

P.D: Economía y Sociología de la Globalización
Enero-Febrero 2009
Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

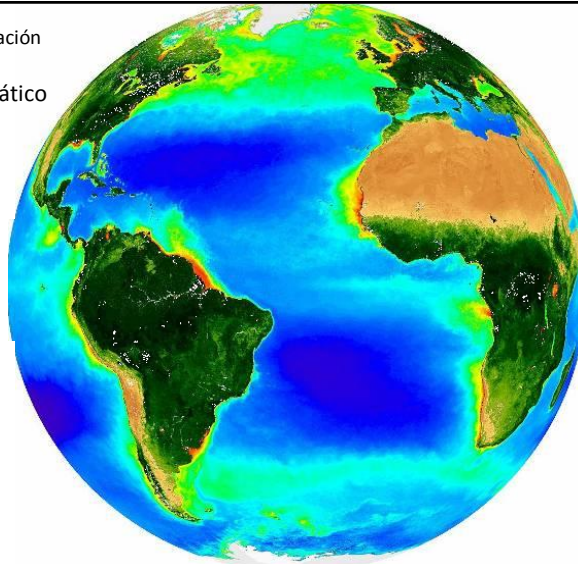
Cambio Climático

Ricardo Anadón

Catedrático de ECOLOGÍA



Universidad
de Oviedo



GAIA es Nuestra Casa

Posee agua, oxígeno y un clima hospitalario

¿Por qué hablar del Cambio Climático?

- ✓ Es uno de los problemas más importantes, si no el **más importante**, que tiene la Humanidad hoy en día
- ✓ Nos **afectará a todos**, a todos los ecosistemas y especies
- ✓ **Todos somos responsables** del cambio
- ✓ La **información sesgada** y a veces contradictoria sobre el papel de los humanos y del propio cambio
- ✓ La necesaria toma de decisiones para **mitigar y adaptarse** al cambio futuro necesita personas informadas

Organización de la Conferencia

- ✓ Cambio Global y Cambio Climático
- ✓ Cambio Climático actual
- ✓ Causas del Cambio Climático
- ✓ Cambio Climático en el futuro
- ✓ ¿Acertamos en las predicciones?
- ✓ Impactos del Cambio Climático
- ✓ Mitigar y Adaptarse

Un clima depende en gran medida de la temperatura y la pluviosidad, pero también de otras variables: viento, estacionalidad de ocurrencia, heladas, etc.

Se expresa como la media de al menos 10 años

¿ Qué afirmc

cuando el clima ?

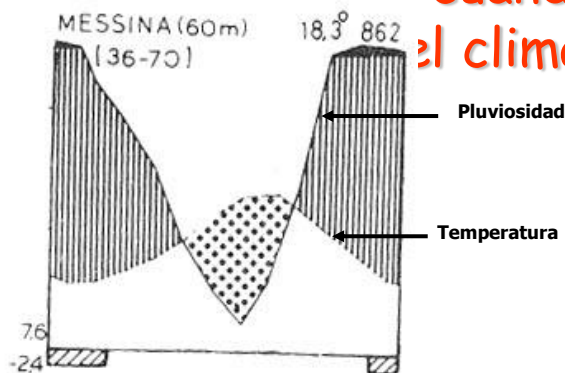
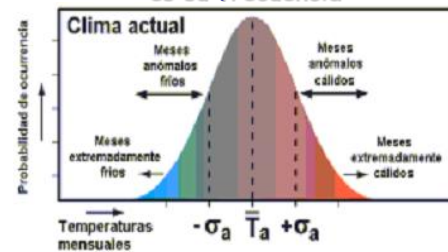


Diagrama Ombrotérmico

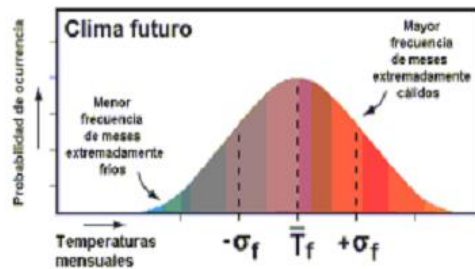


Cuando necesitamos varios años es por que la temperatura y la pluviosidad cambian cada año

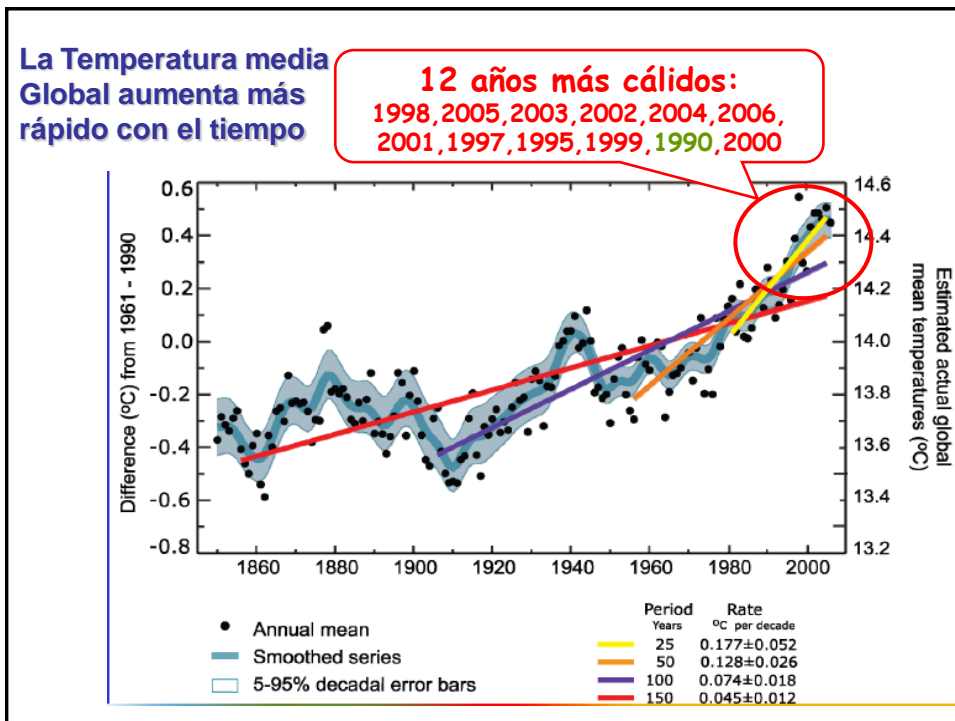
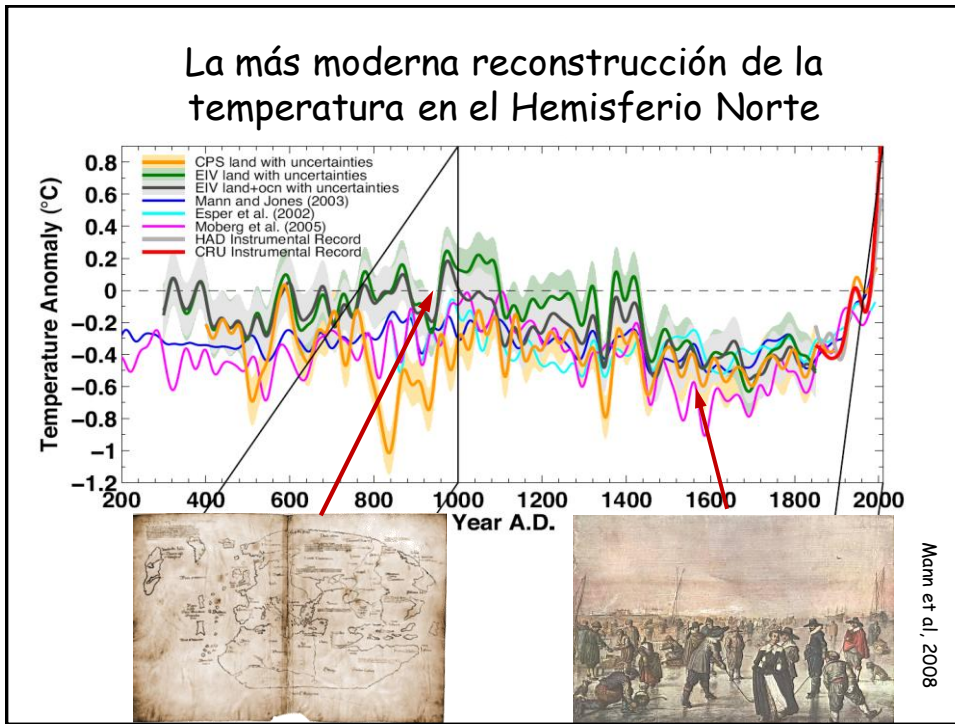
El número de años con una temperatura es su frecuencia

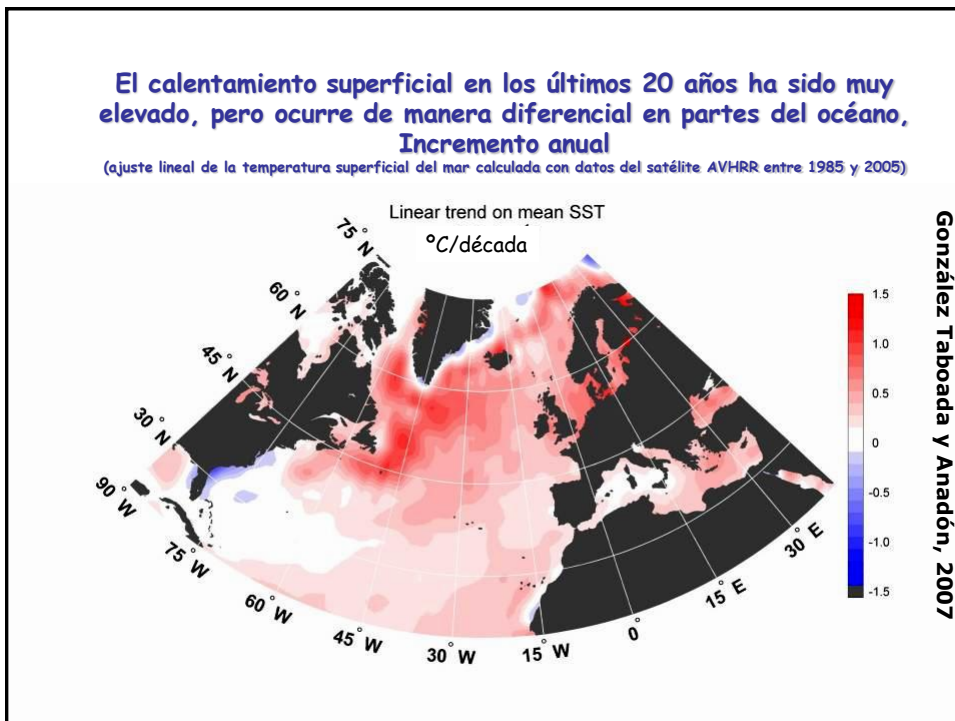
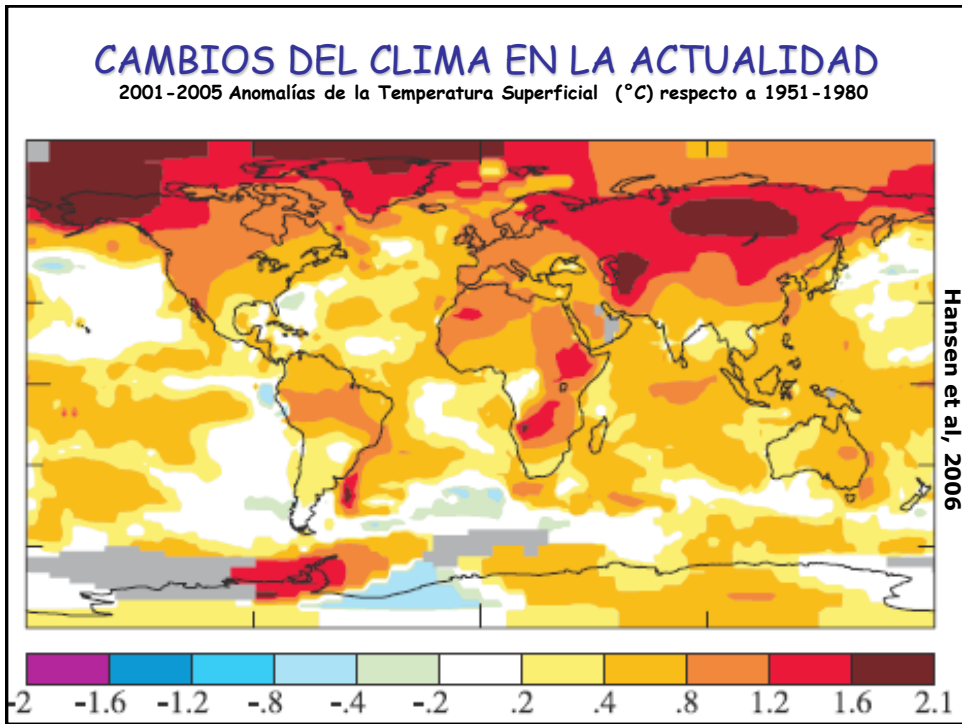


Un cambio de clima implicaría cambiar la media y/o la propia distribución

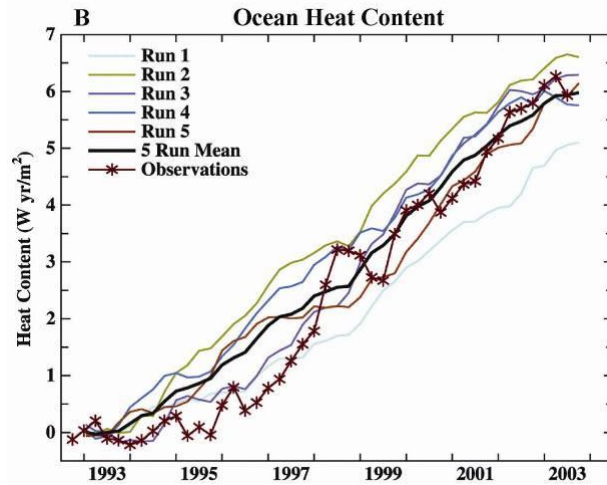


Castro et al, 2005



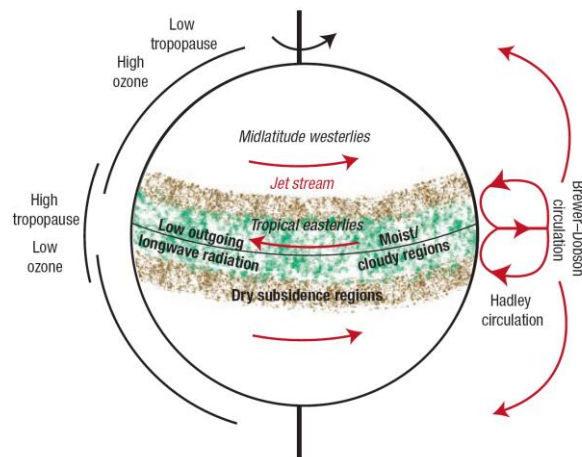


Ganancia de calor en los 750 metros superiores de los océanos mundiales.



Hansen et al, 2005.

¿Expansión de la zona tropical?

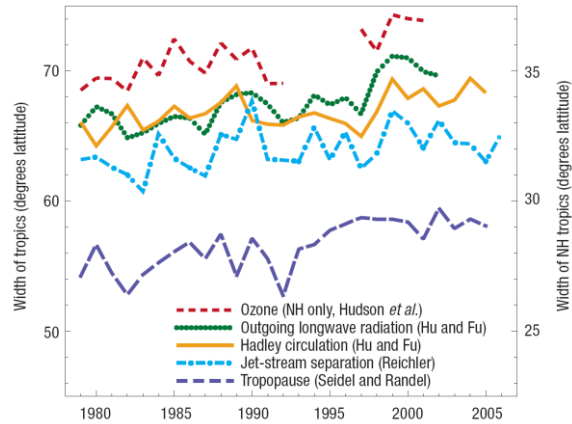


Seidel et al, 2007

¿Que características definen los Trópicos?

La estructura atmosférica, la circulación, y las características hidrológicas mostradas en el diagrama de la Tierra se han movido hacia los polos en décadas recientes, indicando una ampliación del cinturón Tropical y de la circulación de Hadley.

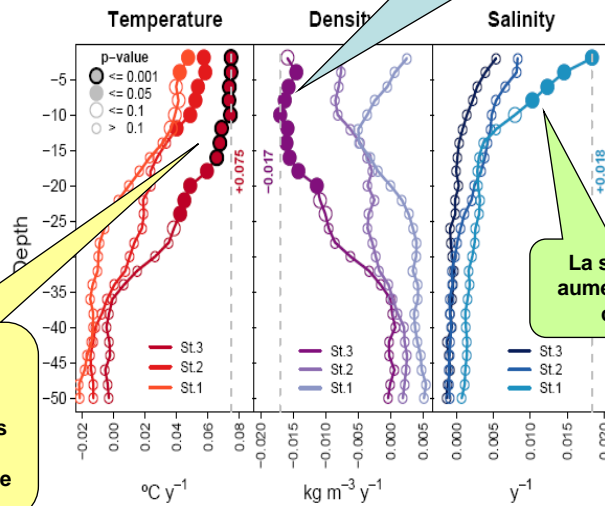
Cambios en indicadores de la amplitud del cinturón tropical desde 1979



Seidel *et al.*, 2007

Anchura de la circulación de Hadley: radiación de onda larga de salida y los vientos horizontales de las corrientes en chorro. Separación de los núcleos de las corrientes en chorro de los Hemisferios Norte y Sur. Anchura de las regiones con tropopausas elevadas frecuentes. Anchura de la zona con niveles de ozono en las columnas tropicales (Hemisferio Norte sólo, eje derecho). Aunque todas manifiestan un incremento desde 1979, las tasas varían de 2.0 a 4.8 grados de latitud por cada 25 años, con un rango incluso mayor cuando se consideran las tendencias de amplificación estimadas en cada estudio individual.

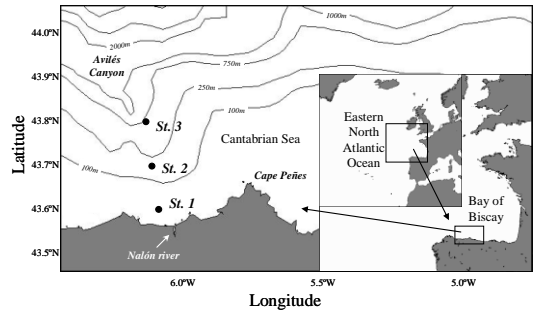
La Temperatura media Global aumenta más rápido con el tiempo



La densidad disminuye en el océano al aumentar la temperatura

La salinidad aumenta en la costa

También en el Cantábrico empezamos a tener evidencias de que el calentamiento de acelera



Periodo	Estación 3		Estación 2		Estación 1		
	93-03	93-06	93-03	93-06	93-03	93-06	
Temperatura	10m	+ 0,055	+ 0,074	+0,043	+0,049	+ 0,021	+0,039
	20m	+ 0,056	+ 0,049	+ 0,023	+0,024	+ 0,010	+ 0,010
Densidad	10m	- 0,022	-0,017	-0,013	-0,008	- 0,006	- 0,003
	20m	- 0,024	-0,011	- 0,010	-0,004	- 0,008	+ 0,000

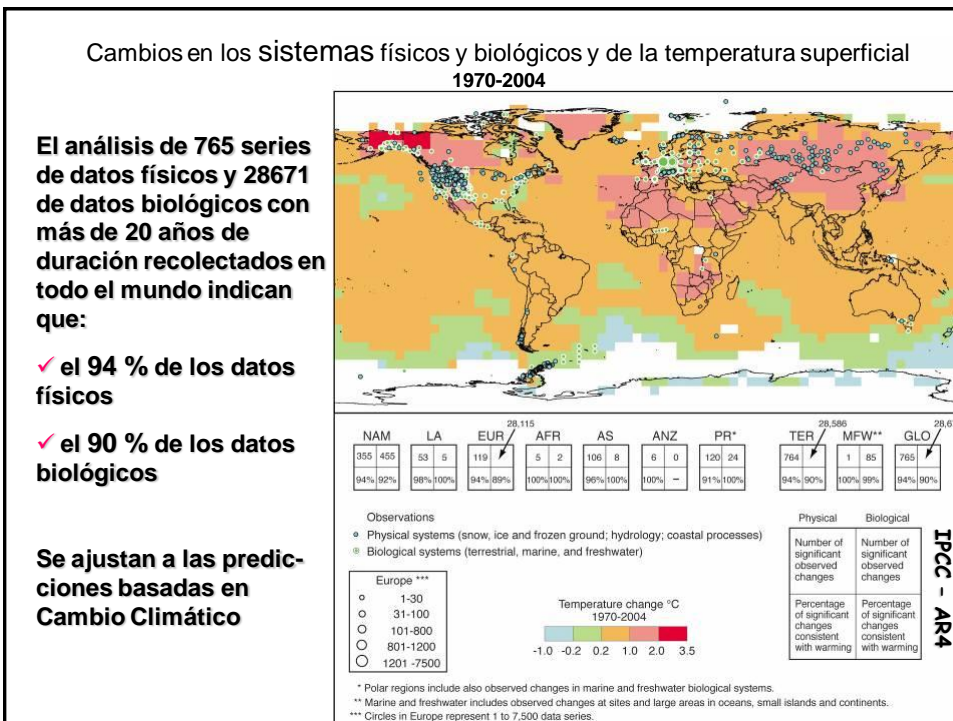
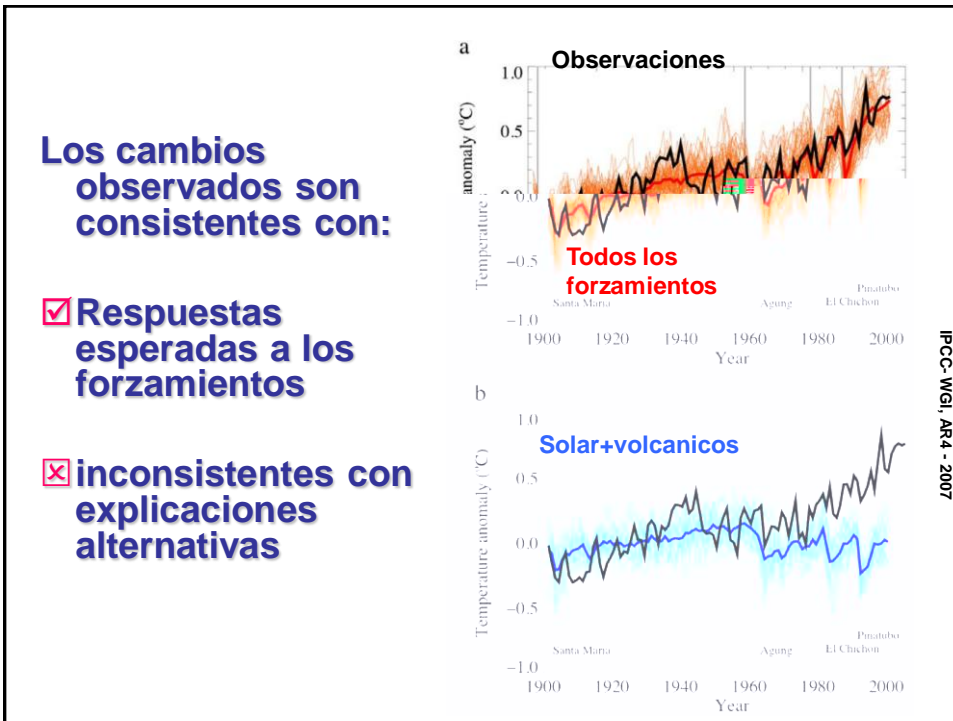
Valores significativos

LLope y Anadón (sometido)

El Cambio de Clima es una evidencia científica no discutida, aunque nos queden por resolver incertidumbres de cómo se regula

pero

¿Somos los humanos responsables?



