



4



Cambio climático

4. Cambio climático: escrito en la piedra

¿Sabías que... a lo largo de la historia de la Tierra, el clima cambió continuamente, pero parece que, por primera vez, la actividad del hombre ha alterado irremediabilmente el patrón climático?

- 4.1 ¿Cuales son las pruebas de los cambios climáticos del pasado?
- 4.2 ¿Ha cambiado el clima a lo largo del siglo XX?
- 4.3 ¿Por qué está cambiando el clima? ¿Cuales son los modelos de predicción?
- 4.4 ¿Cómo cambiaría el clima en España? ¿Qué podemos hacer?
- 4.5 Curiosidades





4. Cambio climático: escrito en la piedra

¿Sabías que... a lo largo de la historia de la Tierra, el clima cambió continuamente, pero parece que, por primera vez, la actividad del hombre ha alterado irremediabilmente el patrón climático?

4.1 ¿Cuáles son las pruebas de los cambios climáticos del pasado?

Se sabe mucho de los glaciares y glaciaciones desde el inicio de la glaciología, una rama de la geología que nació hace unos 150 años.

Como detectives, los glaciólogos han rastreado los indicios de glaciares en el pasado. Hoy día, nadie duda de que hubiera grandes periodos de tiempo durante los cuales extensiones inmensas de hielo cubrieron parte de los polos, y que las variaciones cíclicas de temperatura se deben a las variaciones de la órbita terrestre alrededor del sol.

Los casquetes polares actuales, así como los glaciares de montaña en los Alpes o los Pirineos, representan lo que queda de la última de estas glaciaciones, hace 10.000 años.

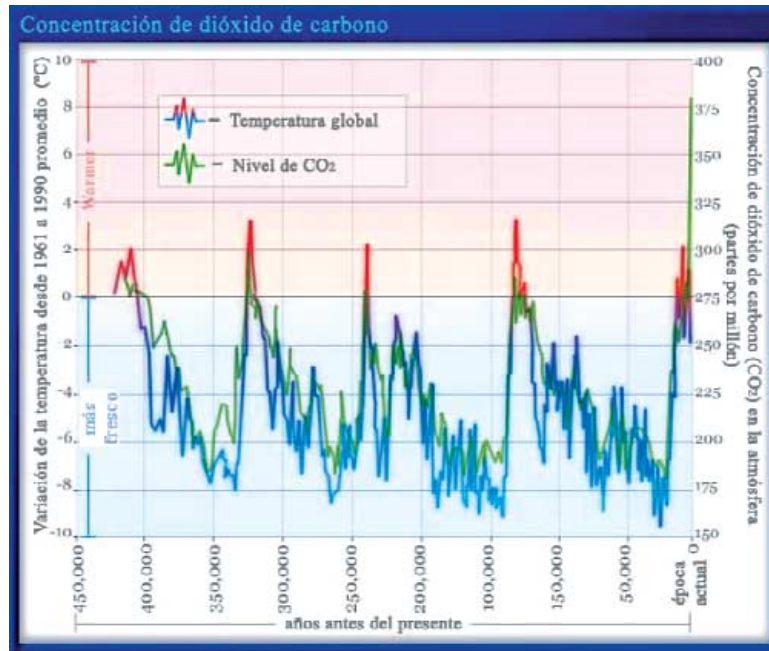


*El glaciar del Pico de los Infiernos en los Pirineos de Huesca, un testigo de la última glaciación de hace unos 10.000 años
(Fotografía: J. Lillo)*

Los cambios climáticos del pasado quedan registrados en los hielos de los polos. Con sondes, se extraen muestras, que pueden superar los 2.000m de longitud. Representan más de 450.000 años de historia climática, ya que las burbujas de aire atrapadas en el hielo registran la composición de la atmósfera de la época (en particular la cantidad de dióxido de carbono CO₂, el metano CH₄ y el óxido nitroso N₂O, los tres gases de efecto invernadero).

Las temperaturas del pasado se determinan mediante la medida de la concentración de los isótopos del oxígeno en los gases que componen estas burbujas.

