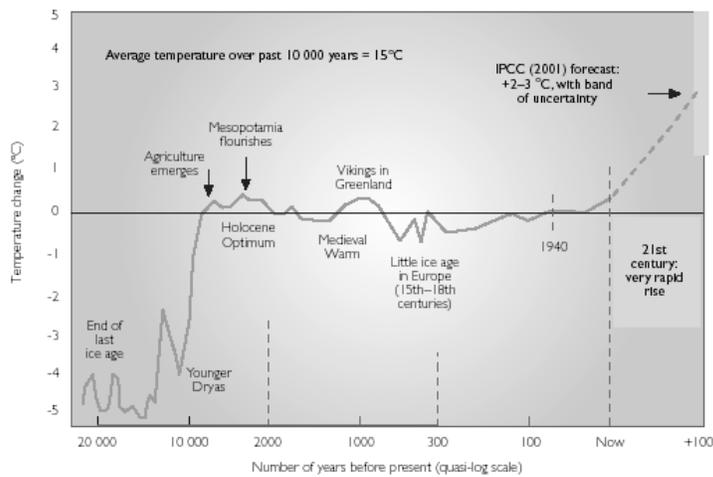


Ha cambiado la temperatura de la tierra



Causas aparentes de la variación en temperatura

Figure 1.1. Variations in Earth's average surface temperature, over the past 20,000 years

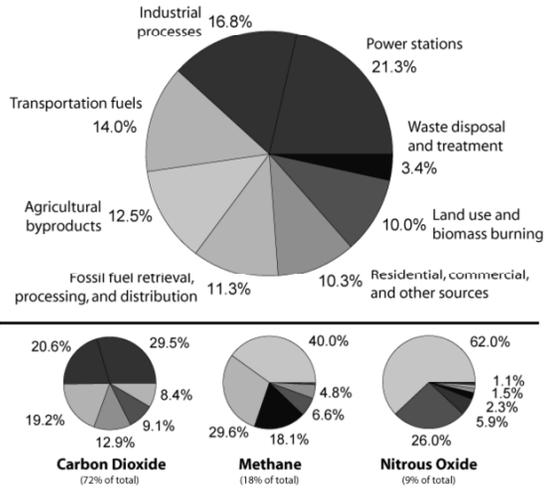


Los aumentos de temperatura han estado marcados por aparentes correlaciones con el desarrollo humano.

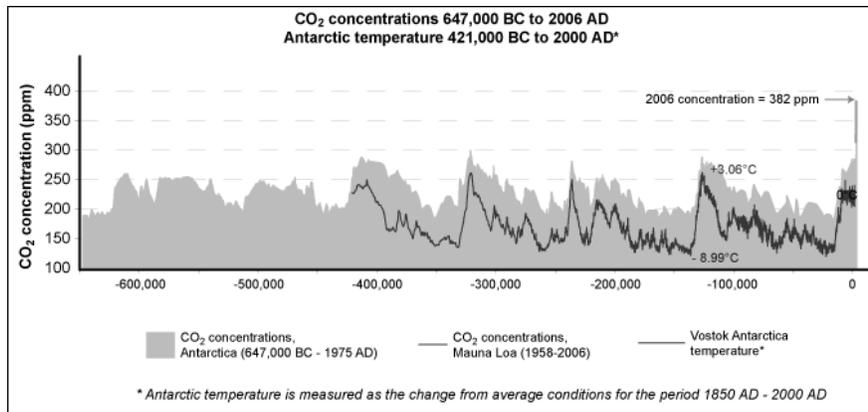
Los gases invernadero pueden ser alterados por la acción humana.

Para conocer la importancia del impacto humano debemos conocer la variación natural de los elementos involucrados

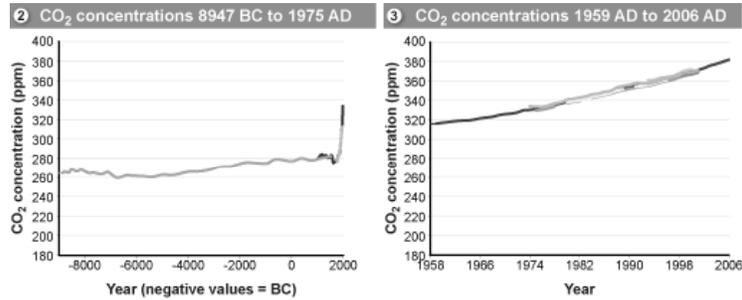
Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