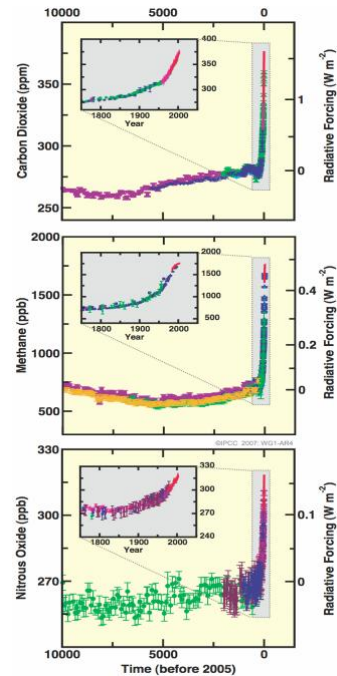
Cambios en Gases de Efecto Invernadero de testigos de hielo y datos modernos

Concentración atmosférica de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico en los últimos 10,000 años (paneles grandes) y desde 1750 (paneles interiores). Las medidas provienen de testigos de hielo (símbolos con colores diferentes de estudios distintos) y muestras atmosféricas (líneas rojas). Los correspondientes fuerzas radiativas se muestran en el eje derecho de los paneles.

Las concentraciones de CO₂, CH₄ y N₂O

- Exceden mucho el valor pre-industrial
- Se incrementan de forma marcada desde 1850 debido a actividades humanas

Variación relativamente pequeña antes de la era industrial



IPCC - WGI, AR4 - 2007

Dilución del ¹⁴C en la atmósfera resultado de emisiones de CO₂ fósil

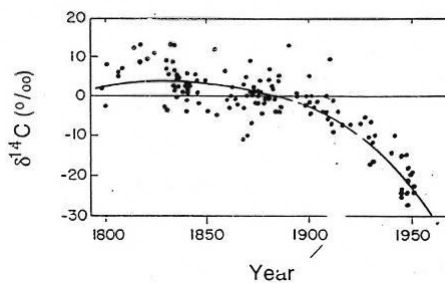
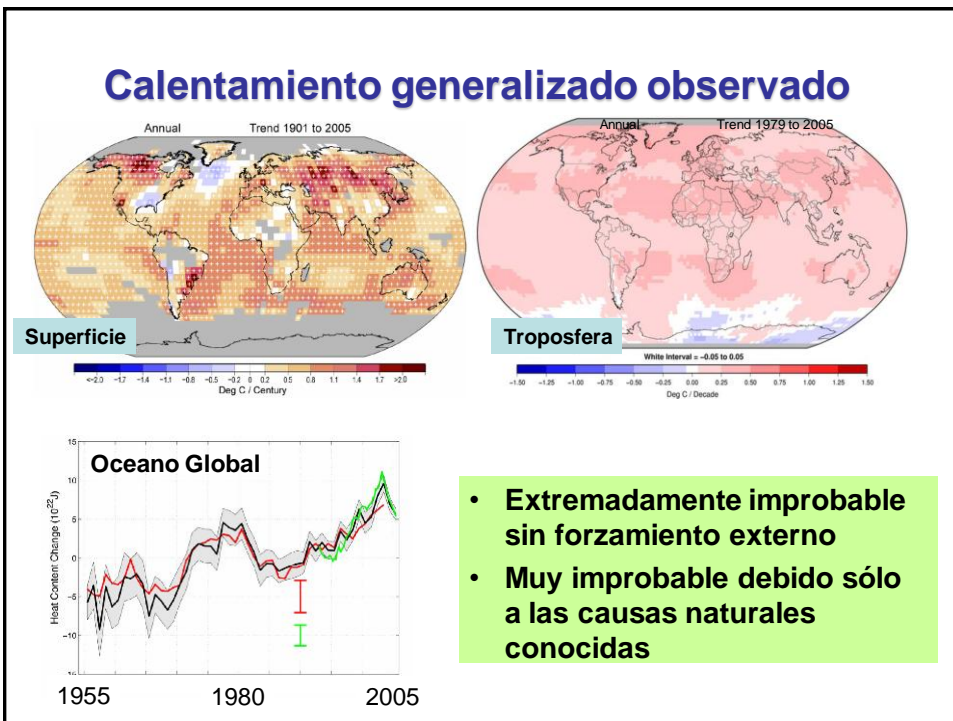
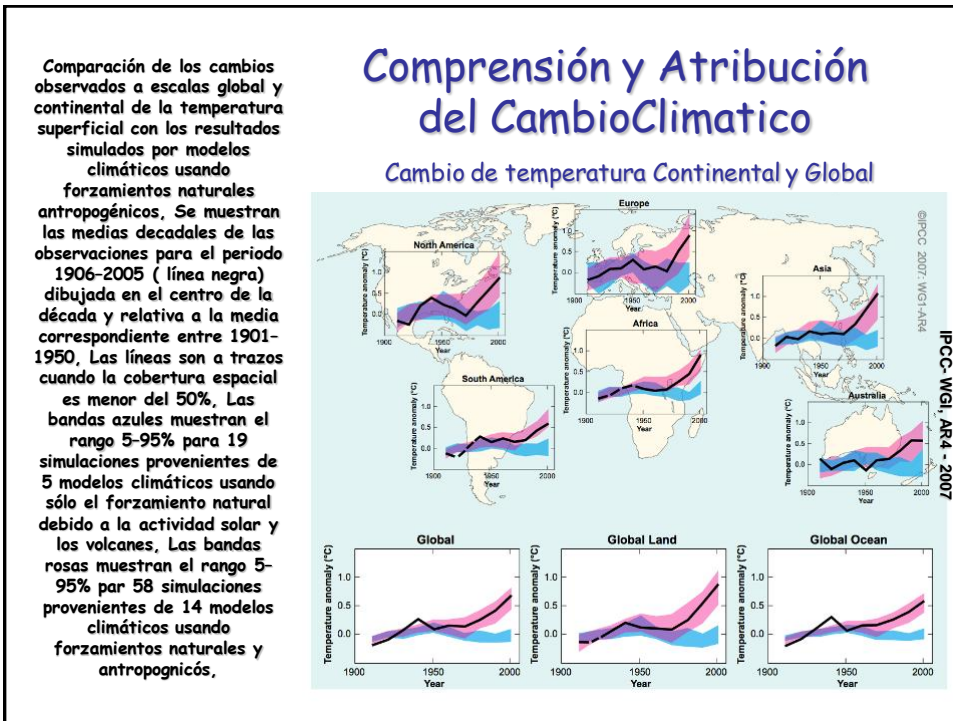
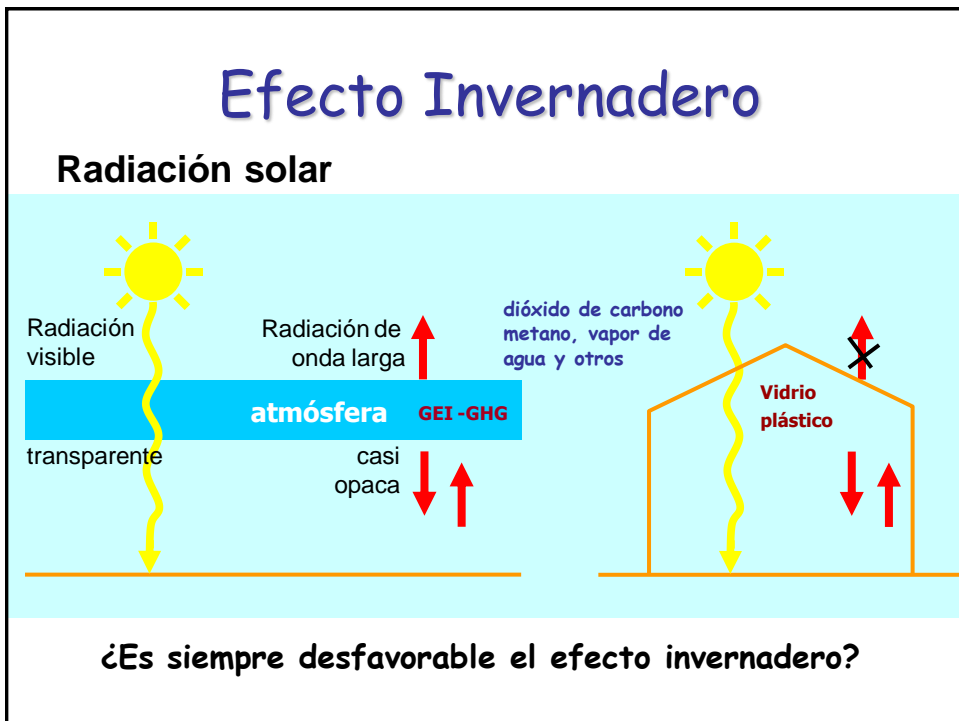
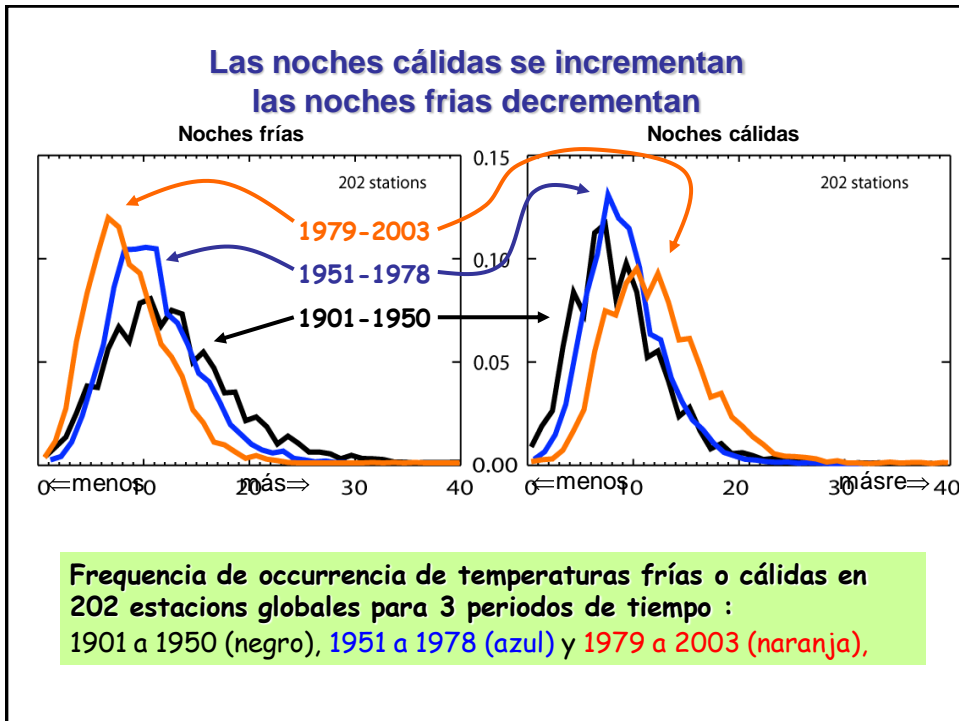


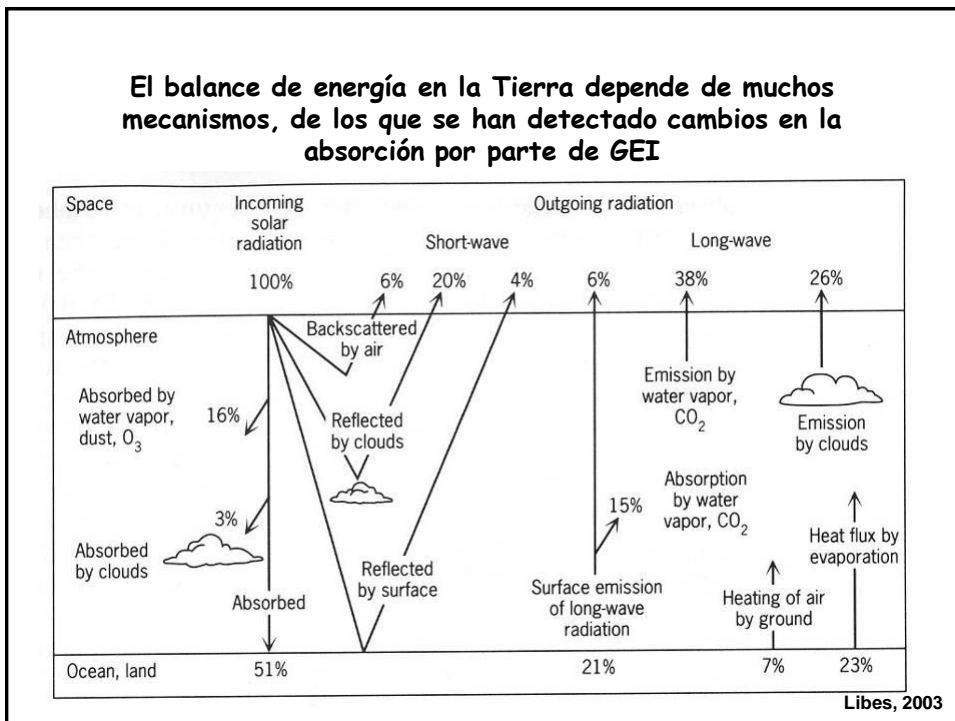
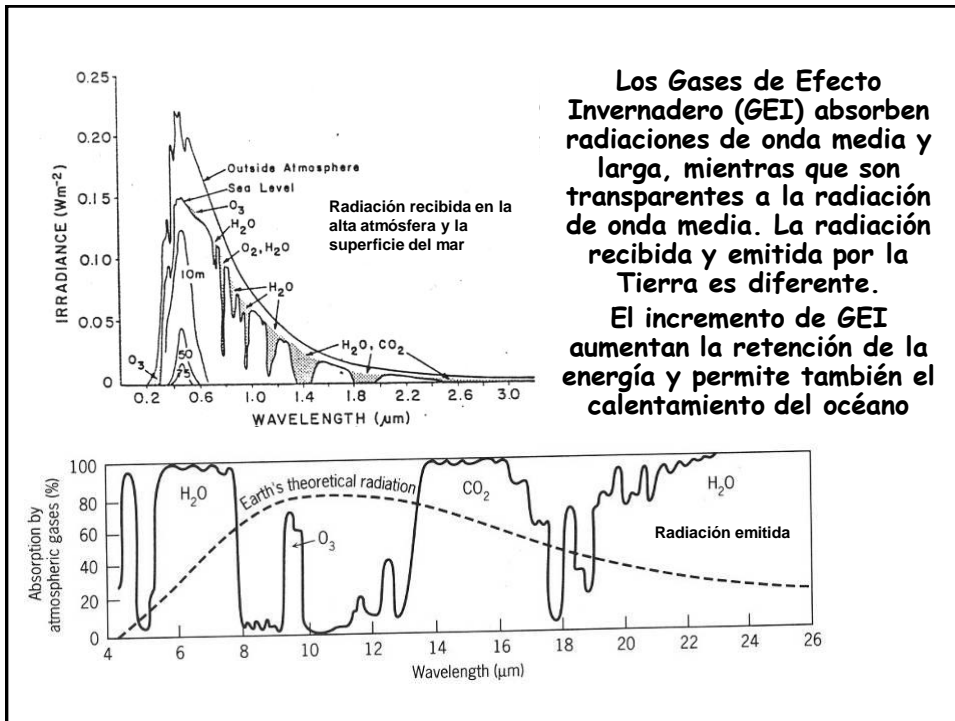
FIG. 5. The Suess effect: dilution of the $\delta^{14}\text{C}$ in atmospheric carbon dioxide caused by combustion of ^{14}C -depleted fossil fuels (Suess 1955). $\delta^{14}\text{C}$ is calculated as:

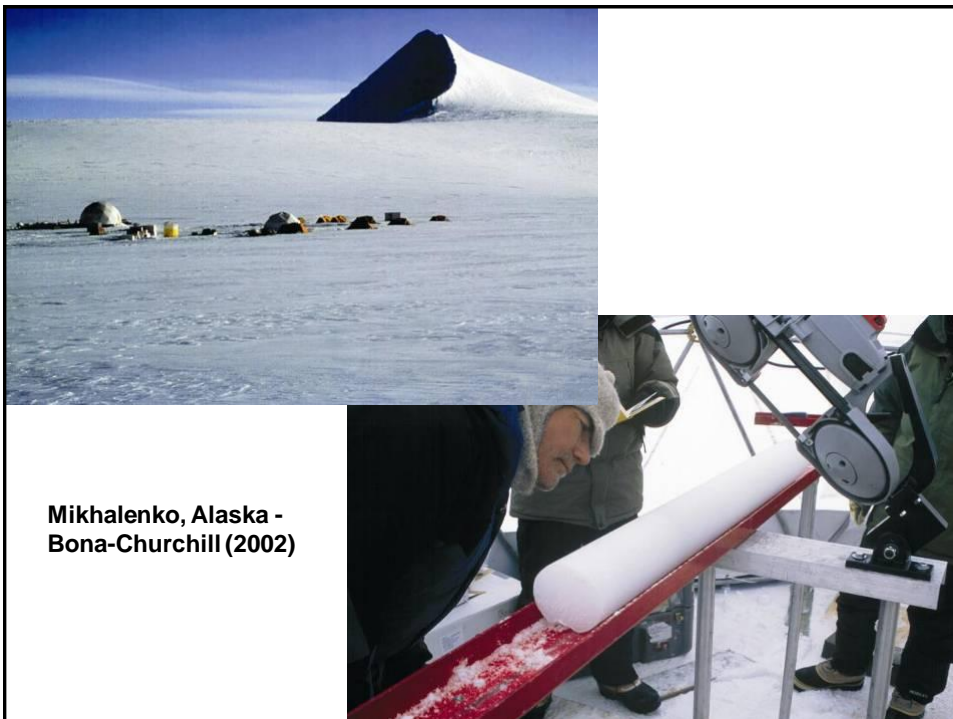
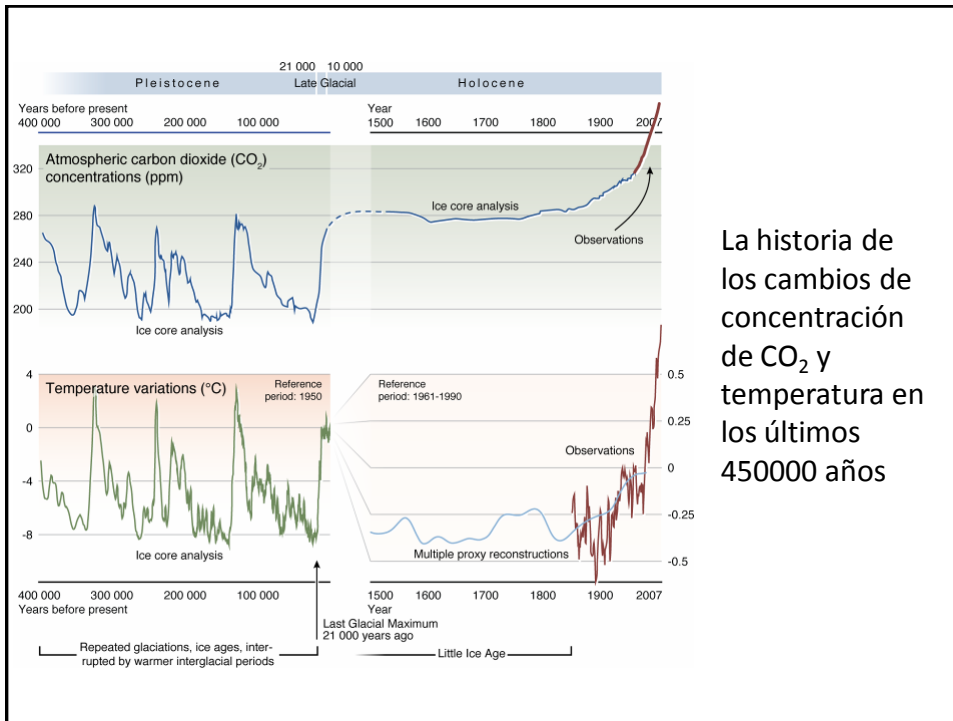
$$\frac{(^{14}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}} - (^{14}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{standard}}}{(^{14}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{standard}}} \times 1000.$$

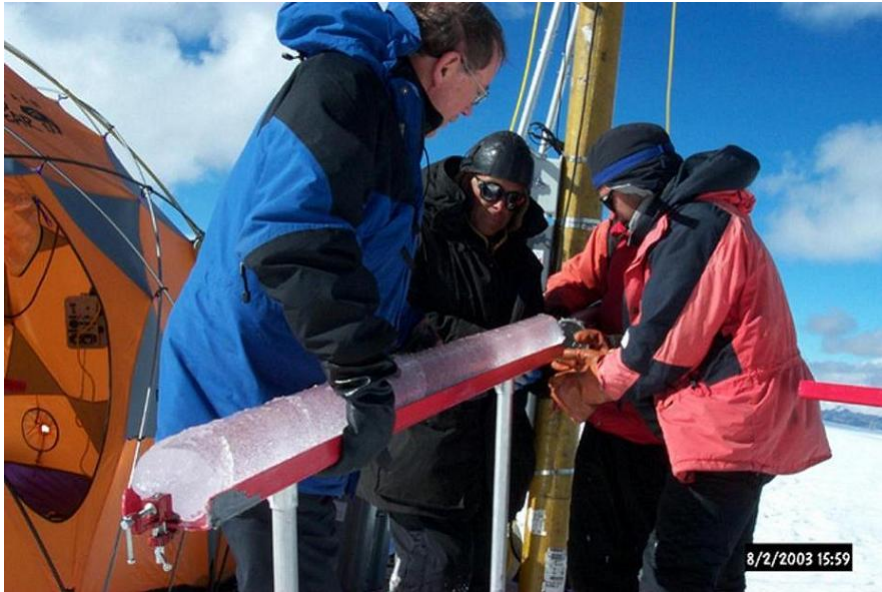
●, the relative ^{14}C enrichment in cellulose from known-age tree rings; —, the predicted ^{14}C dilution from a model based on global patterns of fossil fuel combustion and atmosphere-ocean-biosphere carbon exchange. Redrawn from Bacastow and Keeling (1974).