Uno podría pensar que el calentamiento global que se observa actualmente se produce simplemente porque estamos en una fase interglaciar, después de la última glaciación que terminó hace sólo 10.000 años. Sin embargo, la rapidez del aumento de temperatura observado supera con creces lo esperable.

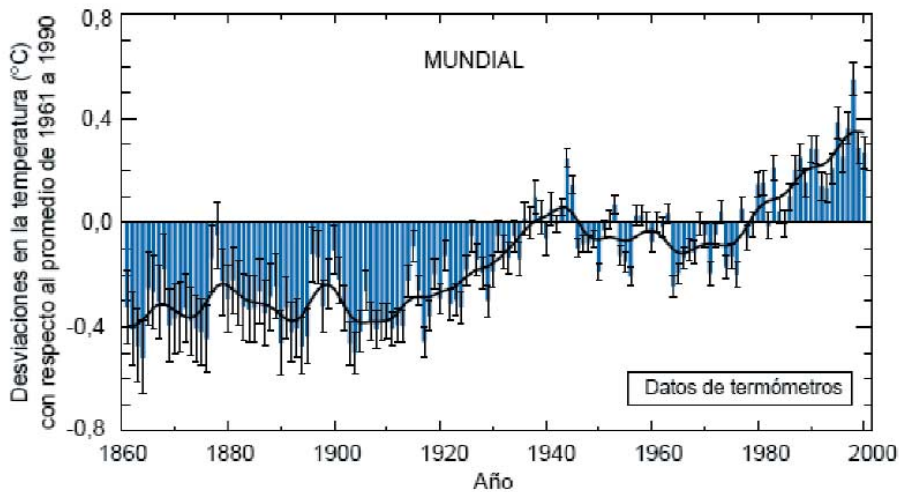


Concentración de CO₂ (curva verde) en las burbujas de aire atrapadas en los hielos polares desde 450.000 años, y temperatura global deducida de esta concentración (curva de dos colores, azul y roja). Se observa una variación cíclica de ambos parámetros. (Fuente: web SEED 2007)

4.2 ¿Ha cambiado el clima a lo largo del siglo XX?

Inequívocamente, la respuesta es “sí”.

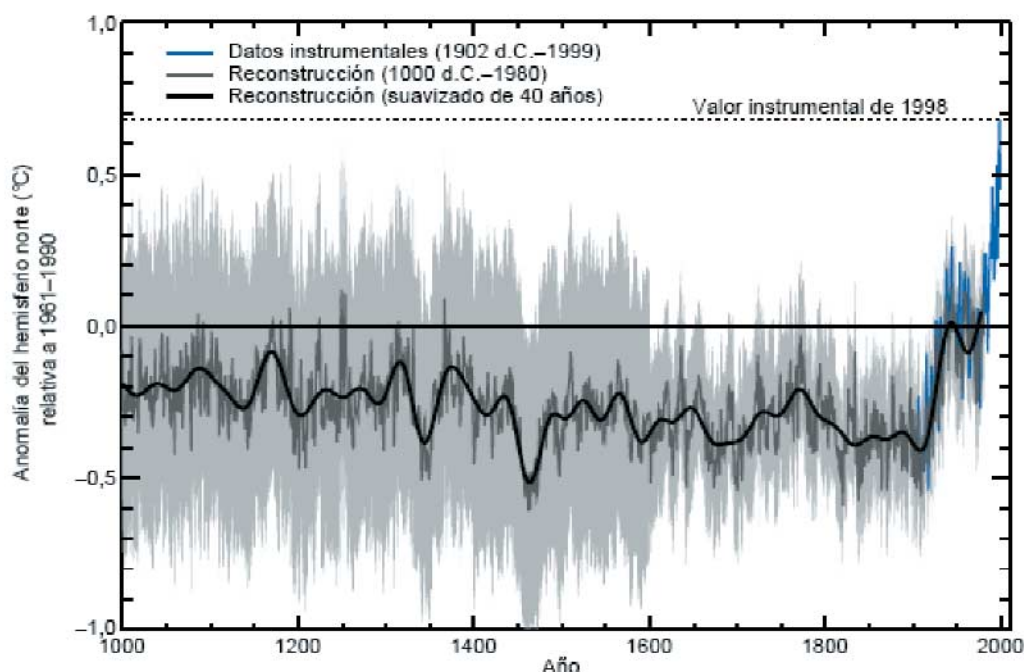
Las mediciones a partir de termómetros muestran que, en los últimos 140 años, la temperatura media mundial de la superficie de la Tierra (es decir, el promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie de la Tierra y de la temperatura de la superficie del mar) ha subido desde 1861. Durante el siglo XX, el aumento ha sido de $0,76 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Desde que se hacen medidas mediante globos meteorológicos, la temperatura de la atmósfera muestra la misma tendencia (aumento de $0,1^\circ\text{C}$ por decenio).