Variación concentración de CO2

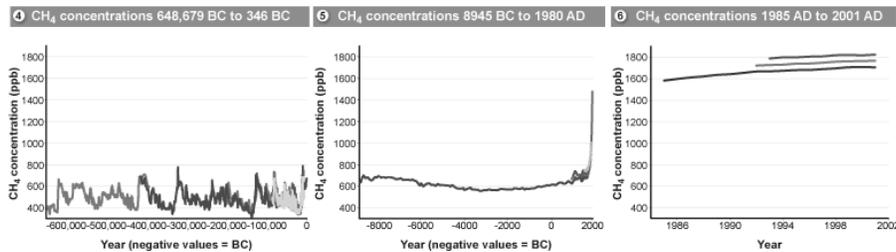


Variación concentración de CO2



Concentraciones en la atmósfera aumentan 280 partes por millón (ppm) desde el período pre-industrial a 382 ppm en 2006 (NOAA), es decir un 36 %. Se estima que gran parte de este incremento es debido a actividades humanas. A la fecha la tasa de incremento es de cerca de 1.9 ppm/año. El CO₂ presente ha alcanzado la concentración más alta vista

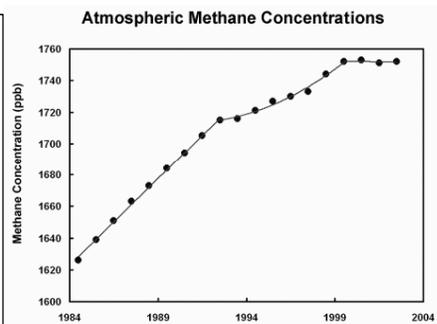
Variación concentración de Metano



Al igual que el CO₂ presenta una importante variabilidad temporal.

Actualmente es el gas más abundante de la atmósfera, valores no alcanzados en los últimos 650,000 años.

La concentración de metano aumentó fuertemente durante el siglo XX, y ahora muestra valores de 148% sobre lo registrado para el período pre-industrial



Predicciones a largo plazo (2100) considerando el efecto antrópico

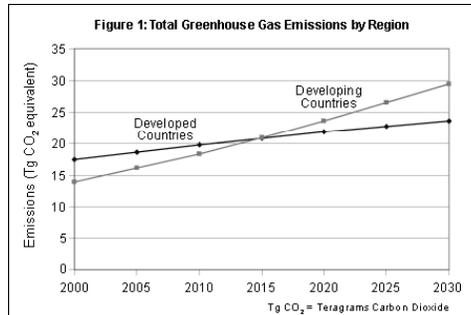
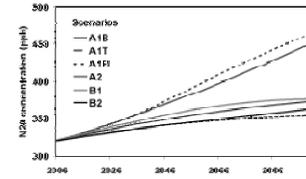
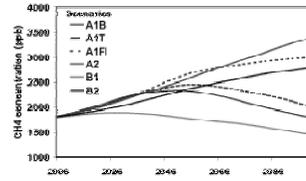
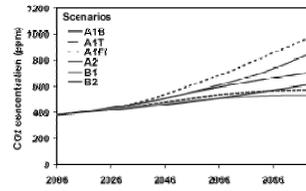
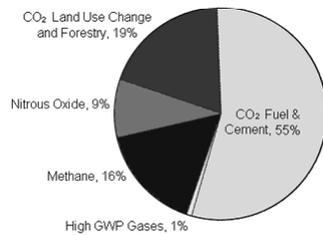
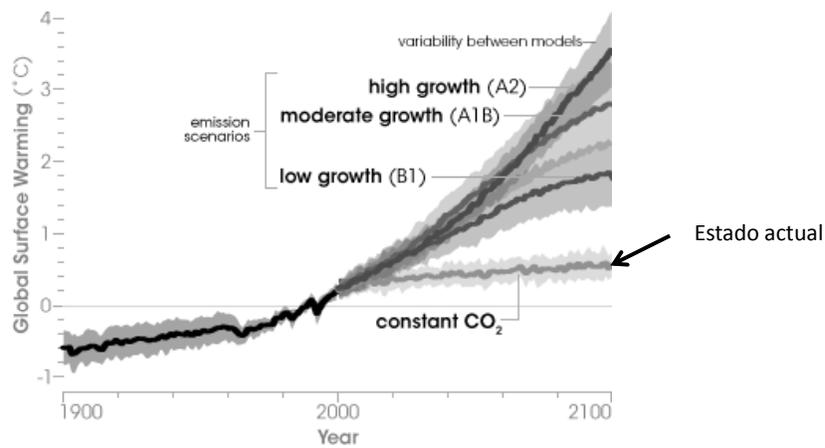


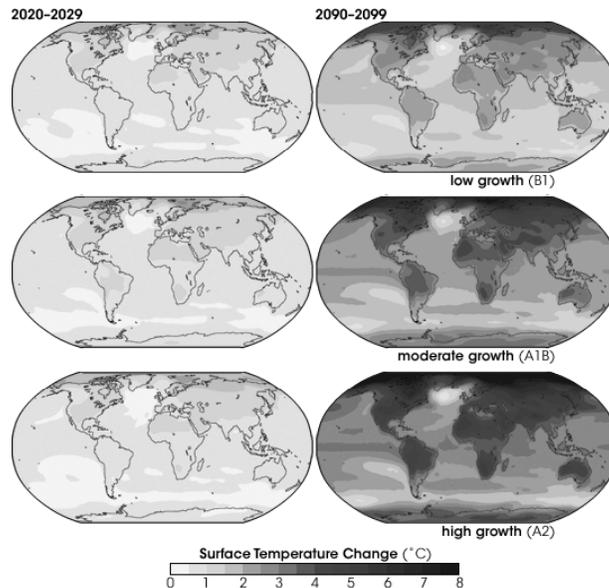
Figure 1: Global Greenhouse Gas Emissions 2000



Para diferentes escenarios teóricos acerca de la concentración de gases invernadero, se han realizado predicciones, las que señalan un aumento en la temperatura.