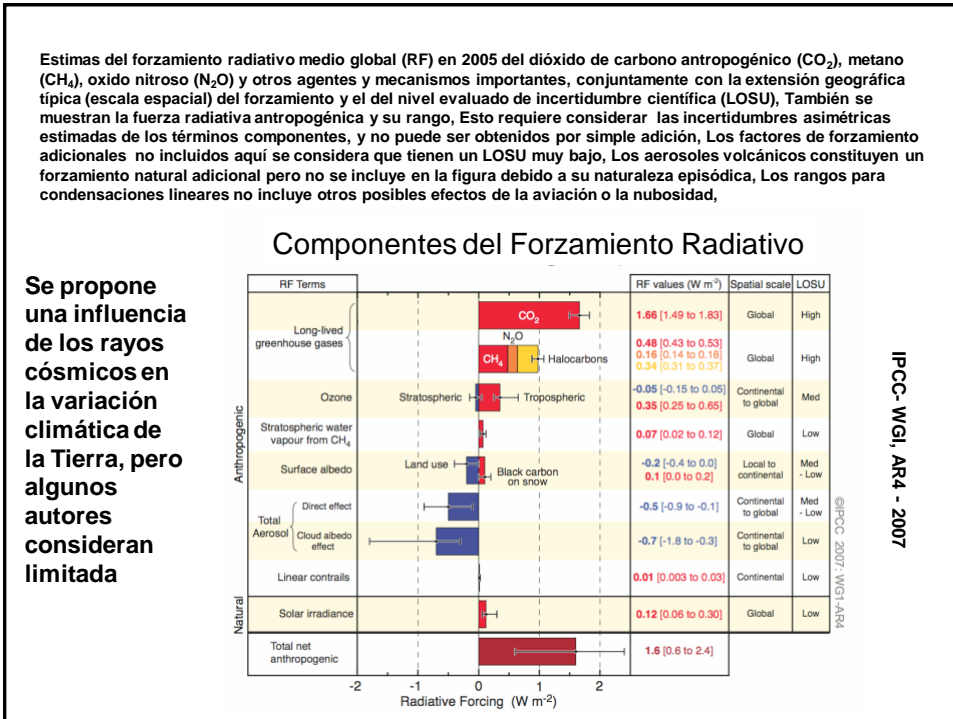
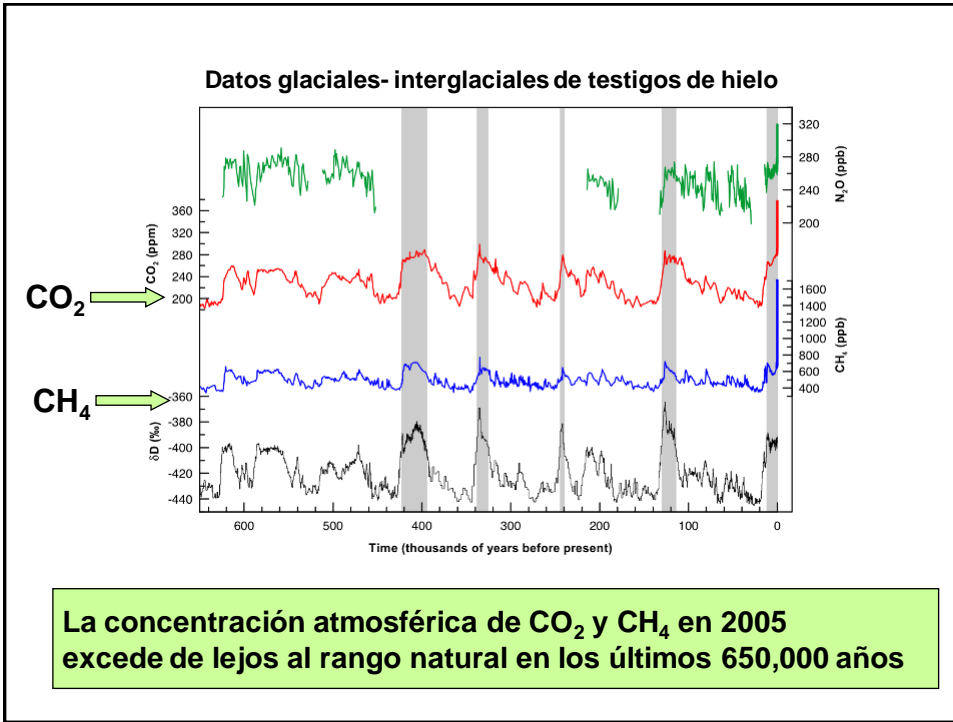




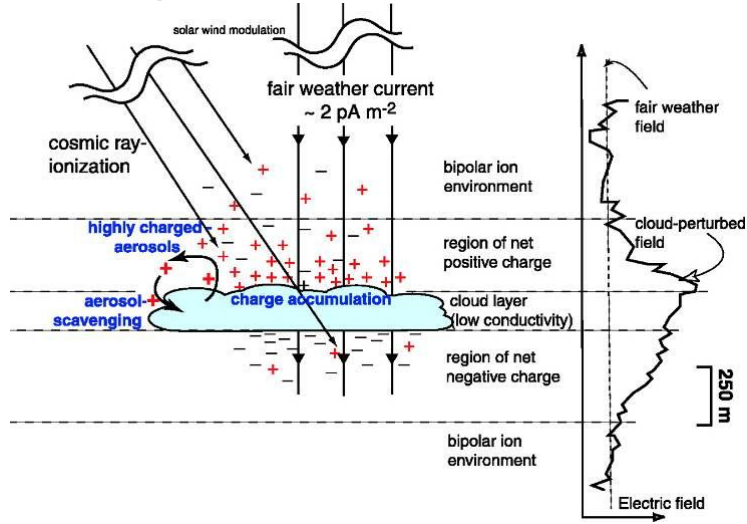
Mikhalenko, Alaska - Bona-Churchill (2002)

**Thompson y Mikhalenko, Peru -
Quelccaya (2003)**





Los rayos cósmicos actuarían incrementando la formación de iones en la cercanía de nubes y contribuirían a la formación de partículas de hielo. Incrementarían el albedo



Carslaw et al., 2002

Gráfico 5. Emisión Mundial de Dióxido de Carbono

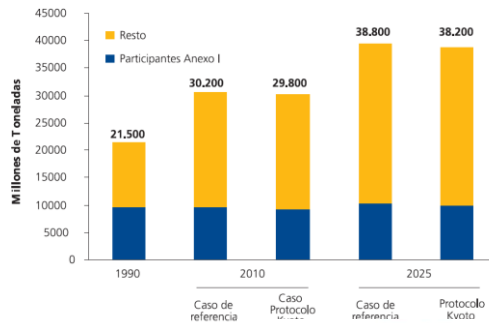


Gráfico 6. Emisión Mundial de Dióxido de Carbono

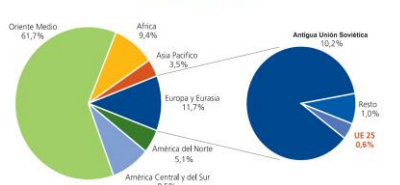
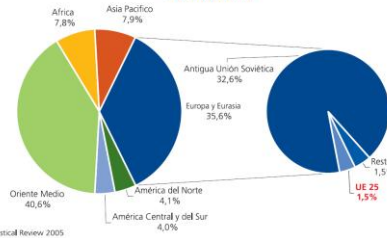
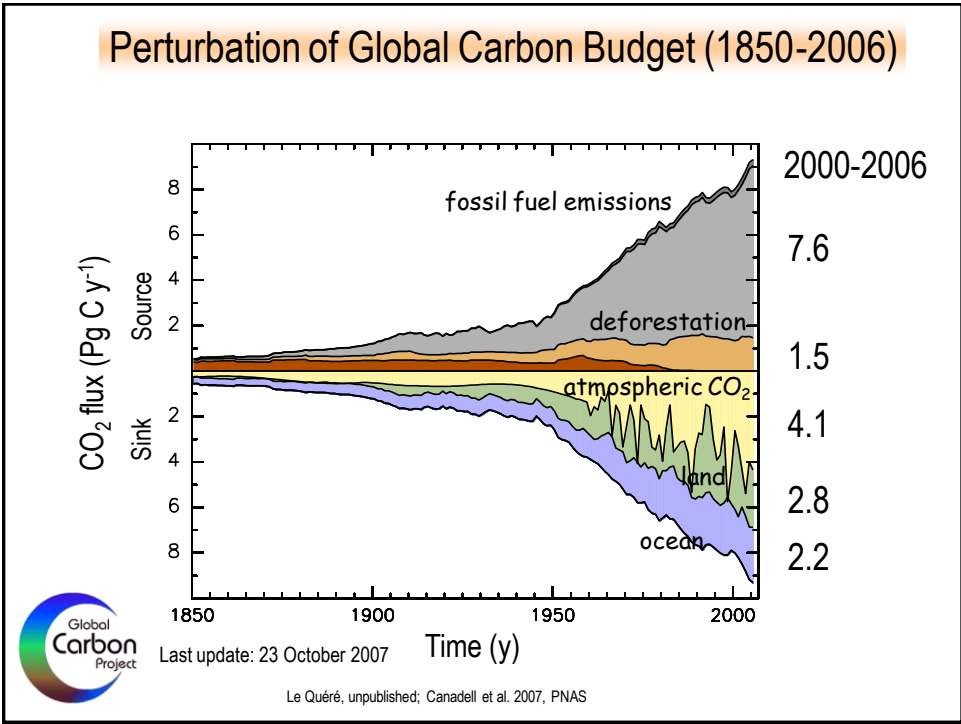


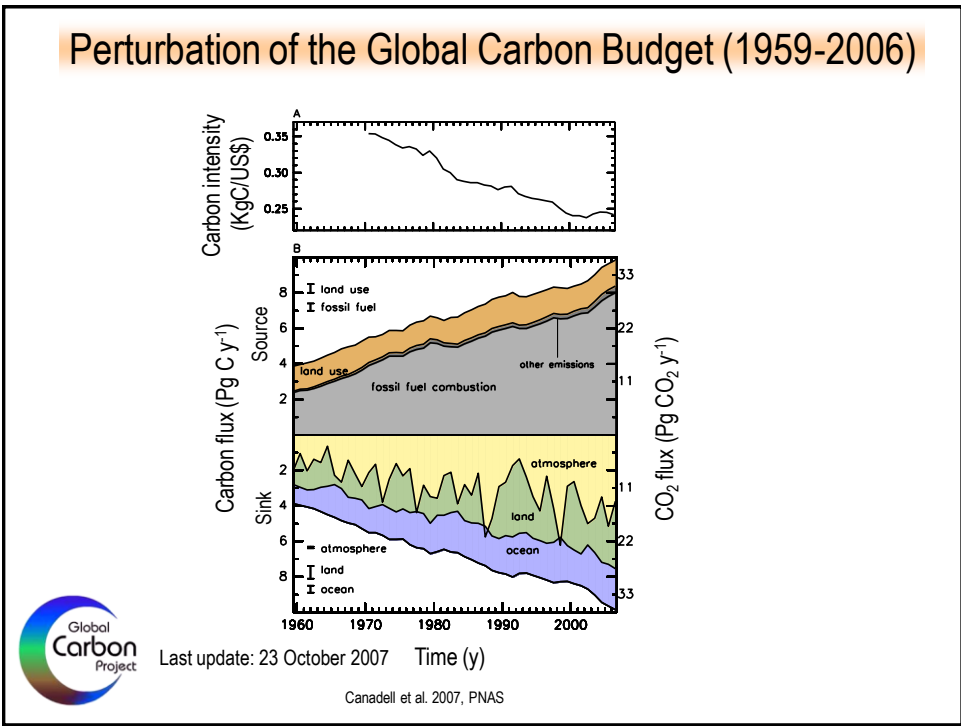
Gráfico 7. Reservas Probadas Gas natural a 31/12/2004



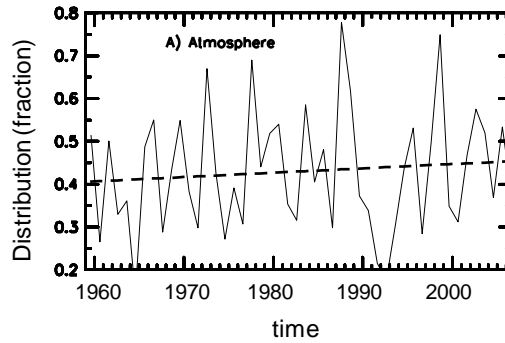
Perturbation of Global Carbon Budget (1850-2006)



Perturbation of the Global Carbon Budget (1959-2006)



Time Dynamics of the Airborne Fraction

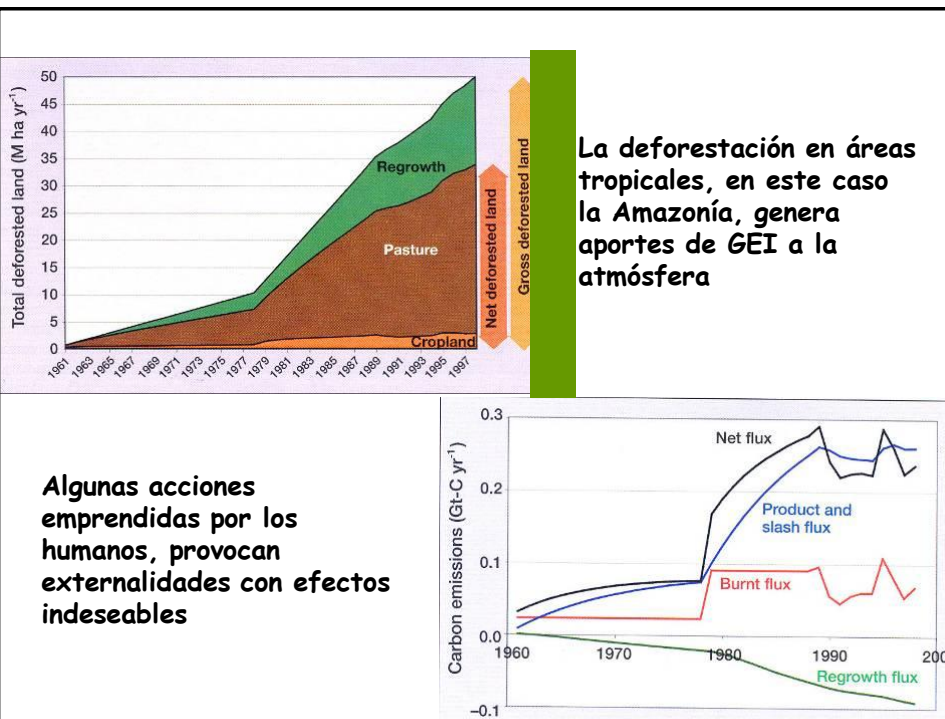


The observed trend in Airborne Fraction was $+0.25\%$ per year ($\rho = 0.89$) from 1959- to 2006, implying a decline in the efficiency of natural sinks of 10%

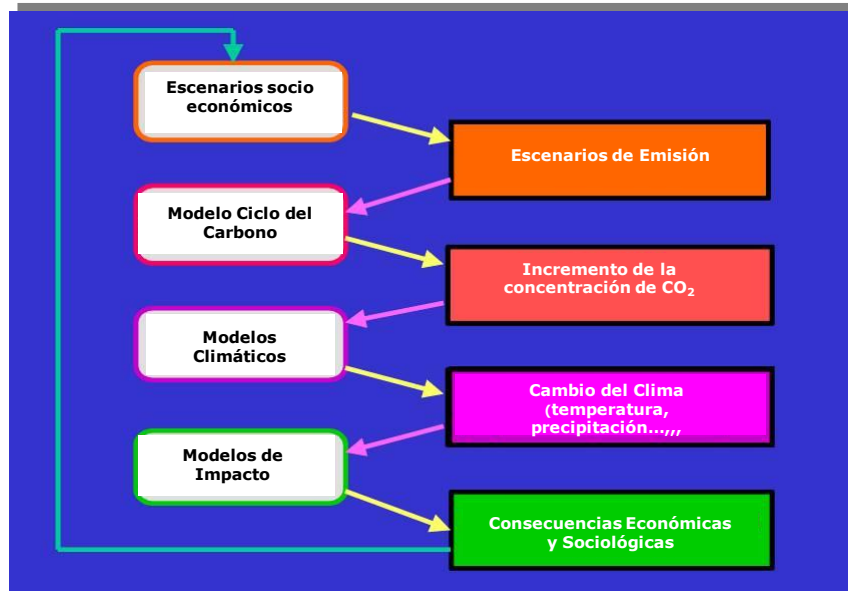


Last update: 23 October 2007

Canadell et al. 2007, PNAS

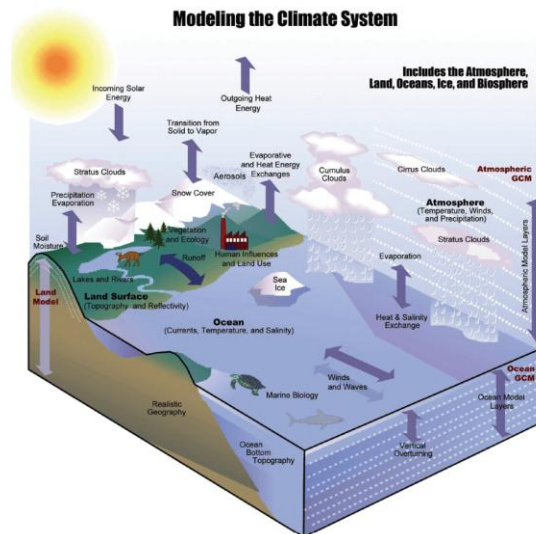


MODELOS PREDICTIVOS

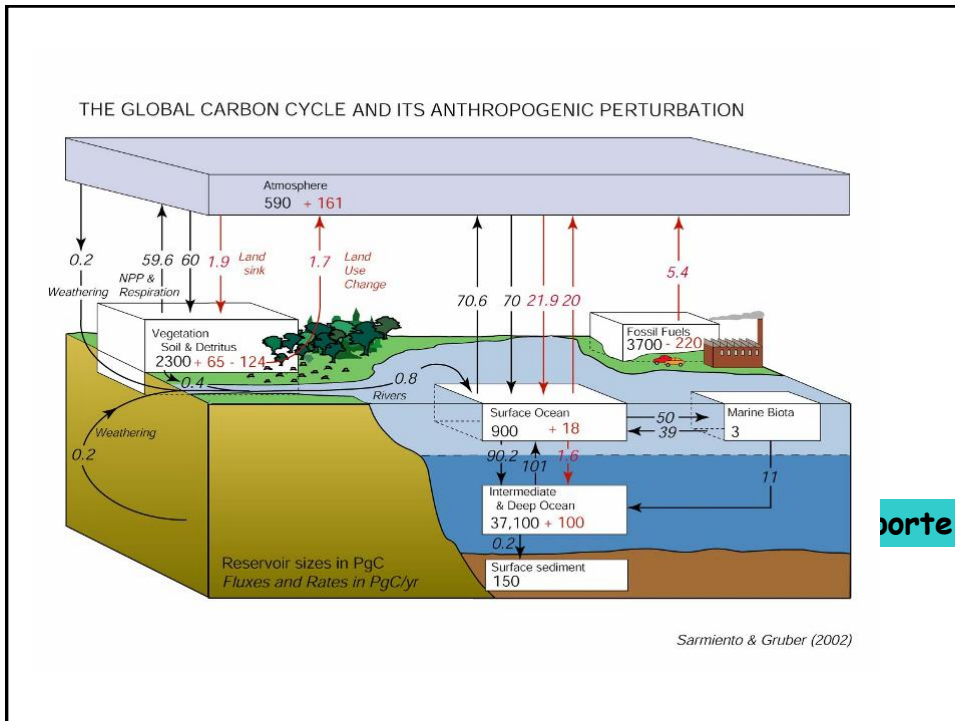


Componentes del sistema climático y las interacciones entre ellos, incluyendo el componente humano, Todos estos componentes tiene que modelarse como un sistema acoplado que incluye a los océanos, atmósfera, tierra, superficie terrestre, criosfera y biosfera