Variación de temperatura para el periodo 1860 a 2002, medida con termómetros. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)



Para épocas anteriores a las que hubo termómetros, esta misma temperatura se puede estimar a partir de datos indirectos tales como anillos de crecimiento de los árboles, corales o muestras de hielo. Se han hecho estudios para los últimos 1.000 años y se observa que el ritmo y la duración del calentamiento en el siglo XX han sido mucho mayores que en cualquiera de los nueve siglos anteriores.



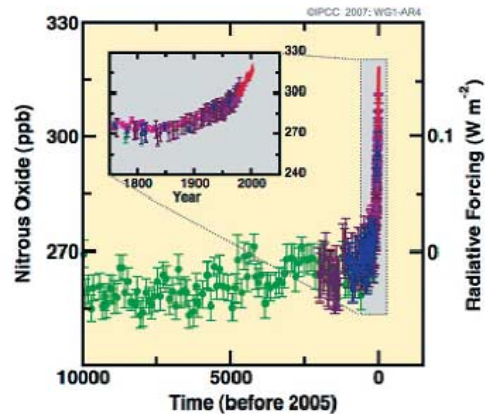
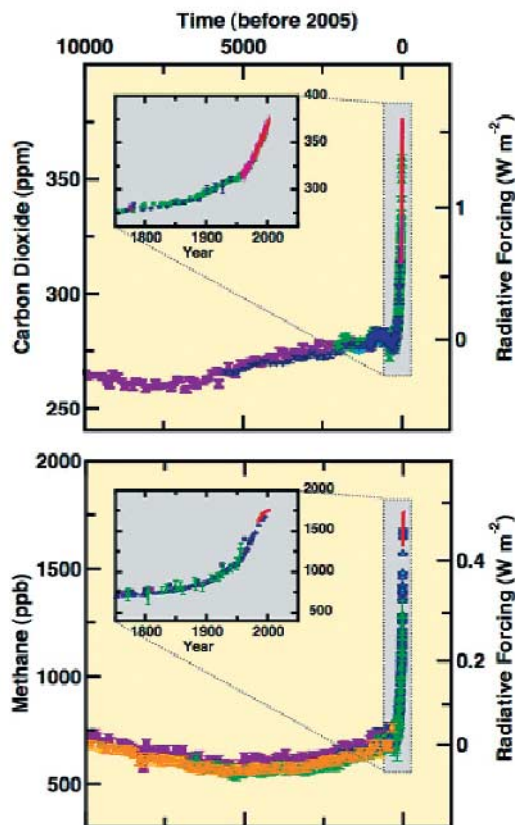
Reconstrucción de la temperatura del hemisferio norte (HN) en el milenio (gris oscuro – anillos de crecimiento de árboles, corales, muestras de hielo y registros históricos) y datos instrumentales (azul) desde 1000 d.C. hasta 1999. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)

Otro dato que evidencia un calentamiento global es la fusión del hielo, tanto en los polos como en los glaciares de montaña. Un 10% del hielo terrestre ha desaparecido desde finales de los años 20. Como consecuencia, los datos de los mareógrafos muestran que el nivel medio del mar en el mundo subió entre 0,1 y 0,2 metros durante el siglo XX.

4.3 ¿Por qué está cambiando el clima? ¿Cuáles son los modelos de predicción?

Una vez constatado el cambio climático, viene una pregunta difícil: ¿por qué está cambiando? ¿Variabilidad natural o consecuencia de la actividad humana?