En términos regionales este es el panorama hacia el 2100



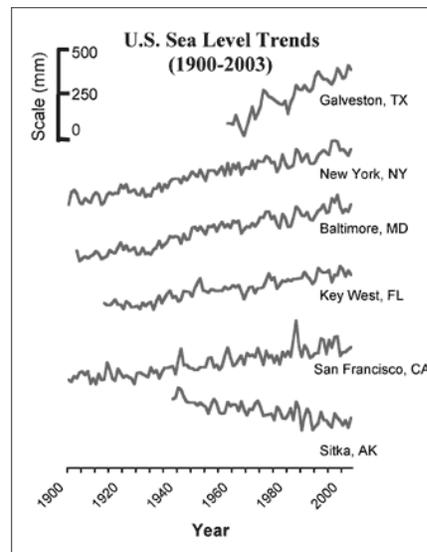
Consecuencias del aumento de la temperatura

Los niveles de los mares se están elevando entre 1 y 2 centímetros por decenio.

El calentamiento global da lugar a elevaciones del nivel marino debido a:

- a) expansión del agua cuando se calienta,
- b) aumento de la cantidad de agua líquida procedente de los casquetes polares, del hielo marino y de la reducción de los glaciares:

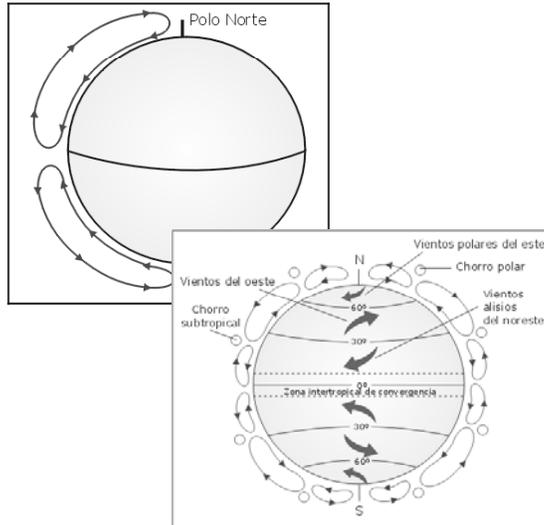
“Se prevé que el nivel medio global del mar se elevará entre 9 y 99 cm entre 1990 y 2100. [...] y en caso de que todo el hielo de la Antártida se derritiera, el nivel del mar aumentaría 125 m”. Con un aumento de solo 6 m, bastaría para inundar Londres y Nueva York.



Sobre el clima

Incremento en la temperatura superficial probablemente va a conducir a cambios en el régimen de precipitaciones y humedad atmosférica, debido a:

- Cambios en la circulación atmosférica .
- Un ciclo hidrológico más activo.
- Incremento en la capacidad de retener agua por la atmósfera. Lo que conduce a un aumento la cantidad de vapor de agua en la atmósfera.



La incertidumbre en la disponibilidad de agua para el futuro

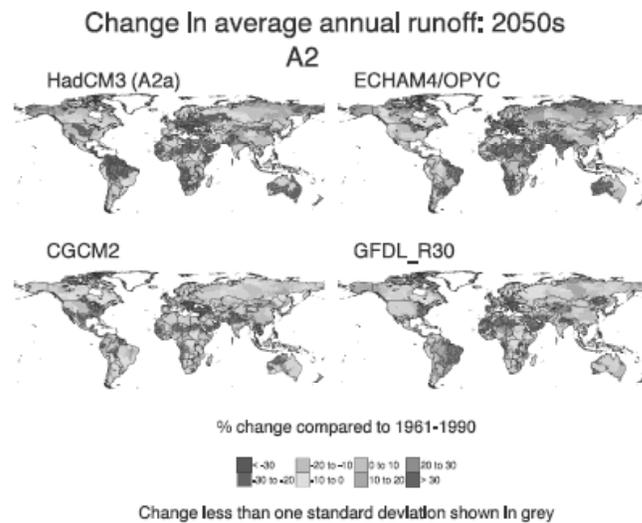


Figure 23. Percentage changes in average annual runoff projected by four climate models under IPCC Scenario A2 (Source: Courtesy of Nigel Arnell).

Consecuencias biológicas

Modificaciones en el clima afectarán la distribución de la fauna y floras del planeta. Ello puede conllevar a la extensión de enfermedades de las que algunos de estos animales son portadores. Tal es el caso de la malaria, el dengue o la fiebre amarilla, cuyos vectores son ciertas especies de mosquitos que habitan principalmente en zonas tropicales.