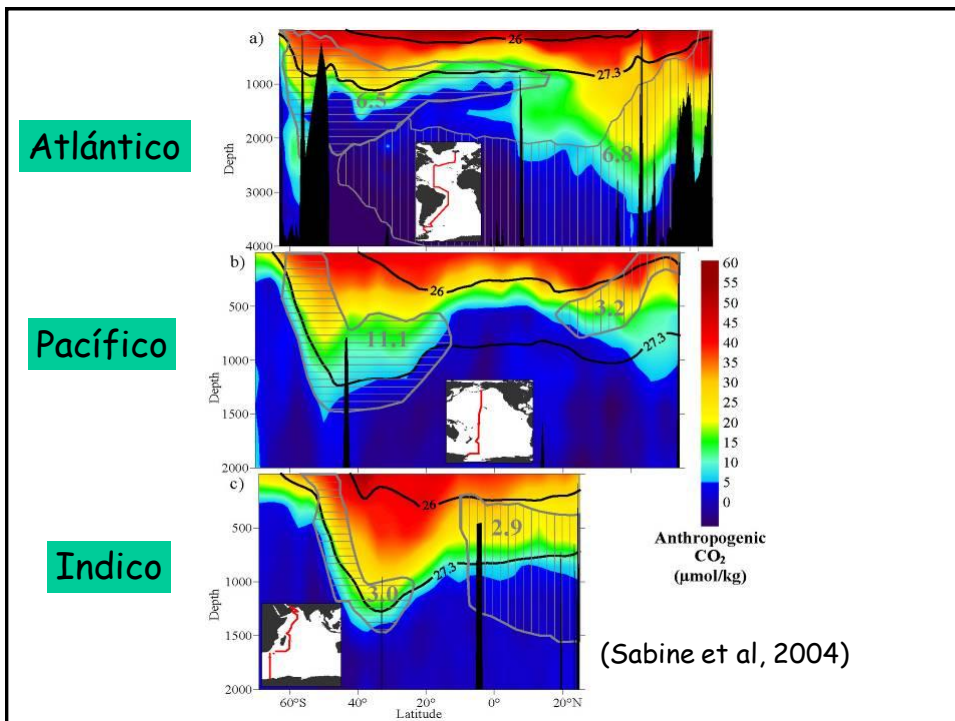
AOGCM, Modelos de Circulación General Integrados Atmósfera y Océano



Karl y Trenberth, Science 2003



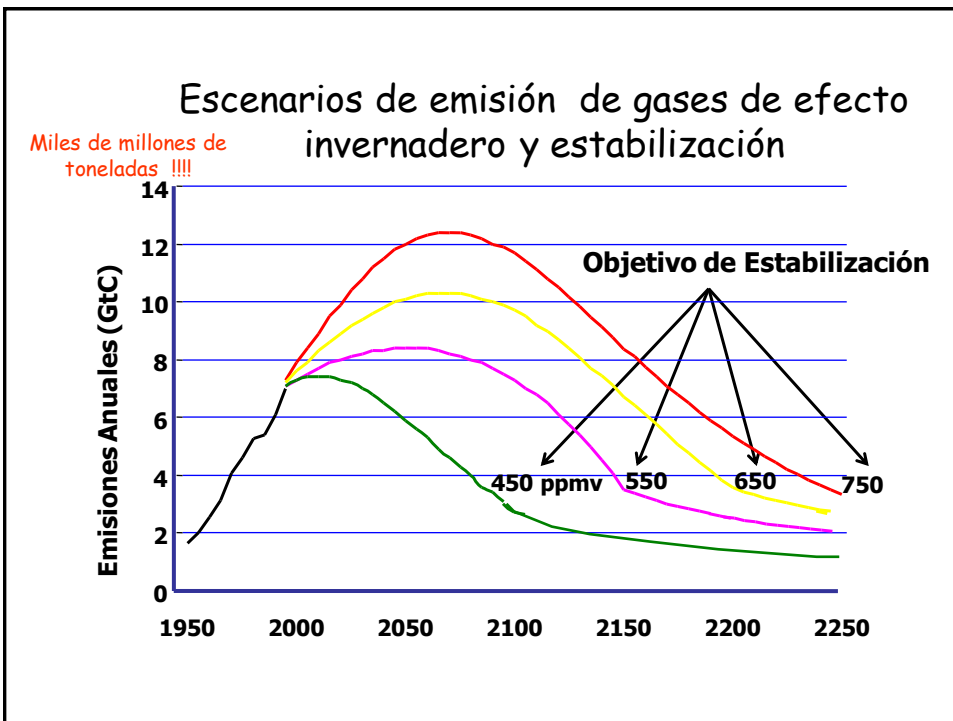
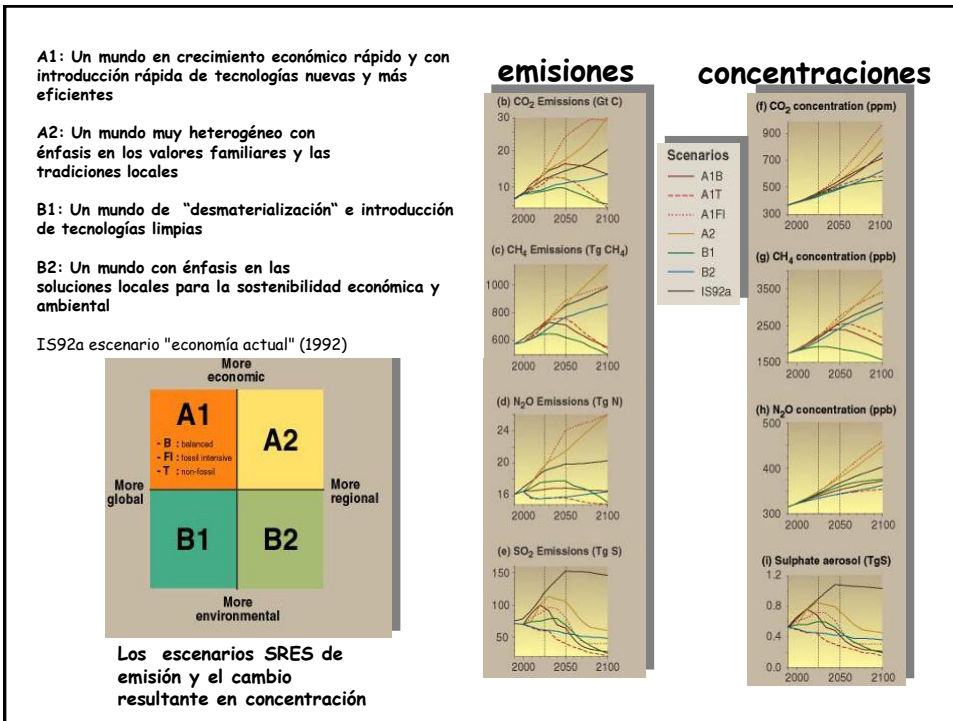
porte



Atlántico

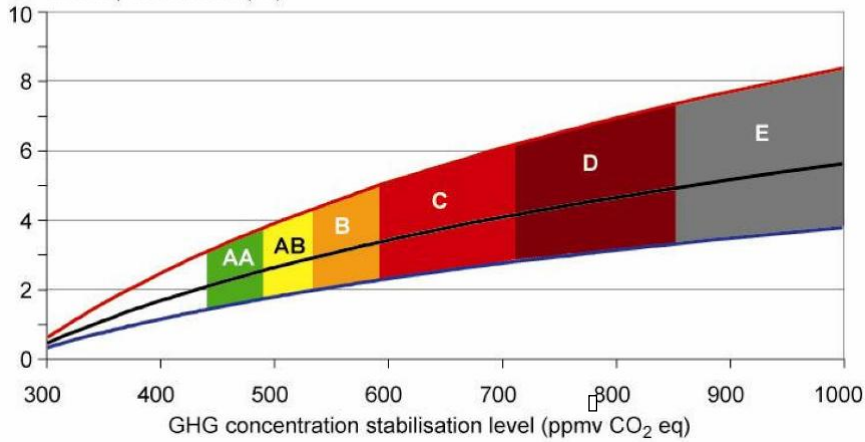
Pacífico

Indico



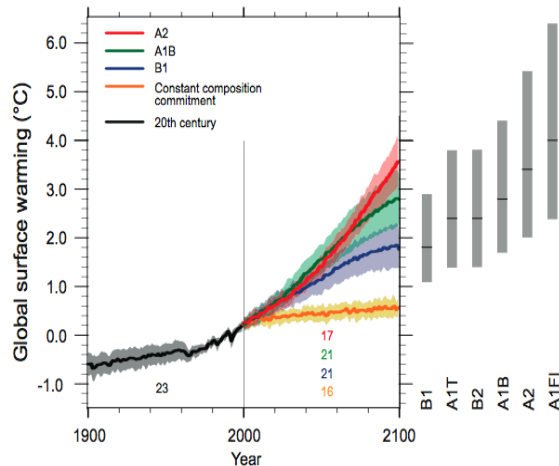
Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero y estabilización

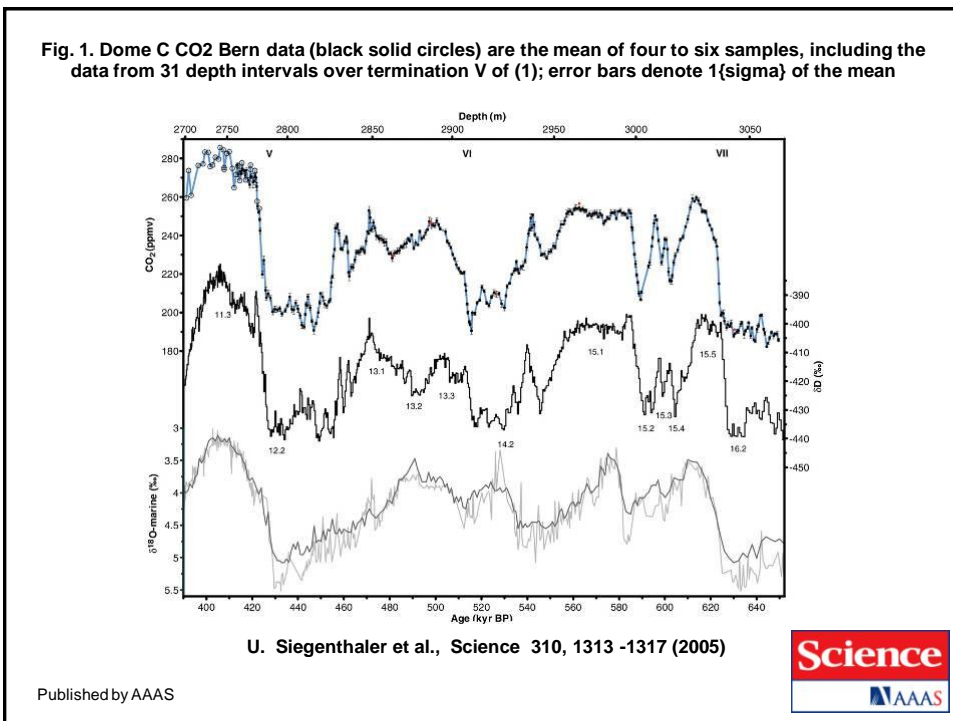
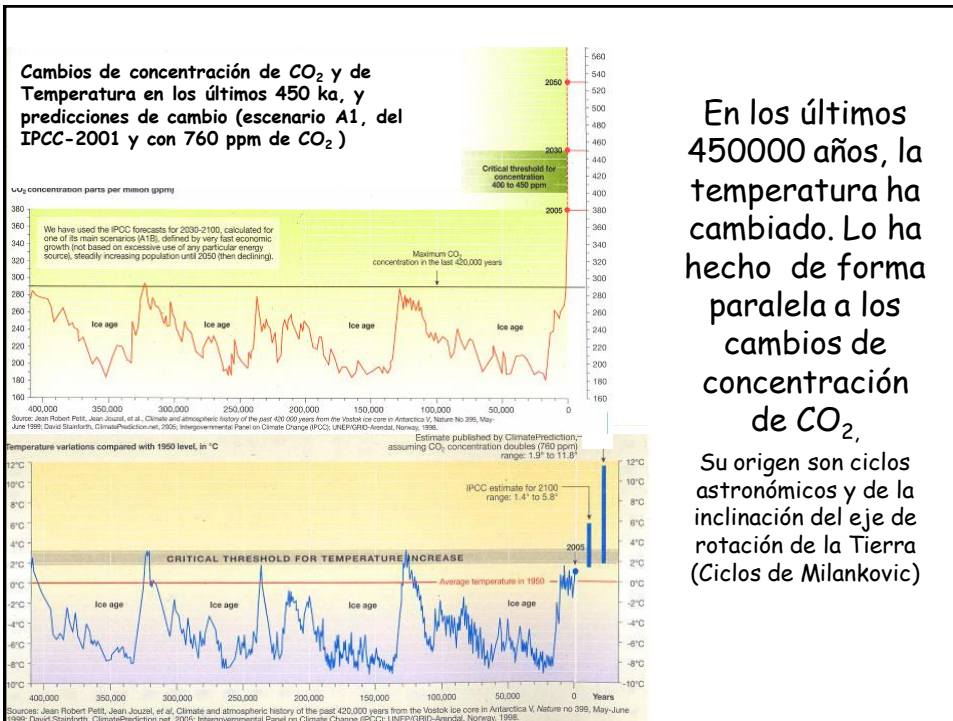
Equilibrium global mean temperature increase above preindustrial (°C)

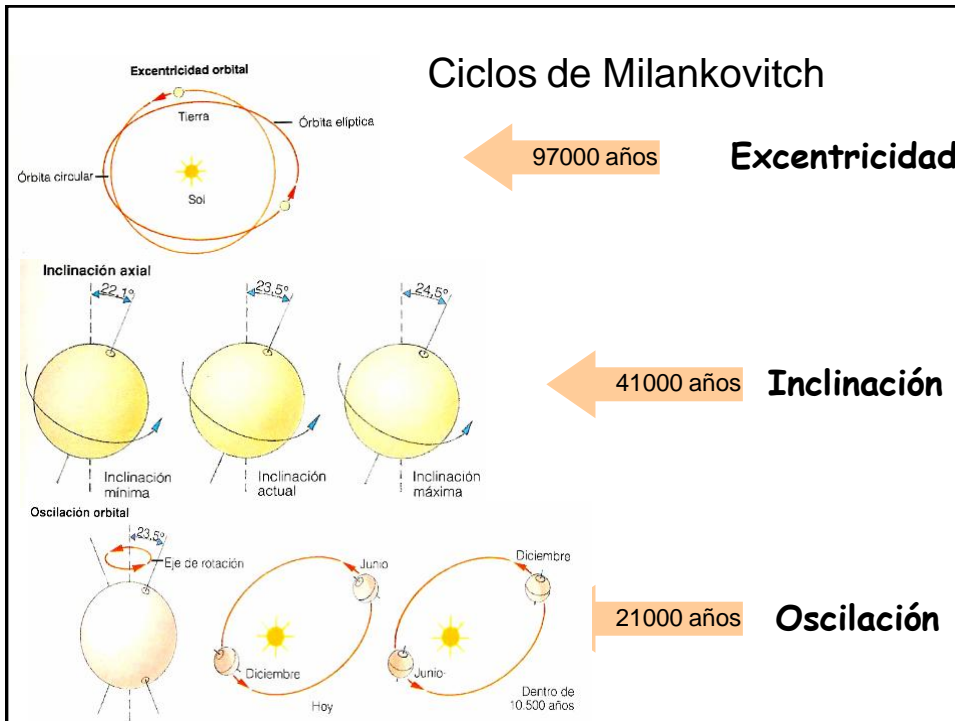


Letras mayúsculas deben ser cambiadas de AA, AB etc en I hasta VI; ppmv (eje x) debe ser cambiado a ppm; stabilisation en stabilization]

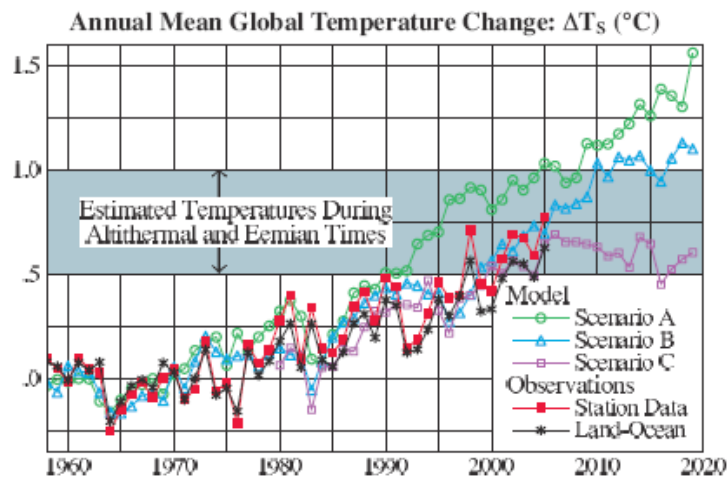
Las líneas continuas representan las medias globales de multi-modelos del calentamiento superficial (relativo a 1980-99) para los escenarios A2, A1B y B1, mostrados como continuación de las simulaciones para el siglo 20. El sombreado denotan el rango de mas/menos una desviación estándar de medias anuales obtenidas con modelos individuales. El número de pruebas de AOGCMs para un determinado de tiempo y escenario se indica por los números coloreados en la parte inferior de la figura. La línea naranja indica el experimento en el que la concentración de GEI permanecieron constantes en el valor de 2000. Las barras grises a la derecha indican la mejor estima (línea continua en cada barra) y el rango posible evaluado para los 6 escenarios SRE. La evaluación de la mejor estima y rangos posibles de las barras grises incluye los AOGCMs en la parte izquierda de la figura, así como los resultados así como de un conjunto de modelos independientes y restricciones derivadas de observaciones.





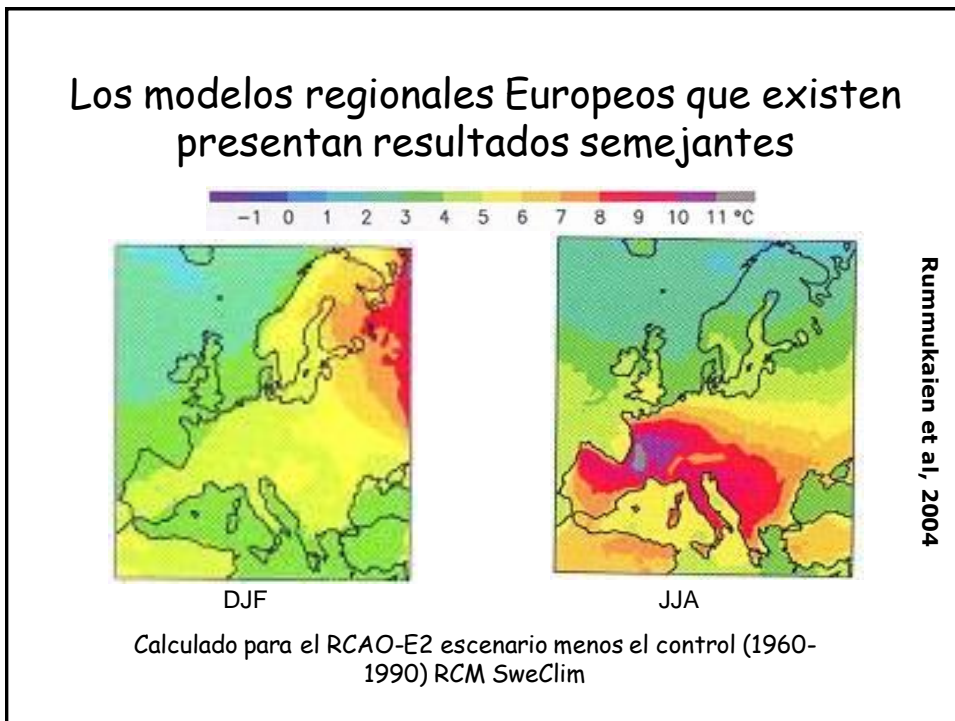
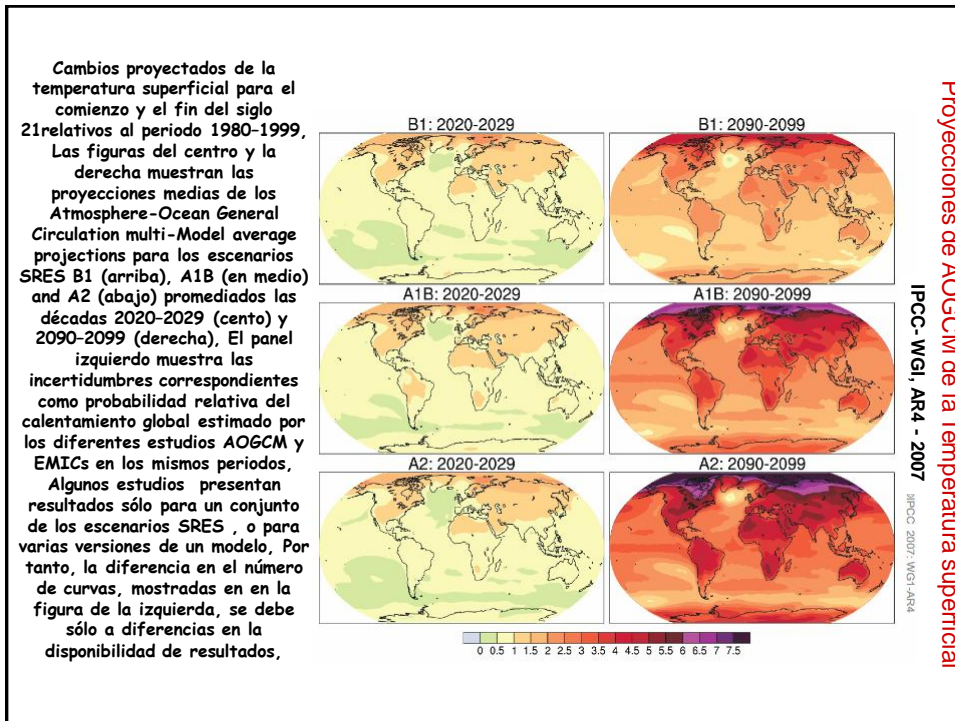


Límites propuestos por Hansen et al para cambio climático rápidos



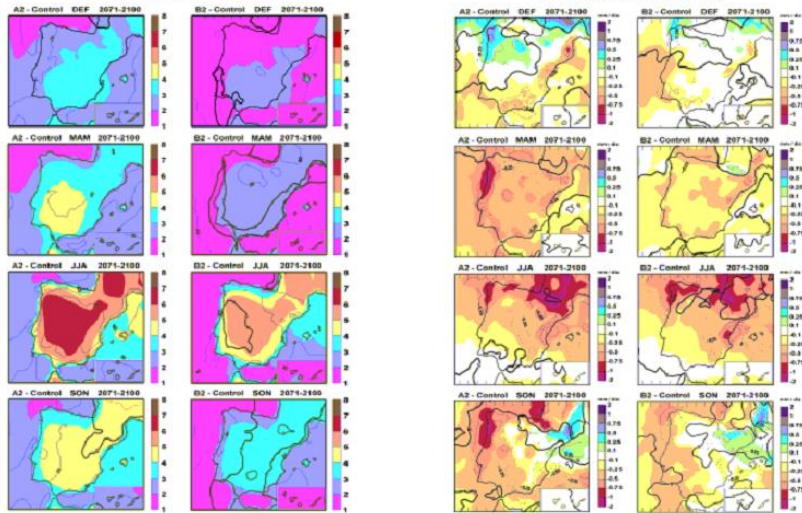
Hansen et al, 2006

Temperatura superficial global calculada para los escenarios A, B y C, comparado con los dos análisis de los datos observacionales. Los niveles de 0,5°C y 1°C, relativos a 1951-1980, fueron estimados como los máximos de temperatura en el Holoceno y de los periodos interglaciares, respectivamente



Los modelos regionales nos dan precisión suficiente en las predicciones, aportando detalles de interés para realizar una adaptación paulatina al cambio

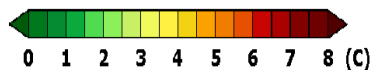
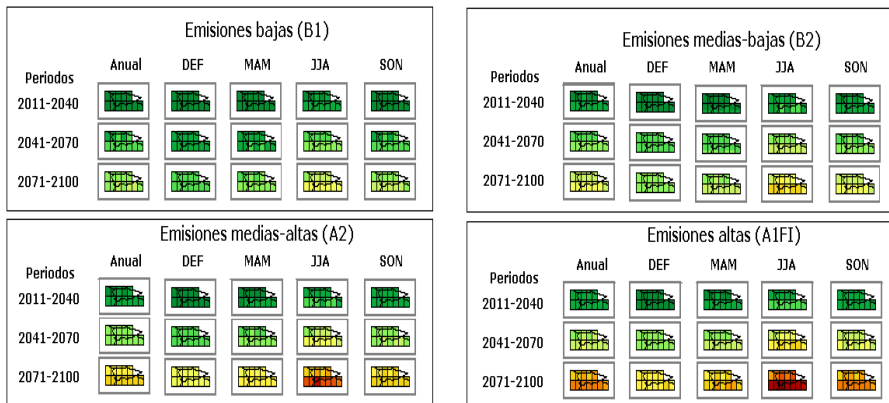
temperatura 0C media 60-90 precipitación mm/día



Castro et al, 2005

¿Qué ha pasado en Asturias? ¿Qué se proyecta?