Las conclusiones de un panel internacional de científicos de distintas ramas en un informe del 2001 alertaban "... que las emisiones de gases de efecto invernadero y de aerosoles debidas a las actividades humanas siguen modificando la atmósfera de diversas formas que se prevé que afectarán al clima". Desde entonces, los progresos científicos basados en una mayor cantidad de datos, así como una mejor comprensión de los fenómenos, hacen más categórica la afirmación de que el calentamiento global se debe a las actividades humanas, tal como reza el informe del 2007 del mismo grupo de científicos. También ha aumentado la confianza en la capacidad de los modelos para proyectar el clima futuro.

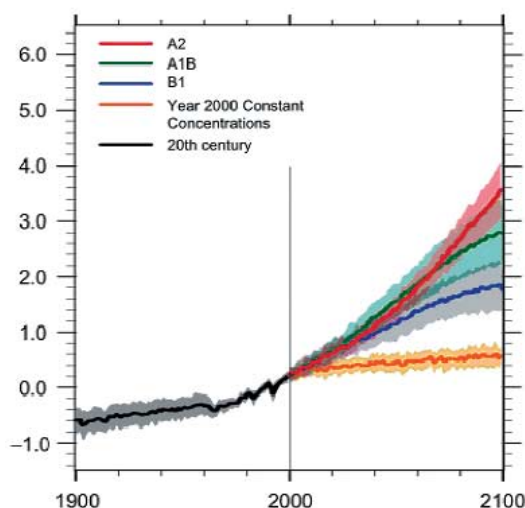


Concentraciones globales de los tres gases de efecto invernadero desde hace 10.000 años, a partir de datos de sondeos en hielo. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)

Las concentraciones globales de los tres gases de efecto invernadero (GEI), el dióxido de carbono CO_2 , el metano CH_4 y el óxido nitroso N_2O , han aumentado de manera espectacular desde 1750 y superan ampliamente los valores de la era pre-industrial. El aumento del CO_2 se debe esencialmente al uso de combustible de origen fósil (carbón, petróleo y gas), mientras que el del metano y el del óxido nitroso es propio de la agricultura.

Los resultados de los modelos de predicción del clima para el siglo XXI en términos de aumento de temperatura global son desoladores...

Varían en función del modelo de desarrollo de la Sociedad, y consecuentemente en función de las emisiones previsibles de GEI. Incluso si nos quedáramos con la concentración de GEI medida en el



Modelos de calentamiento global, a partir de diversos supuestos de emisiones de gases de efecto invernadero, calculados a partir del año 2000. La escala de la derecha está en $^{\circ}\text{C}$. En gris, curva de aumento de temperatura medida desde el año 1900. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)



año 2000, lo que equivale a la vuelta al tiempo de los hombres prehistóricos y a la ausencia de emisiones (!), cabría esperar un ligero aumento de temperatura (+0,6°C en el 2100).

De los dos modelos extremos, el más desfavorable (mayores emisiones de GEI, curva roja) es el escenario de un mundo desigual y heterogéneo, con un aumento constante de la población mundial y con un desarrollo económico y tecnológico fragmentado. El más favorable postula un mundo convergente, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces (curva azul).

Respecto al año 2000, ambos modelos de evolución del clima muestran un aumento de la temperatura de 0,6 a 1,2°C para el 2030, 1,5 a 2,1°C para el 2060 y 1,8 a 3,6°C para el 2100.

4.4 ¿Cómo cambiaría el clima en España? ¿Qué podemos hacer?

El aumento de temperatura global acarreará consecuencias graves para el hombre y algunas de sus actividades, tales como la agricultura y la industria. Las temperaturas máximas y mínimas serán más elevadas. Habrá más días de heladas y más olas de calor. Las precipitaciones serán irregulares, con episodios de precipitación intensa seguidos por grandes sequías. Las tormentas tropicales y los huracanes serán más intensos. Y por último, el conjunto estará acompañado por una subida del nivel del mar (entre 0,10 y 0,88 metros entre 2000 y 2100).

Si se cumple este guión catastrófico, afectará gravemente a los recursos hídricos, los ecosistemas y la salud humana.