Proyecciones de los cambios del promedio anual y estacional de la temperatura superficial en cada periodo tridecenal del presente siglo con respecto al "clima actual" (1961-1990),



Castro, borrador 2008

¿Qué ha pasado en Asturias? ¿Qué se proyecta?

Proyecciones de los cambios relativos (en %) del promedio anual y estacional de la precipitación en cada periodo tridecenal del presente siglo con respecto al "clima actual" (1961-1990), para cuatro posibles escenarios de emisiones (B1, B2, A2, A1)

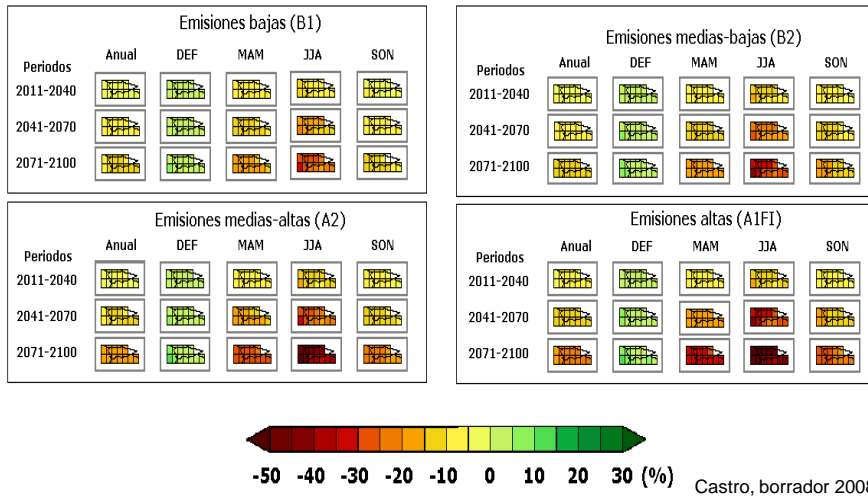
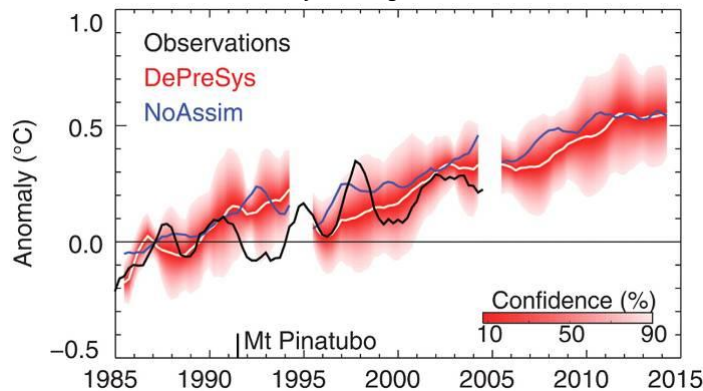


Fig. 4. Globally averaged annual mean surface temperature anomaly (relative to 1979-2001) forecast by DePreSys starting from June 2005

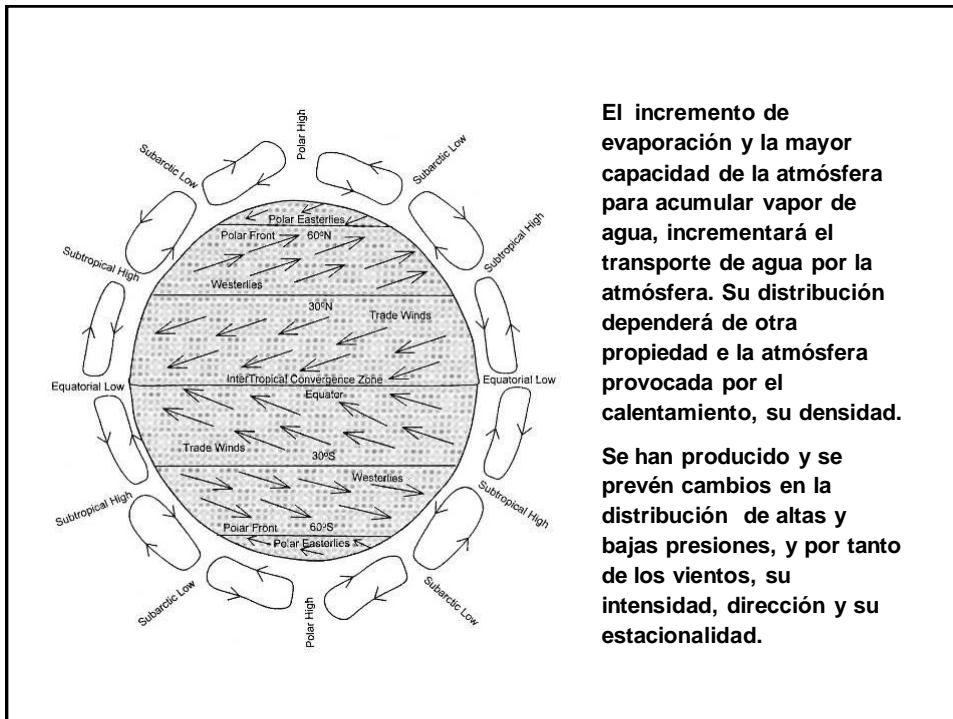


Globally averaged annual mean surface temperature anomaly (relative to 1979-2001) forecast by DePreSys starting from June 2005. The CI (red shading) is diagnosed from the standard deviation of the DePreSys ensemble, assuming a t distribution centered on the ensemble mean (white curve). Also shown are DePreSys and ensemble mean NoAssim (blue curves) hindcasts starting from June 1985 and June 1995, together with observations from HadCRUT2vOA (black curve). Rolling annual mean values are plotted seasonally from March, June, September, and December. The mean bias as a function of lead time was computed from those DePreSys hindcasts that were unaffected by Mount Pinatubo (SOM text) and removed from the DePreSys forecast (but not the hindcasts).

D. M. Smith et al., *Science* 317, 796-799 (2007)

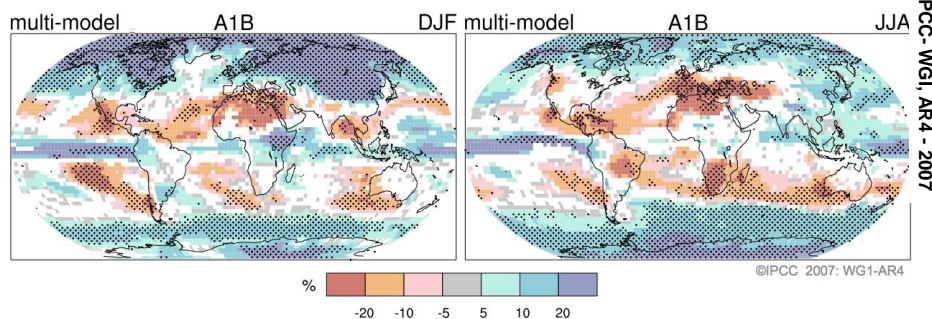
Published by AAAS





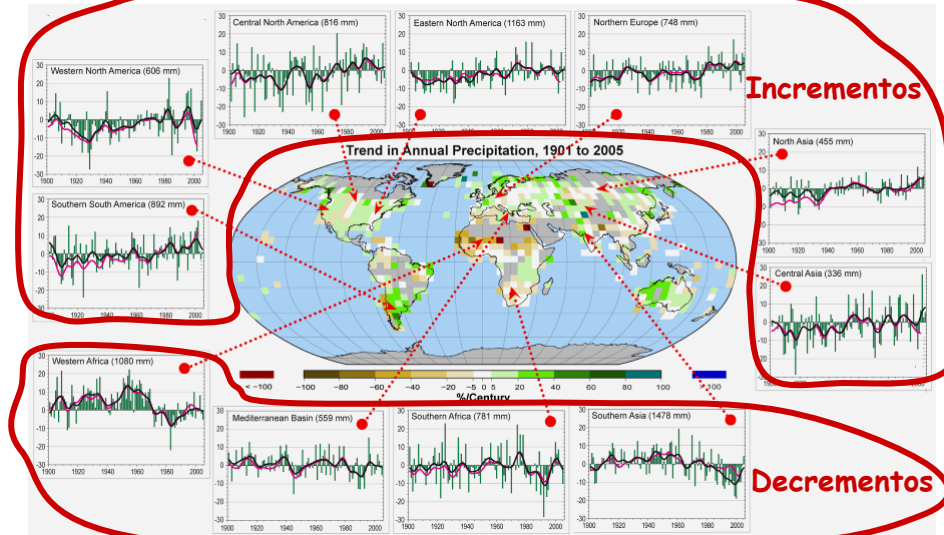
Cambios relativos en la precipitación (en porcentaje) para el periodo 2090–2099, relativo a 1980–1999, Los valores son medias multi-modelo basados en el escenario SRES, A1B para Diciembre a Febrero (izquierda) y Junio a Agosto (derecha), Áreas blancas cuando menos del 66% de los modelos concuerdan en el signo de cambio y áreas punteadas cuando más del 90% de los modelos concuerdan en el signo del cambio

Patrones de cambio proyectados para la Precipitación



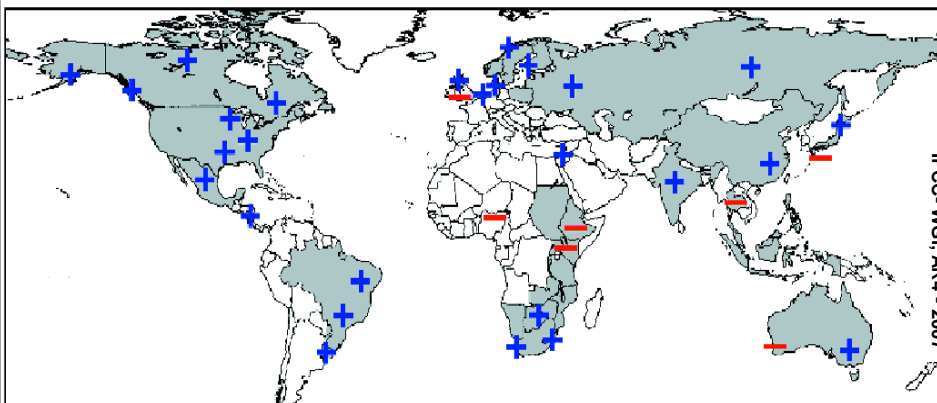
La precipitación sobre la tierra ha cambiado significativamente sobre extensas áreas

IPCC- WGI, AR4 - 2007

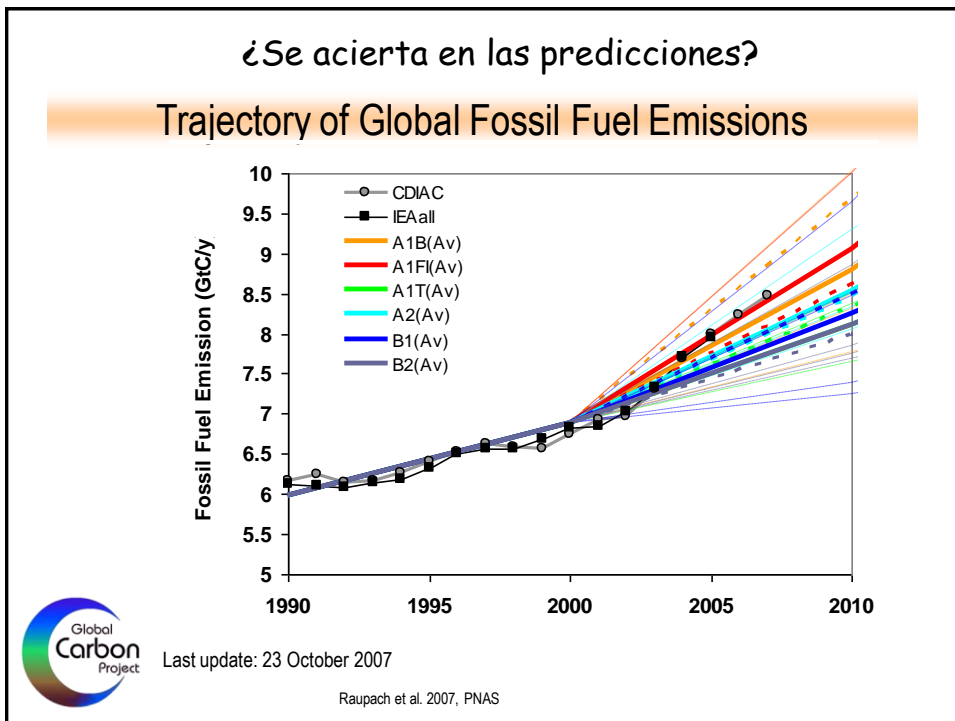
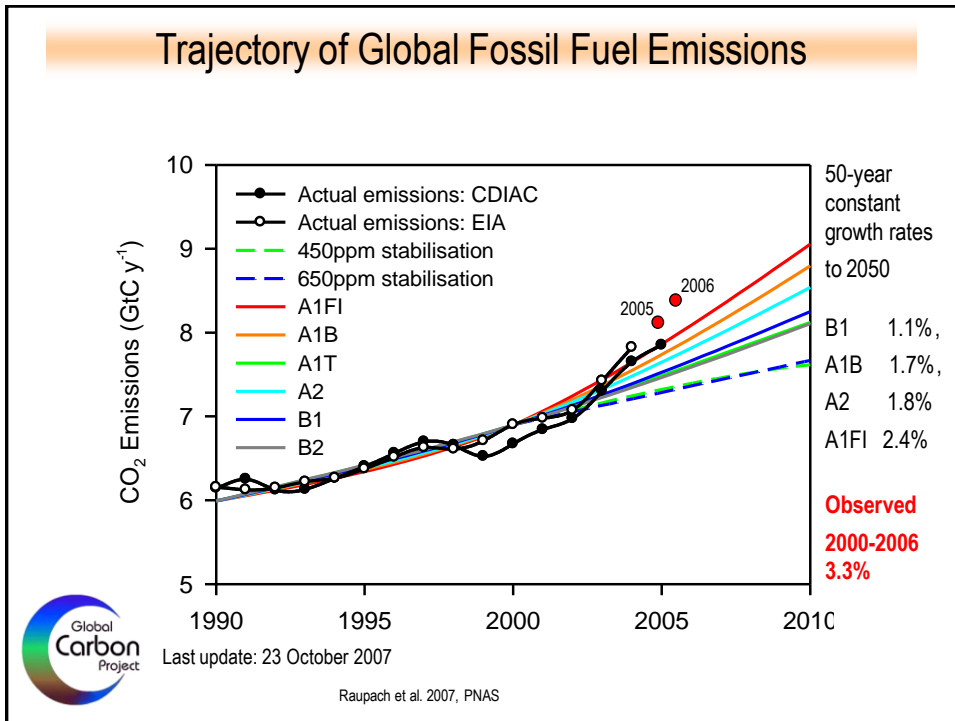


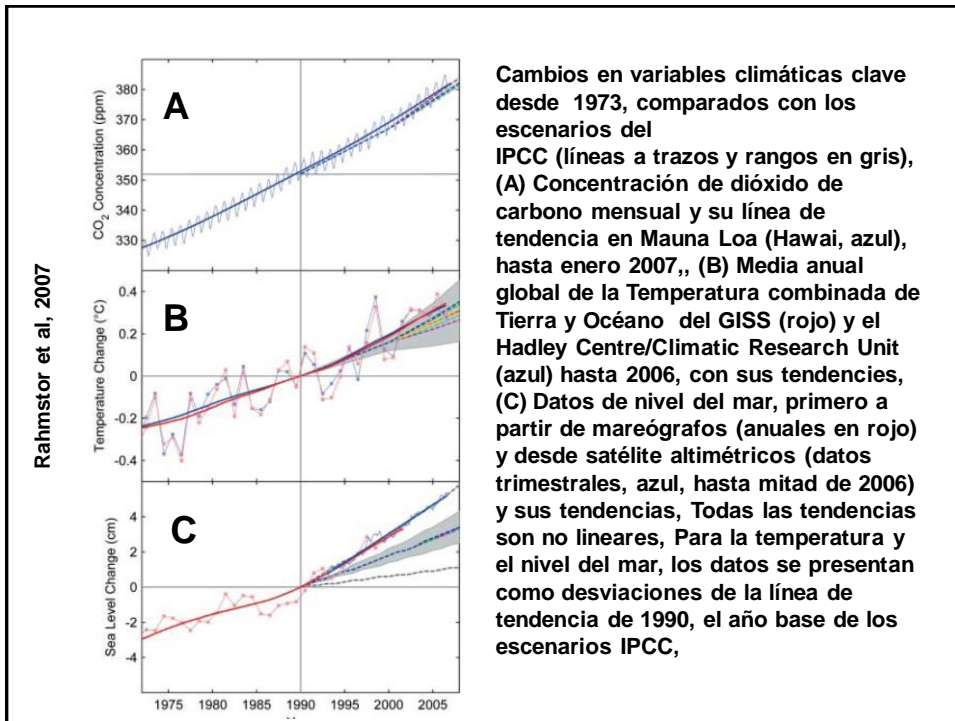
Anomalías anuales suavizadas para precipitación (%) sobre tierra desde 1900 to 2005; en otras regiones domina la variabilidad,

Proporción de lluvias fuertes: incremento en la mayoría de áreas terrestres



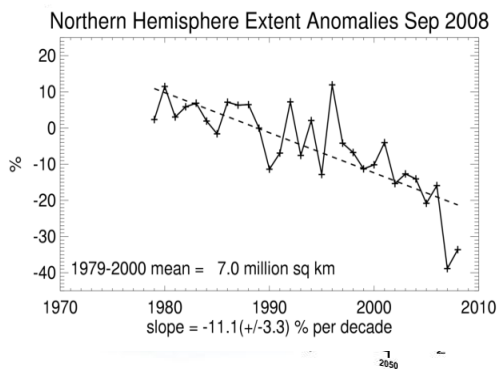
Regiones con cambios desproporcionados en precipitación fuerte (95%) o muy fuerte (99%)



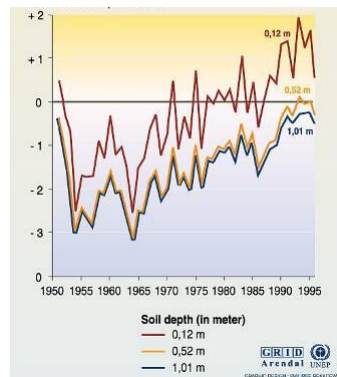


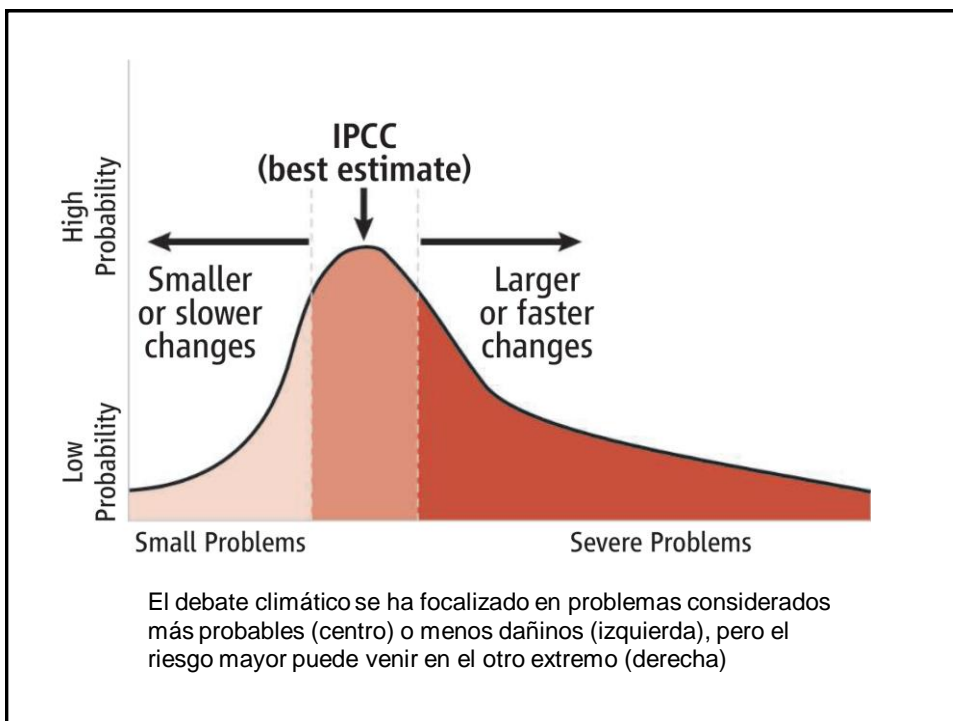
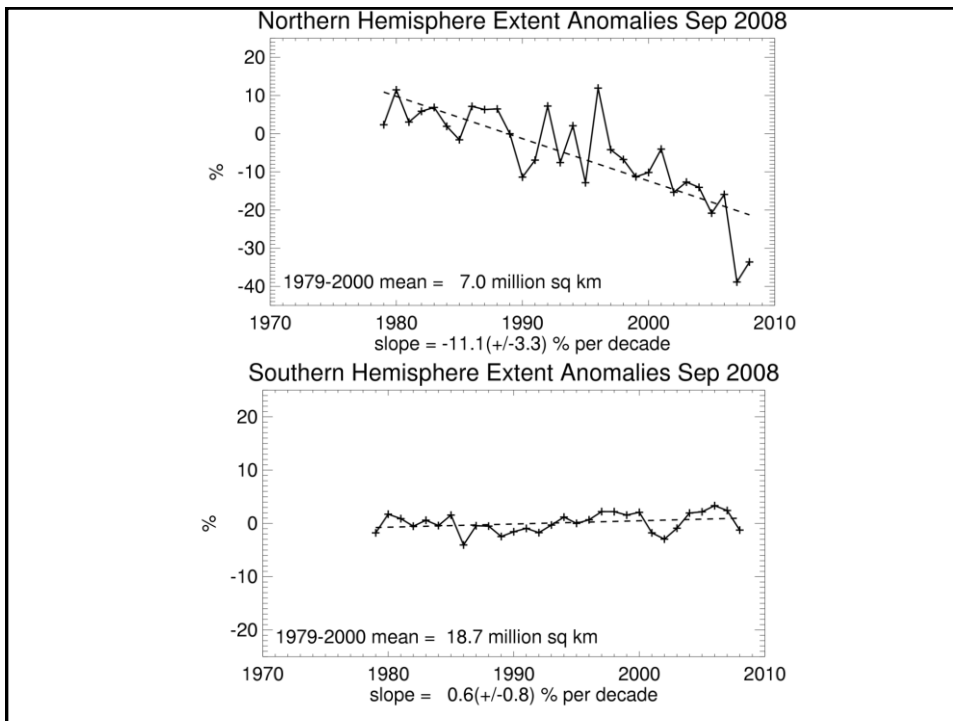
No se debe olvidar la existencia de otros riesgos: Deshielo más rápido de lo modelado; aportaciones masivas de GEI a la atmósfera provenientes de suelos ahora helados (suelos yedoma de Siberia); acidificación del mar que limitará la captación por el océano del CO₂ y dificultará la calcificación de organismos marinos; incremento del nivel del mar hasta 3 o 4 en este siglo
 No se pueden descartar disrupciones climáticas bruscas

Extensión del hielo Marino Ártico en Septiembre
 Observaciones y predicciones con modelos



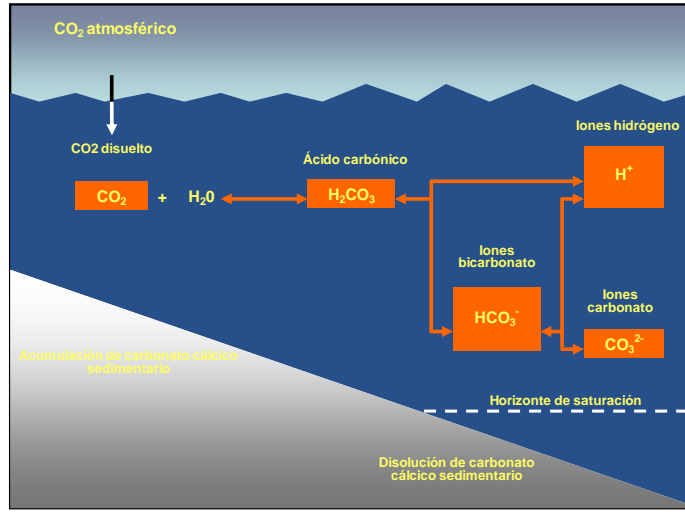
Cambio en la temperatura de la permafrost a varias profundidades en Fairbanks (Alaska)





Parte del exceso antropogénico de CO₂ atmosférico queda distribuido entre los reservorios más accesibles de nuestro planeta, siendo los océanos el sumidero mayoritario (Sabine et al, 2004). A medida que el CO₂ se disuelve en el agua de mar, aumenta la concentración de iones bicarbonato y de protones ([H⁺]) y, por tanto, en un aumento de la acidez marina. Los balances de masa indican que, en el año 2000, los océanos deberían haberse acidificado en 0,1 unidades de pH respecto a épocas preindustriales (Fig. 1; Brewer, 1997; Wolf-Gladrow et al, 1999; Caldeira and Wickett, 2003),

1 Descenso de la captación de CO₂ por el océano al disminuir el pH del agua.



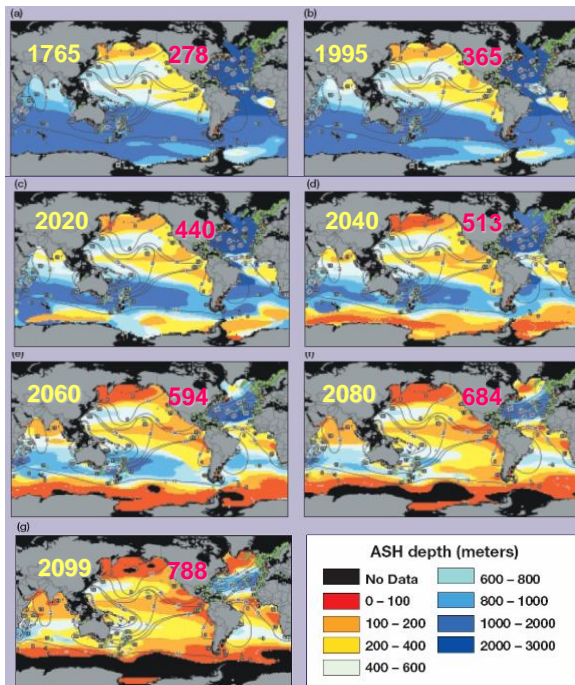
1 Deshielo de la permafrost del norte de Asia, y liberación del carbono orgánico retenido en los suelos yedoma

2 Descenso de la captación de CO₂ por el océano al disminuir el pH del agua.

Profundidad del horizonte de saturación de aragonito ASH durante el presente siglo
Las zonas negras que aparecen en el océano austral en las figuras e-g y en el Pacífico norte en g indican que ASH llegó a la superficie,

Profundidad proyectada de ASH
■ pCO₂ en ppm
■ Año

Guinotte et al, 2006, *Front Ecol Environ*



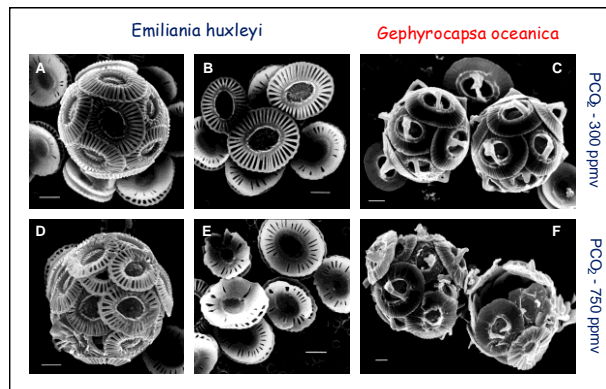
Las floraciones de algas carbonatadas, como en este caso el coccolitofórido *E. huxleyi*, contribuyen a la retirada del CO_2 atmosférico y su sedimentación hundimiento de



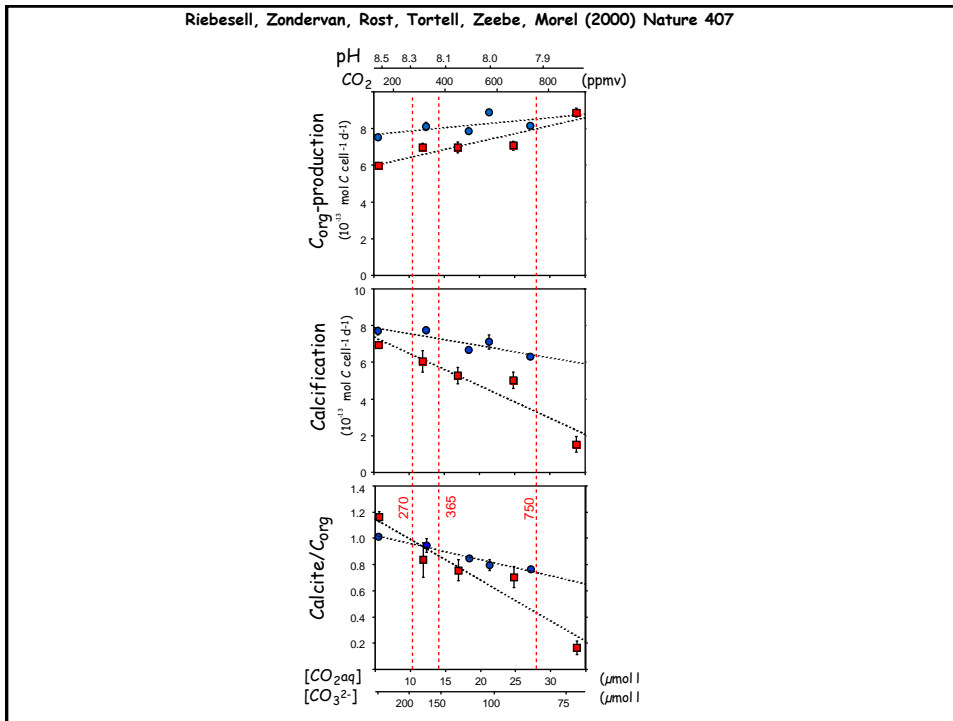
National Geographic, 2007

Efecto del aumento de CO_2 sobre fitoplancton marino

Efecto sobre la biocalcificación

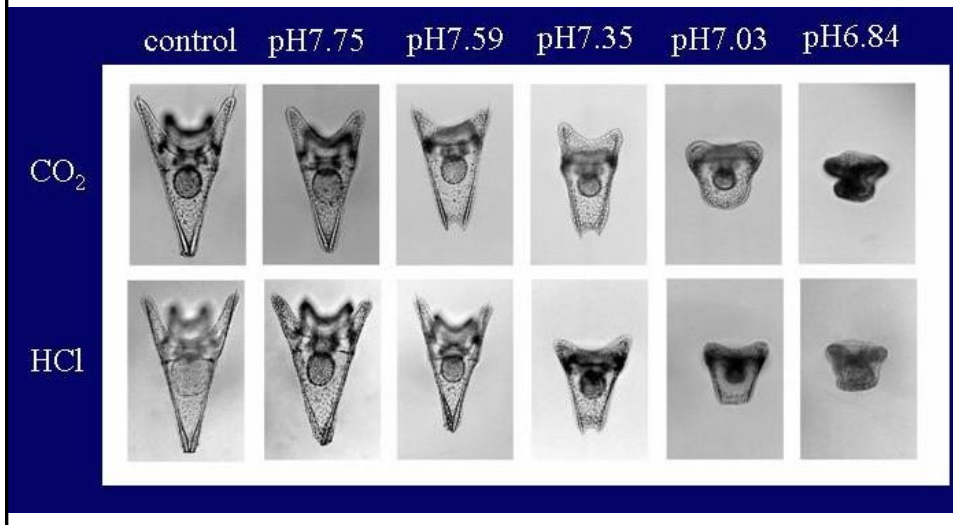


Riebesell, Zondervan, Rost, Tortell, Zeebe, Morel (2000) Nature 407

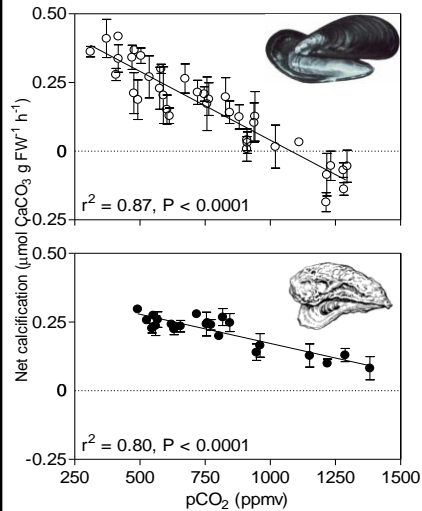


Impacto en larvas de Erizo de mar

Y. Shiriyama



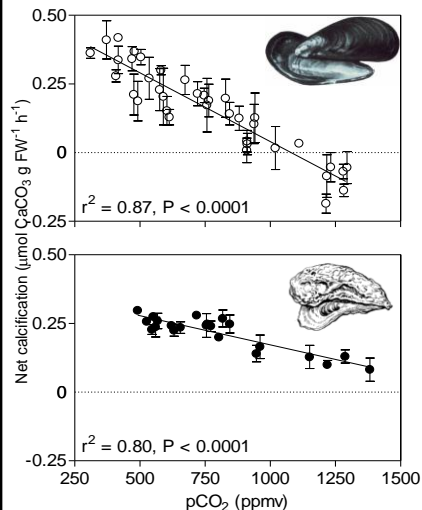
Calcificación



- $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Process realized by organisms such as corals, calcifying macroalgae, foraminifera, echinoderms, pteropods, coccolithophorids, molluscs....
- Increased atmospheric pCO_2 may threaten these organisms
 - BUT most studies focused on corals, macroalgae and planktonic calcifiers
- Recent experiment showed preliminary evidences that molluscs calcification will be reduced under higher atmospheric CO_2 in the range of IPCC expectations for 2100
- Very few estimates of benthic calcification in temperate ecosystems over large areas (last to date: Smith, 1972 over the Southern California shelf)

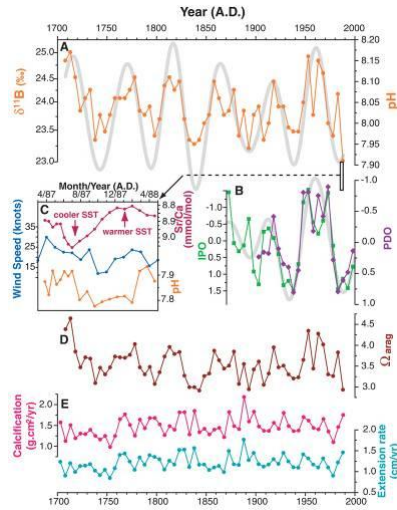
Frederic Gazeau, et al. 2007

Calcificación



- $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Process realized by organisms such as corals, calcifying macroalgae, foraminifera, echinoderms, pteropods, coccolithophorids, molluscs....
- Increased atmospheric pCO_2 may threaten these organisms
 - BUT most studies focused on corals, macroalgae and planktonic calcifiers
- Recent experiment showed preliminary evidences that molluscs calcification will be reduced under higher atmospheric CO_2 in the range of IPCC expectations for 2100
- Very few estimates of benthic calcification in temperate ecosystems over large areas (last to date: Smith, 1972 over the Southern California shelf)

Fig. 2. Record of Flinders Reef coral $\delta^{11}\text{B}$, reconstructed oceanic pH, aragonite saturation state, PDO and IPO indices, and coral calcification parameters



C. Pelejero et al., Science 309, 2204 -2207 (2005)

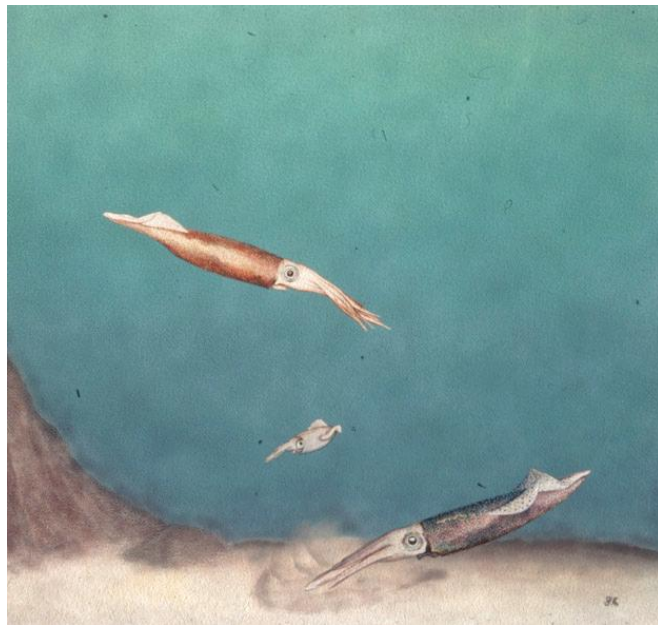
Published by AAAS



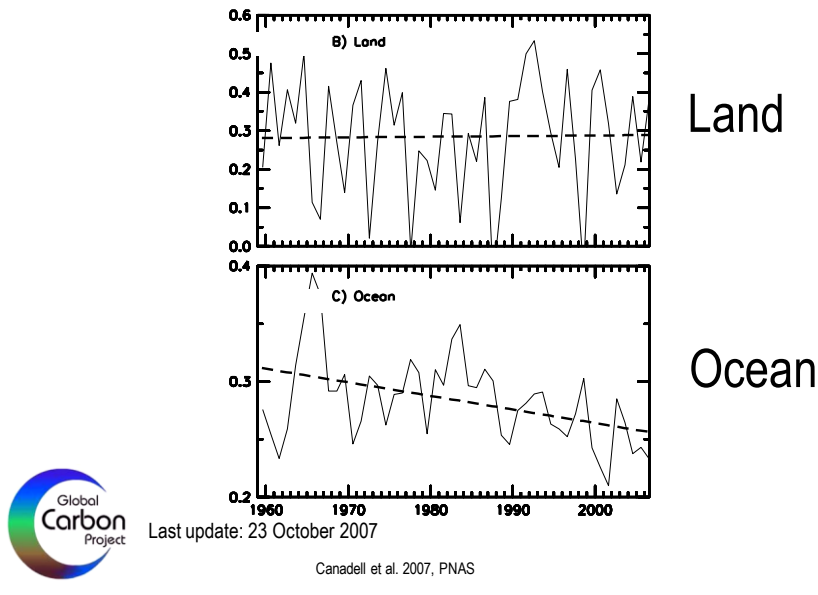
Especies intolerantes a oscilaciones de CO_2 :

Illex illecebrosus
Lolliguncula brevis
Loligo pealei

H. Poertner



The Efficiency of Natural Sinks: Land and Ocean Fractions

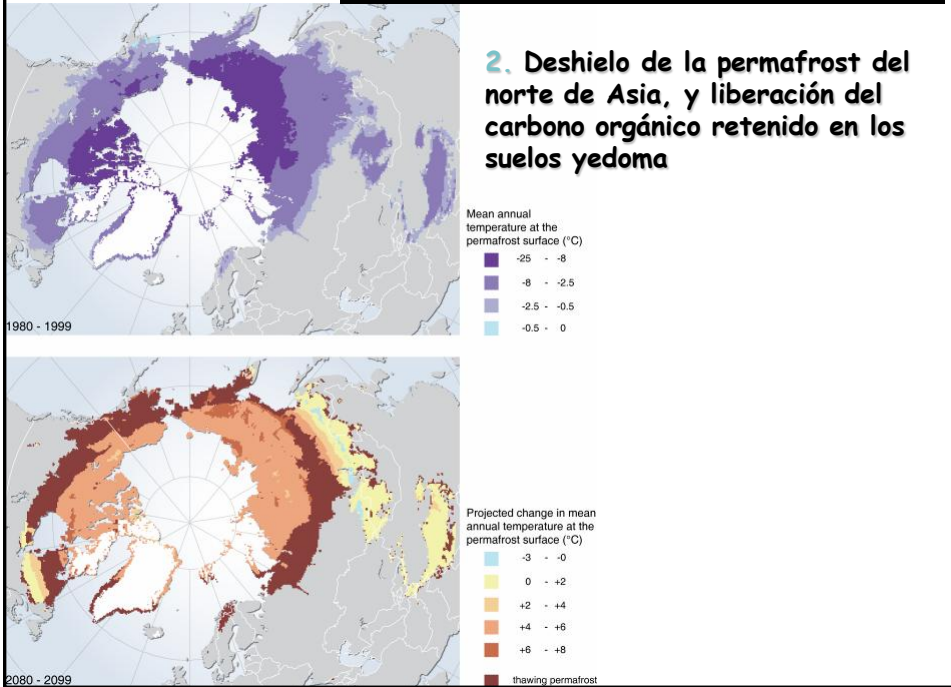


Cambios en la captación de CO_2 ?