En España, el Instituto Nacional de Meteorología ha generado modelos regionales de evolución del clima para el periodo 2071-2100, sobre la base de los mismos supuestos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que los que se hicieron a nivel global.

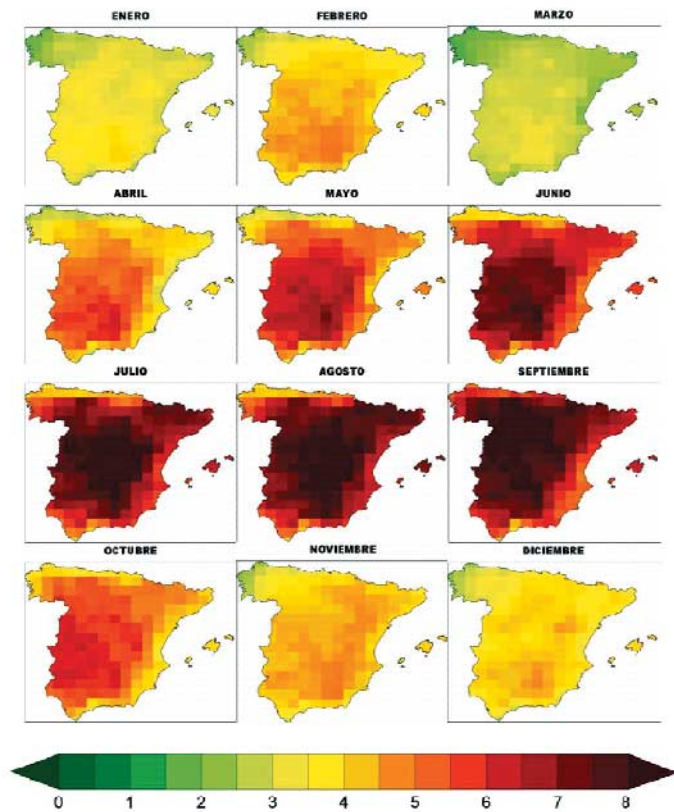
Nuestra posición geográfica hace que posiblemente España sea el país de Europa más afectado por el cambio climático. Aunque los resultados sean aún preliminares, los modelos predicen un aumento de temperatura de entre 4 y 7°C (respecto al periodo 1961-1990), sólo suavizados en las zonas costeras (aumento de "sólo" 3°C).

En cuanto a precipitación, los modelos son más dispares pero igual de alarmantes: entre un 20 y un 40% menos de precipitación. España se puede transformar en un desierto...

La respuesta al cambio climático global debe ser también global. Lo primero pasa por la concienciación de la Sociedad a todos los niveles de que somos responsables. Lo segundo por una estrategia para mitigar ese cambio.

Según el informe del 2007 del panel internacional de científicos de distintas ramas (IPCC 2007), los objetivos de esta estrategia deberían llevar medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a la par que medidas para aumentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables (solar y eólica). Los gobiernos deben trabajar para tomar medidas eficaces y concretas para cumplir estos objetivos.

A nivel individual, esto conlleva cambiar nuestro estilo de vida...



Modelo de aumento medio de temperatura máxima mensual para el periodo 2071-2100 respecto al clima actual. Las cifras de la escala de colores están en °C. Significa que, por ejemplo, para la zona centro, en el mes de septiembre la temperatura máxima mensual respecto al clima actual podría ser de 8°C más alta. (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología, 2007)

4.5 Curiosidades

Durante la última glaciación, el nivel del Mediterráneo bajó tanto que se podía ir andando de Mallorca a Menorca.

La Pequeña Edad de Hielo corresponde a un episodio de enfriamiento entre el siglo XIII y la mitad del siglo XIX, que se notó sobre todo en Europa y América del Norte. Los glaciares empezaron a crecer; los inviernos fueron muy rigurosos, y la producción agrícola fue muy pobre, provocando hambrunas terribles, como la Gran Hambruna de 1315-1317.

Las causas de este enfriamiento pueden residir en la conjunción de erupciones volcánicas muy violentas y una menor actividad solar.



Peter Brueghel. Invierno 1565 (Fuente:Wikipedia)