	Incremento Oceánico Pg C	Emisiones de CO_2 Pg C	Fracción de captación
1800-1994	118 19	244 20	0.48
1980-1999	37 8	117 5	0.32

A pesar de la incertidumbre, parece que el CO_2 captado por los océanos ha descendido, de 48% durante 1800-1994 a 32% durante 1980-1999.

¿Quedan incertidumbres?



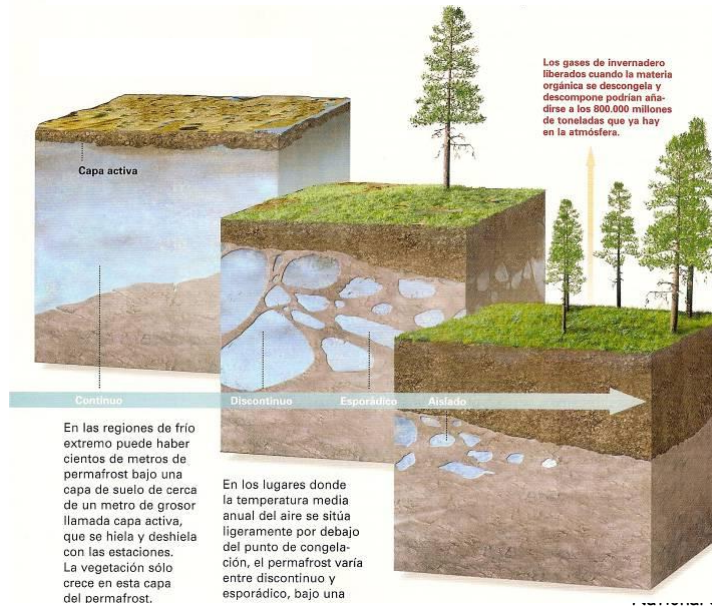
¿Quedan incertidumbres?



La descomposición de los materiales orgánicos acumulados en los suelos yedoma de Eurasia podrían liberar entre decenas o centenares de Gt de CO₂

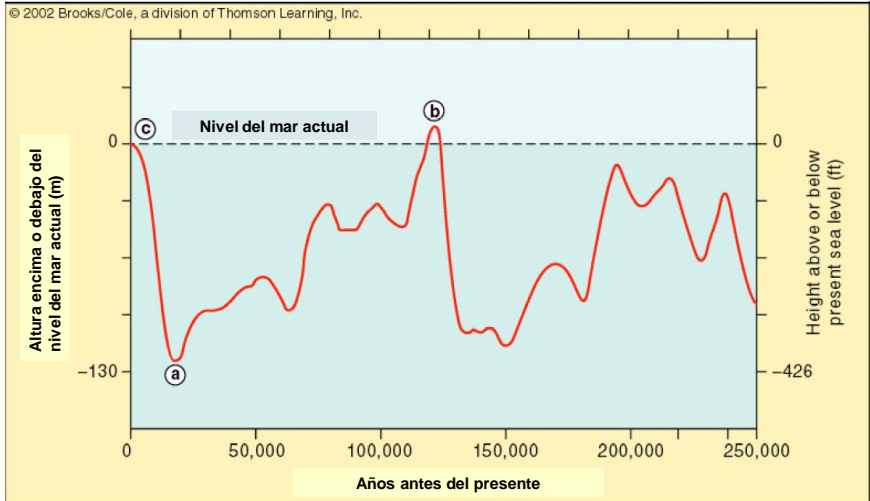
Zimov et al, 2006

El deshielo de la permafrost puede permitir el

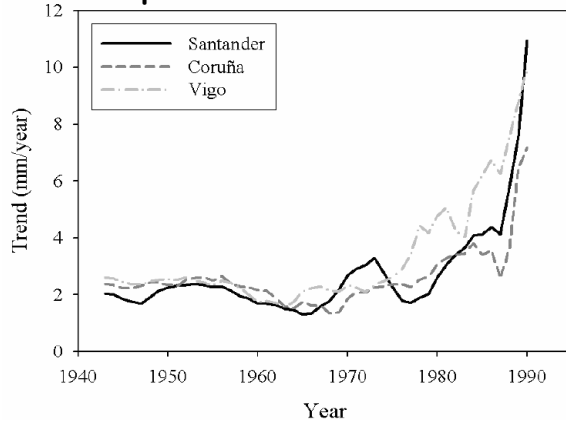


2007

Nos queda un motivo de preocupación severa
El nivel del mar era entre 4 y 6 metros superior al actual
hace 120000 años, durante un periodo en el que la
concentración de CO₂ era inferior al actual



Consistencia de las series de nivel del mar en la costa Norte de España. Se calcula la media desde el año considerado hasta el final de la serie, y como mínimo 10 años para calcular el incremento

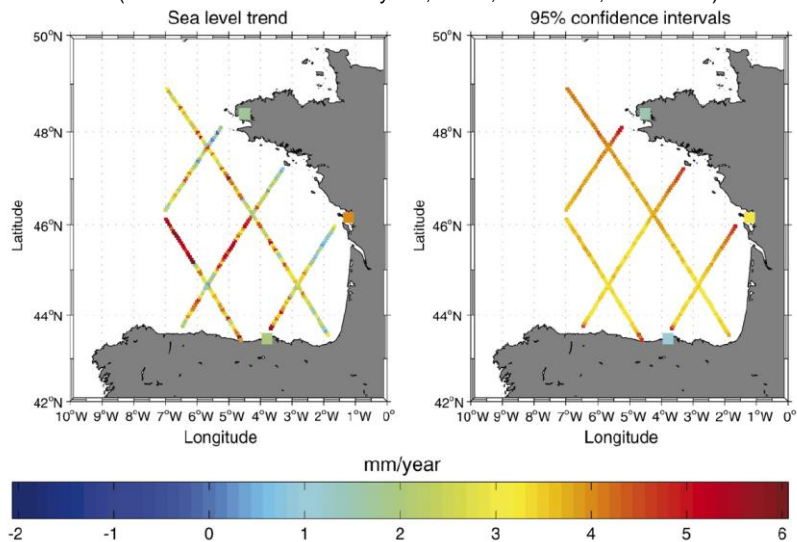


Marcos et al 2005 (a partir de mareógrafos del IEO)

Las zonas bajas , sobre todo Megadeltas pueden verse seriamente afectadas

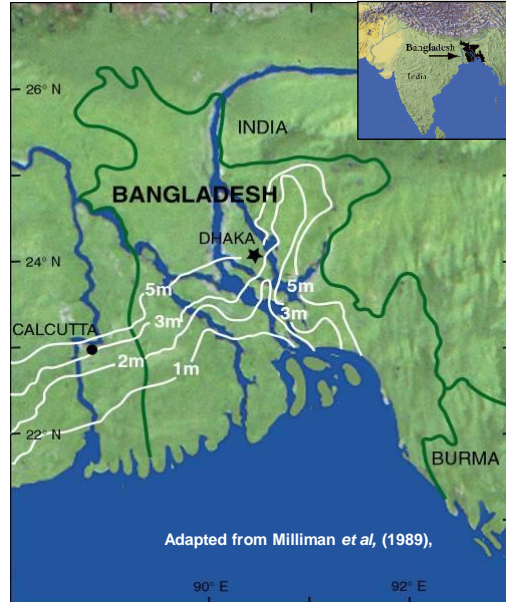
Tendencias del nivel del mar y límite de confianza en cada pixel de los recorridos del satélite TOPEX

(media en el Golfo de Vizcaya: $3,09 \pm 0,21 \text{ mm a}^{-1}$; 1993-2002)



Marcos et al, 2007. J.Mar Systems

Escenarios de transgresión del nivel del mar para Bangladesh



Escenarios de transgresión del nivel del mar para Bangladesh

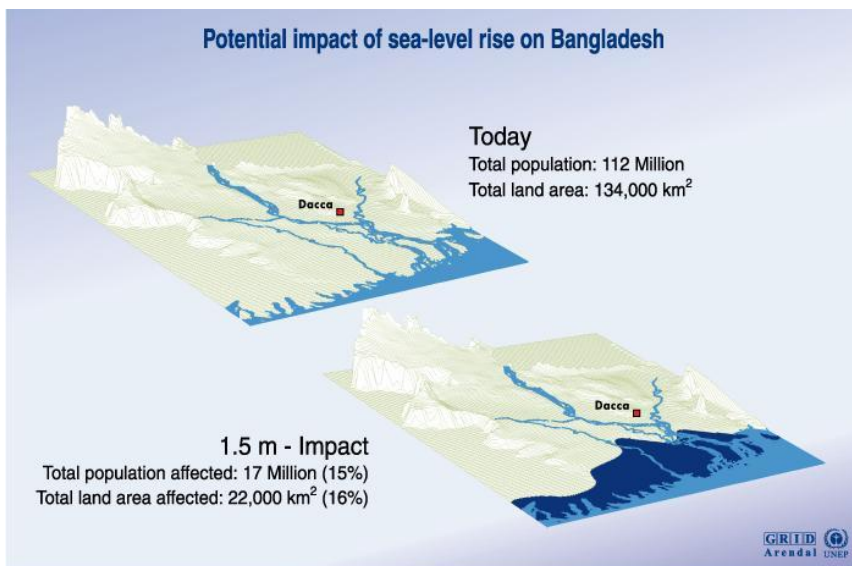
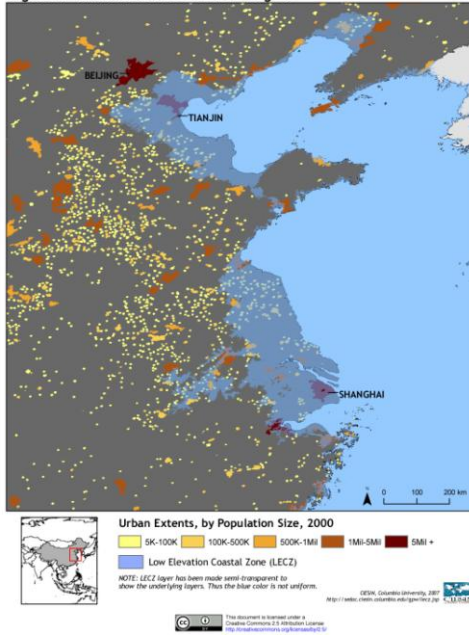


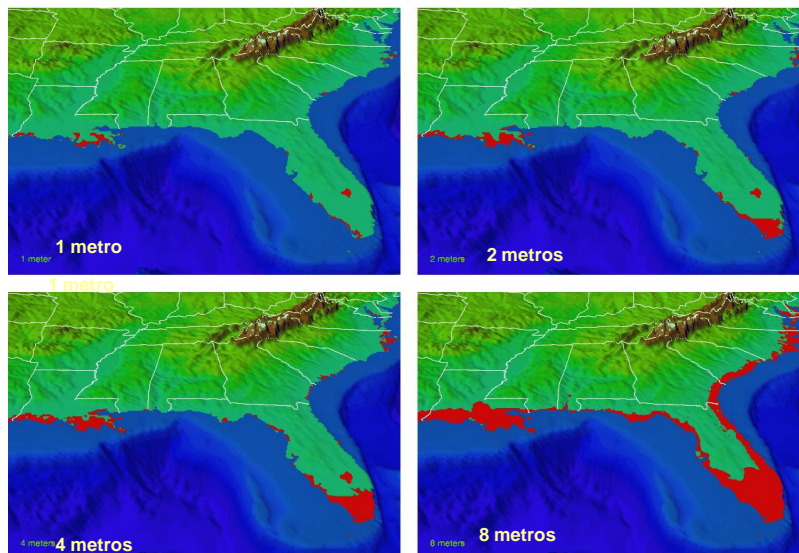
Figure 1. CHINA: Yellow Sea Coastal Region



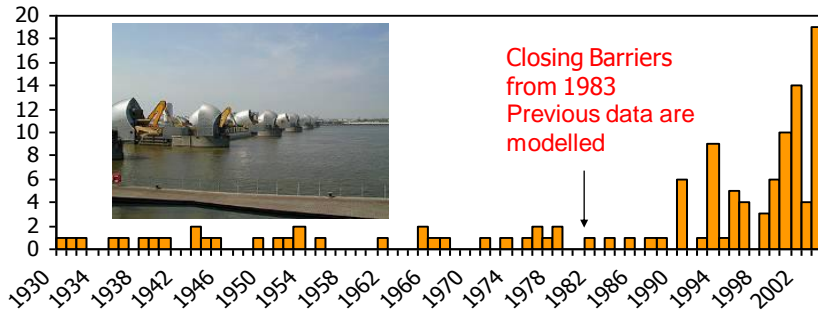
Zonas de baja elevación en la zona costera del Mar de China, con indicación de las poblaciones afectadas y su densidad poblacional

Controlar el cambio climático y una de sus secuelas, la elevación del nivel del mar, reduciría su impacto

Sea Level Rise



**Annual protection activities rise with time
The example: Number of closing barriers for
protection of Thames river**



UK Environment Agency http://www.environment-agency.gov.uk/commondata/103601/i2_flood_c4_dt.xls

Rotterdam Barrier

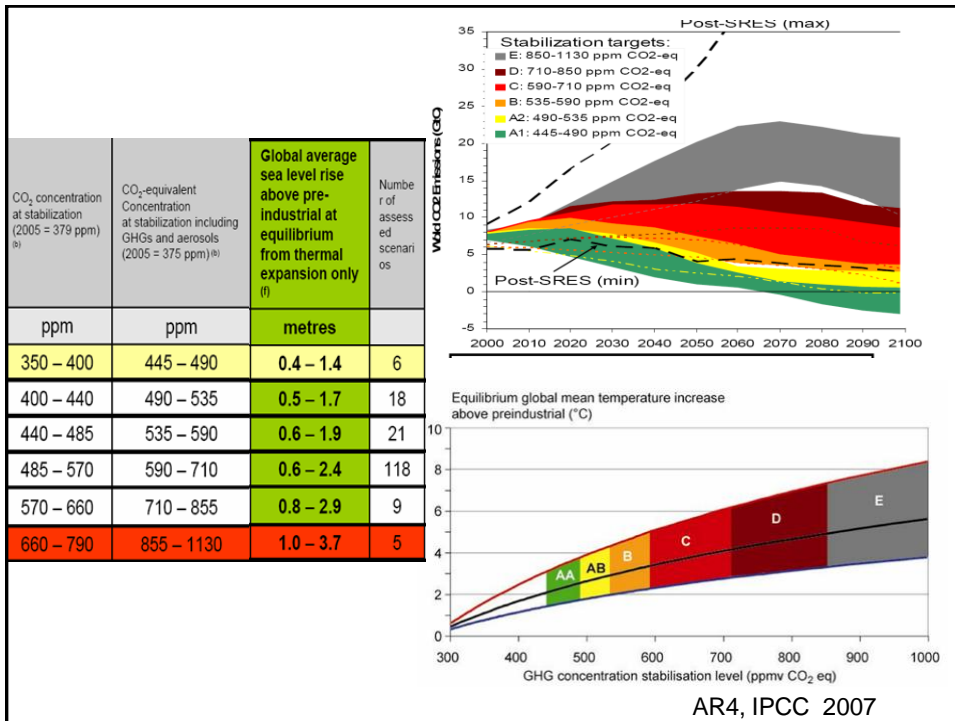
También tenemos que tomar decisiones que supongan una adaptación a nuevos escenarios. Un ejemplo de decisión ¿Incrementar los diques? ¿No construir en zonas anegables? ¿Dejar que parte del territorio se pueda inundar y construir nuevas ciudades y huertos flotantes?



Zonas anegadas de Holanda en las graves inundaciones de 1953



Solución tomada ante este hecho, construir diques para evitar las inundaciones. En 2002 estuvieron a 40 cm de ser rebasadas



La elevación del nivel del mar afectará a muchas costas con substrato blando, La costa de Huelva está en franco retroceso



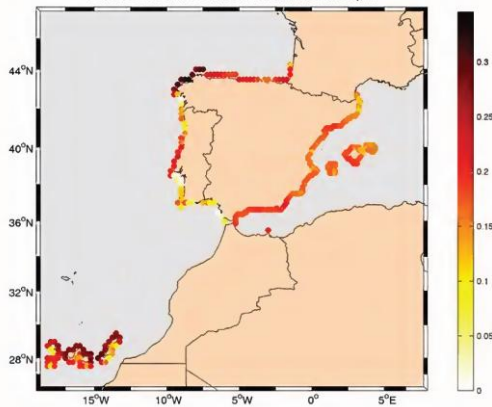
La regresión de las costas, sobre todo las arenosas es algo que se constata en todo el mundo



Cabo Hatteras, Estados Unidos

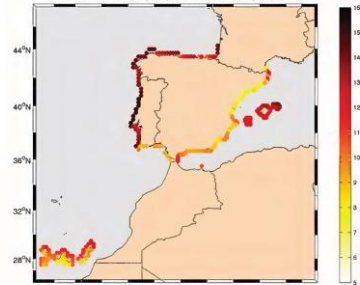
Sea level rise could affect many low coastal areas with soft substrate. Many areas of the Iberian Peninsula could be damaged in the future. Adapative actions must be activated

Variación total de la cota de inundación, m

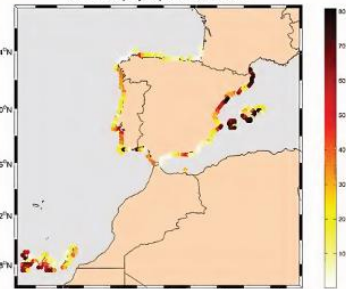


2.5 Variación neta de la cota de inundación a lo largo del litoral español.

Retroceso playas por aumento de η (m)

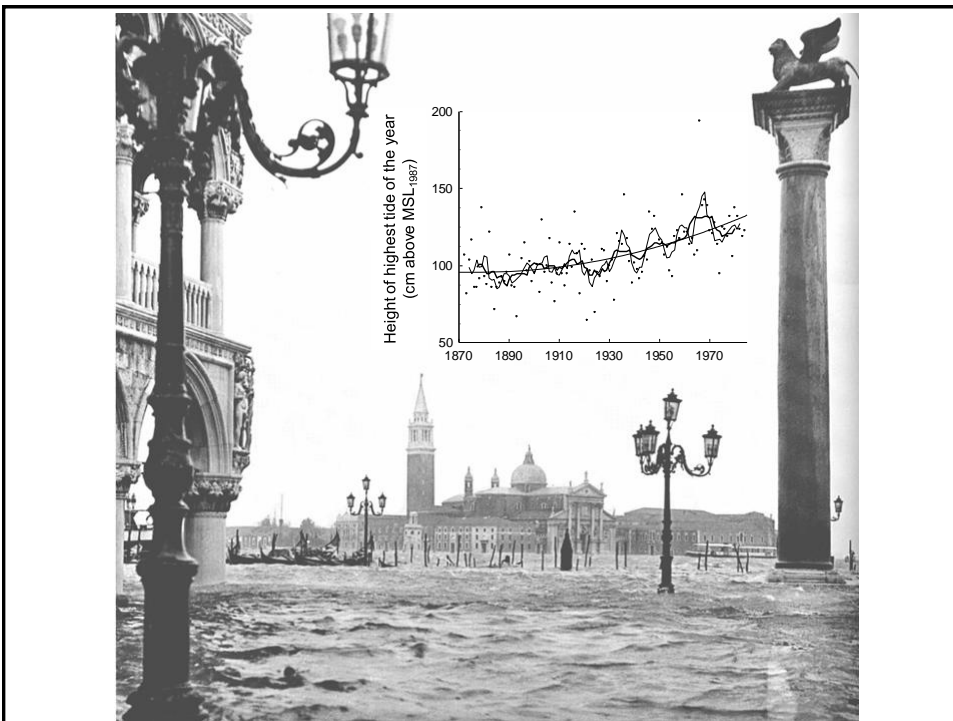


Retroceso playas por variación de θ



2.7 Retroceso de las playas por variación de la dirección del flujo medio de energía.

Impactos en la costa española por efecto del Cambio Climático, MMA 2006



EFECTOS APRECIABLES EN ALGUNAS COSTAS

Lamentablemente, creo que mi alarmismo esta justificado, si tenemos en cuenta que conocemos esto desde hace 14 años y cuando estuvimos aquí, un año después de Mich, vimos hasta donde había llegado el mar y los destrozos producidos, pero había vuelto "a su sitio" y tormentas siempre las hubo y causaban daños, pero no había este avance tan rápido que ahora hay.

Juan José Iglesias, Enero de 2008
Cahuita (Costa Rica)




Reordenación
de Ecosistemas
antes cambios
catastróficos

Cahuita Caribe de
Costa Rica (2007)


¿Está la elevación del nivel del mar afectando a la vegetación costera con retroceso de la arena? En Indonesia se han señalado efectos similares detrás de arrecifes.

Fotos cortesía de **Juan José Arrieta**

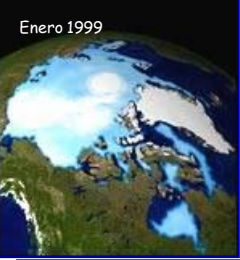




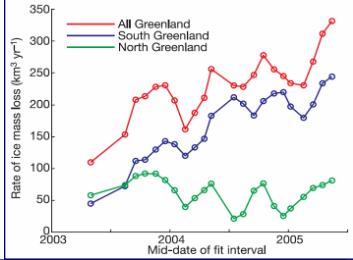
La cubierta de hielo esta disminuyendo de forma acelerada



Enero 1990



Enero 1999



Extensión del hielo en el océano Ártico

Tendencias

- Descenso de un 20% en la extensión del hielo marino desde 1970
- Adelgazamiento del hielo en 2m entre 1960s y 1990s
- Cambio desde hielo de muchos años a hielo anual

Expectativas

- Incremento de la temperatura de 2 a 10°C en 2100
- Artico libre de hielo en el verano antes del 2100
- cambios en los patrones de circulación, en la productividad primaria y en las comunidades polares

a,o, Johannessen et al, 2004; ACTIA 2005, Francis et al, 2005; Macdonald et al, 2005

Cambios en la Pérdida de masa del casquete polar de Groenlandia 10 años

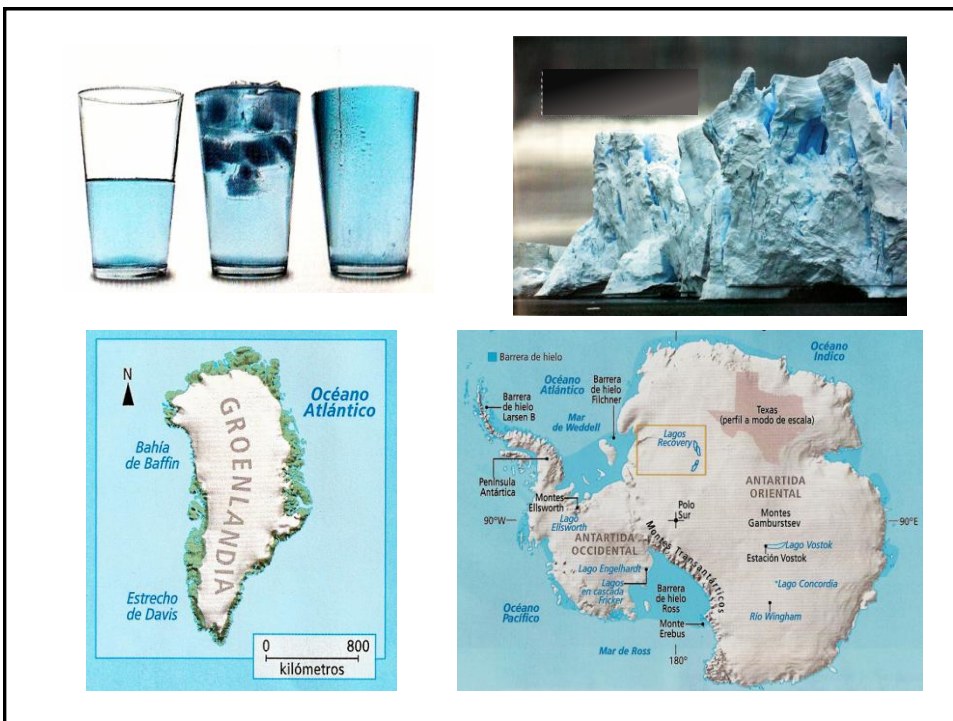
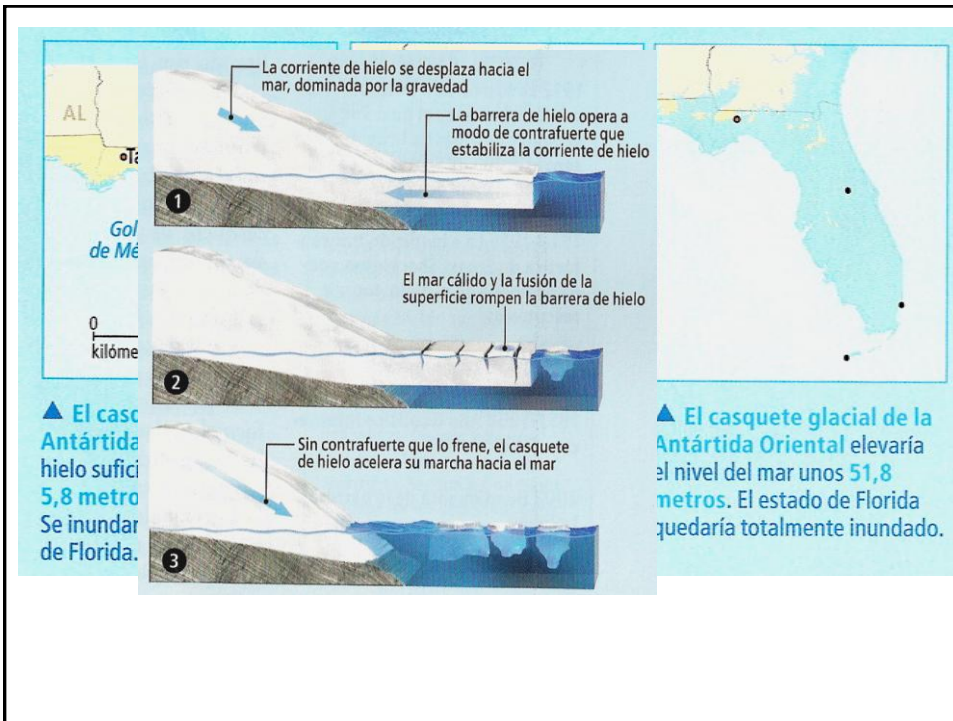
Masa Glaciar	Área de drenage km ²	Balance Masas km ³ /año		
		1996	2000	2005
Oeste	521350	-21,7	-40,6	-47,0
Total	1209280	-56 30	-92 30	-167 40
Total + BMS		-91 31	-138 31	-224 41

BMS Balance Masas por Superficie

Los datos con métodos diferentes resultan coherentes

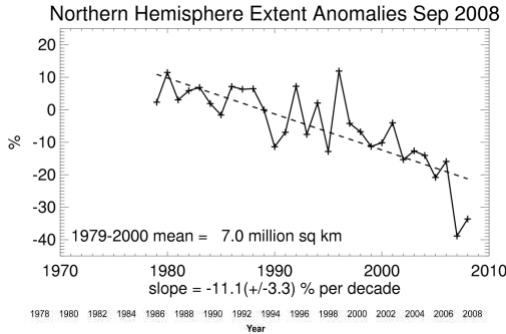
231 por métodos gravimétricos

Rignot et al, 2006, Science

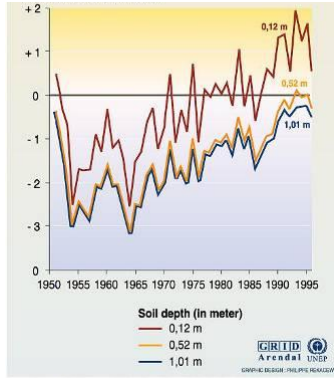


**No se debe olvidar la existencia de otros riesgos: Deshielo más rápido de lo modelado; aportaciones masivas de GEI a la atmósfera provenientes de suelos ahora helados (suelos yedoma de Siberia); acidificación del mar que limitará la captación por el océano del CO₂ y dificultará la calcificación de organismos marinos; incremento del nivel del mar hasta 3 o 4 en este siglo
No se pueden descartar disrupciones climáticas bruscas**

**Extensión del hielo Marino Ártico en Septiembre
Observaciones y predicciones con modelos**



Cambio en la temperatura de la permafrost a varias profundidades en Fairbanks (Alaska)



Source: Romanovsky. In Impacts of global climate change in the Arctic regions. IASC, Tromsø, April 1999

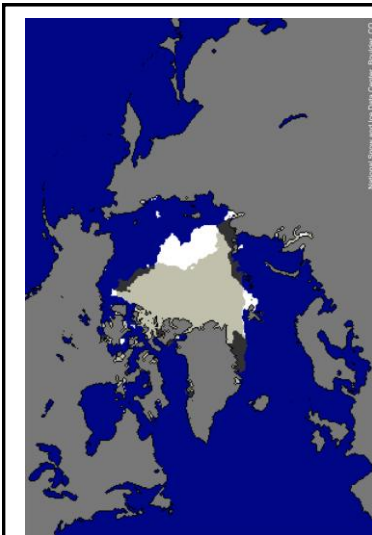


Figure 3. Daily Arctic sea ice extent for September 12, 2008, the date of this year's minimum (white) is overlaid on September 16, 2007, last year's minimum extent (dark gray). Light gray shading indicates the region where ice occurred in both 2007 and 2008. Sea Ice Index data.

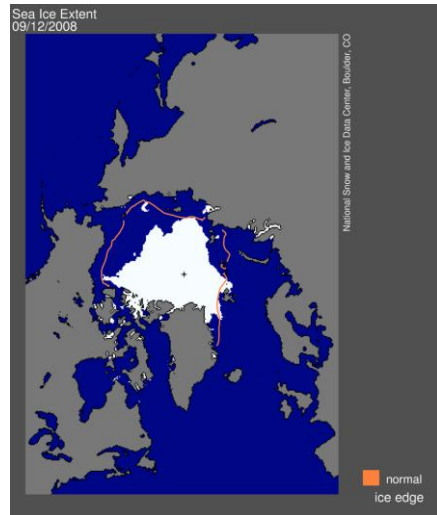
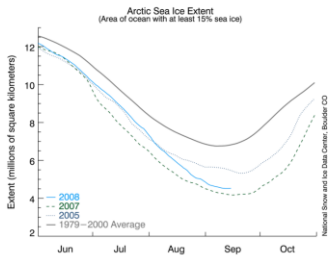


Figure 1. Daily Arctic sea ice extent for September 12, 2008, was 4.52 million square kilometers (1.74 million square miles). The orange line shows the 1979 to 2000 average extent for that day. The black cross indicates the geographic North Pole. Sea Ice Index data.

Veremos nuevas posibilidades debidas al Cambio de Clima que tendrá influencia en la economía y en las sociedades. También afectará de manera decisiva a muchas especies y ecosistemas

Sea ice loss a boom to Arctic shipping

Sea ice extent in the fall of 2007 dwindled to the lowest level since satellite measurements began in 1979. The sea ice extent at the end of summer melting was 1.7 million square miles, compared to the 1979-2000 median of 2.7 million square miles. The greatest loss has been north of Siberia and Alaska coasts. Retreating ice will open shipping routes through the Arctic Ocean, shorting trips by thousands of miles. The Northern Sea route could shorten a trip from London to Tokyo, via the Suez Canal, from 13,000 to 8,000 miles. The Northwest Passage could shorten a London to Tokyo trip via the Panama Canal from 15,000 to 8,500 miles.



ources: National Sea Ice Data Center, USGS, The New York Times
RON ENGSTROM / Anchorage Daily News

Glaciar Portage Alaska, Glaciar Pasterzee - Austria



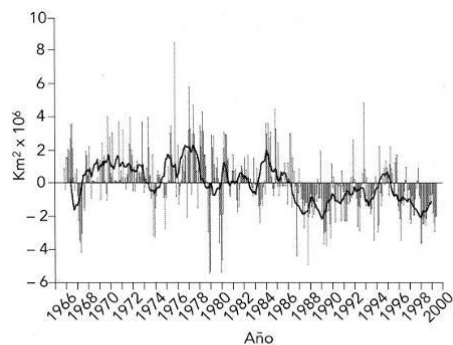
El deshielo de Glaciares es uno de los problemas más preocupante, y afecta a los océanos, En algunos casos los cambio son claramente perceptibles



Caption: *Muir Glacier*,
Credit: *National Snow and Ice Data Center*
Citation: *NSIDC/WDC for Glaciology, Boulder, Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology*.

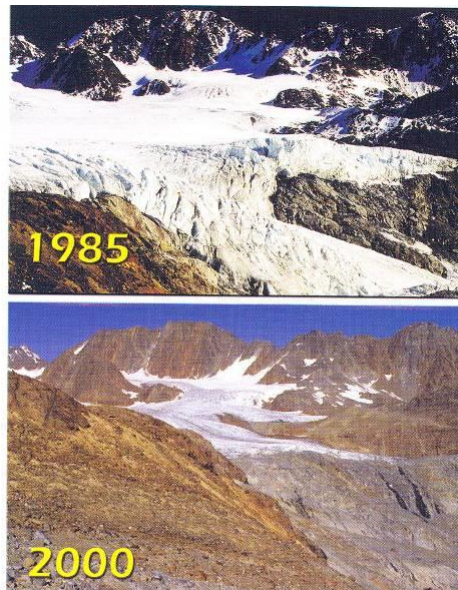
En Europa también se detecta la pérdida de glaciares

La superficie cubierta de hielo o nieve se ha reducido en el Hemisferio Norte

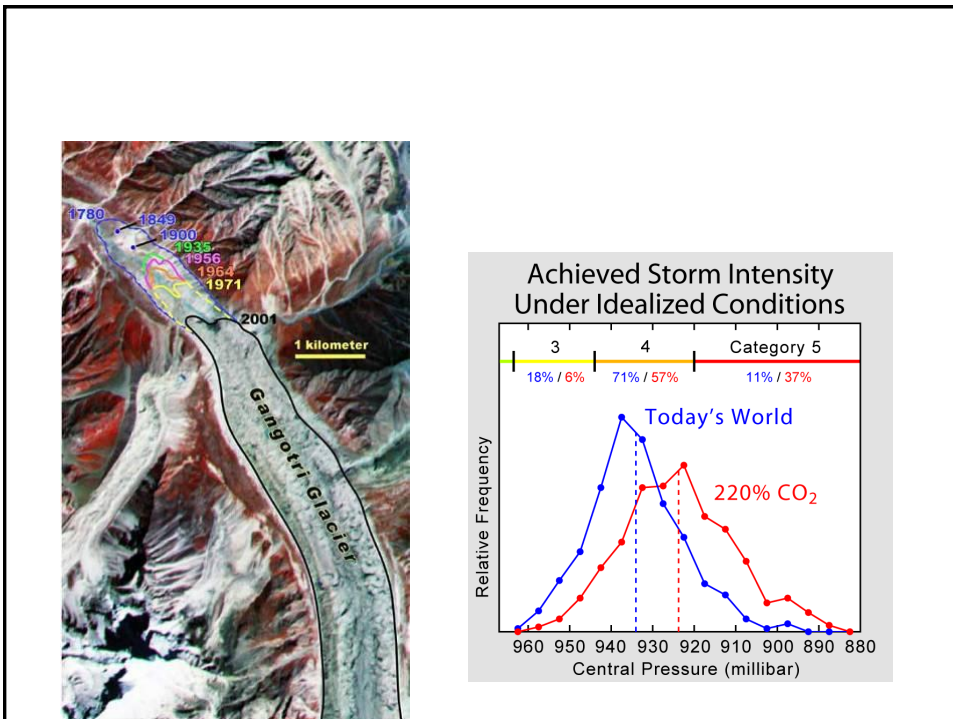


Nota: Las desviaciones se refieren a una media de 30 años. Medias acumuladas de 12 meses (curva de trazo continuo).

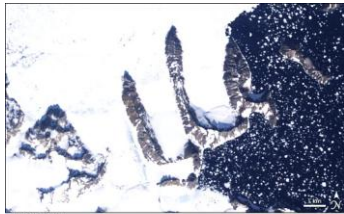
Fuente: IPCC, 2001a.



Glaciar de Vernagt (Austria)
Fuente: Weber; BAdW/kfG; 1985, 2000.



**Hay indicios de deshielo en la Antártida, pero por ahora su contribución es pequeña
Se acaba de demostrar que la velocidad de los glaciares de la Península Antártica se aceleró en los últimos años**



August 11, 1985



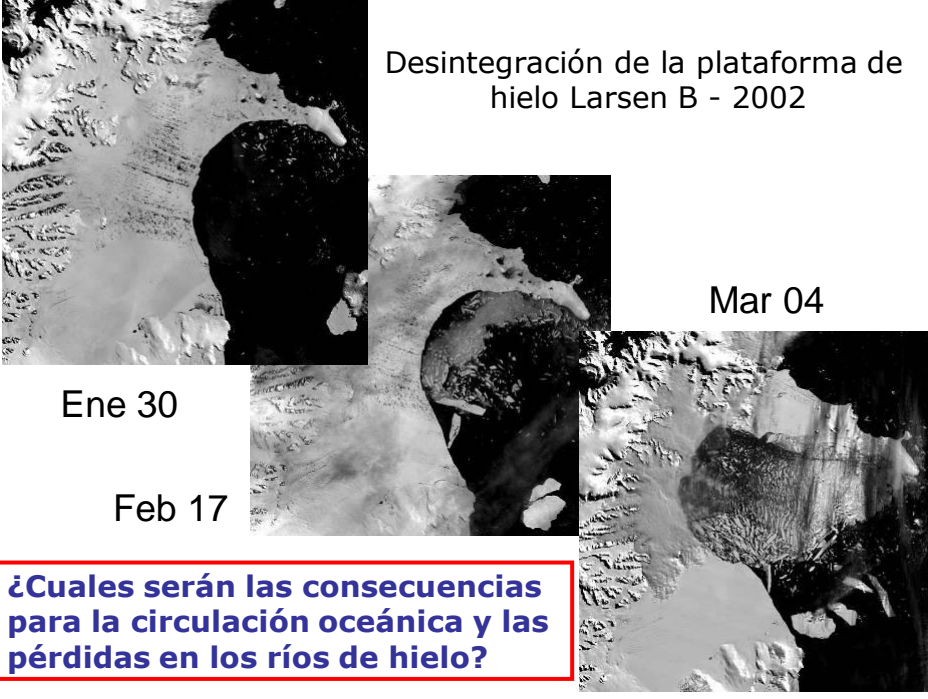
September 5, 2002



September 4, 2005

http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewsImages/images.php3?img_id=17664

Desintegración de la plataforma de hielo Larsen B - 2002



Ene 30

Feb 17

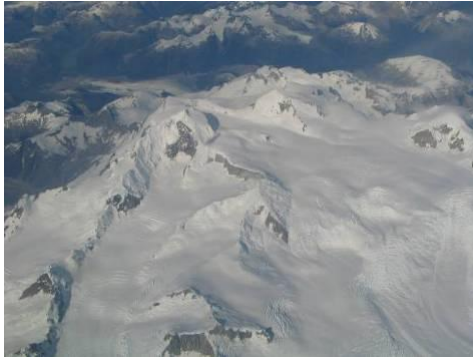
Mar 04

¿Cuales serán las consecuencias para la circulación oceánica y las pérdidas en los ríos de hielo?

Una vista de Groenlandia con marcas de deshielo reciente

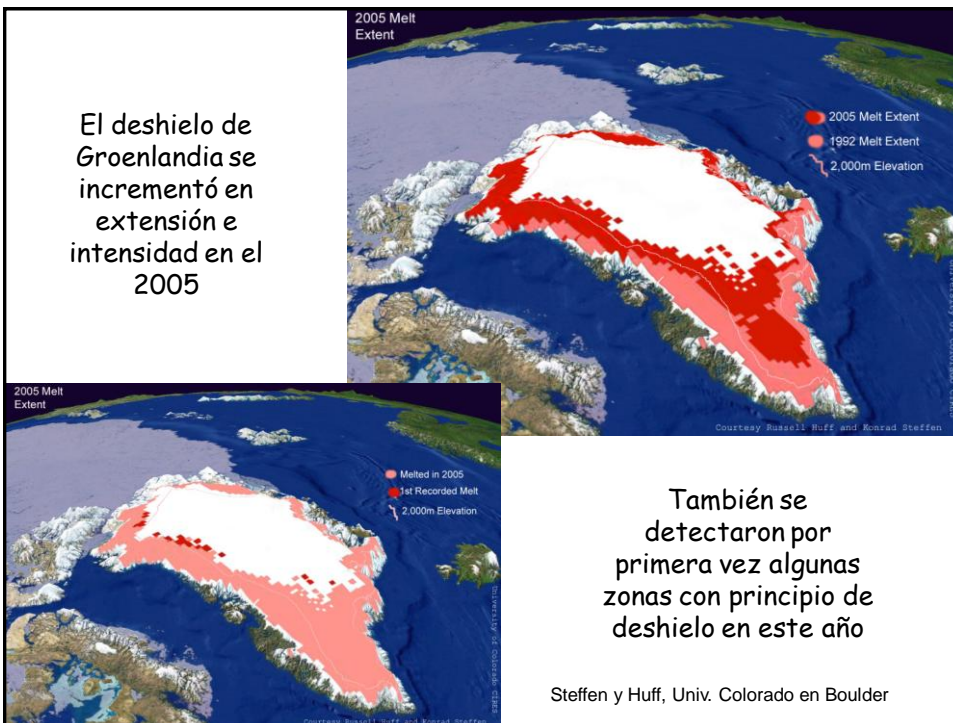
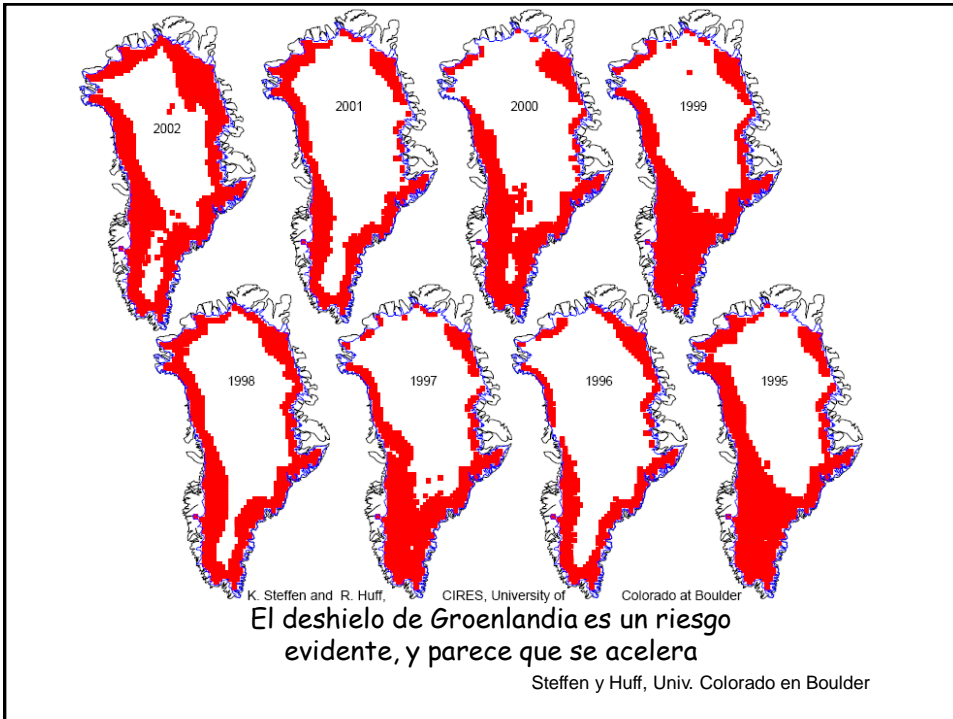


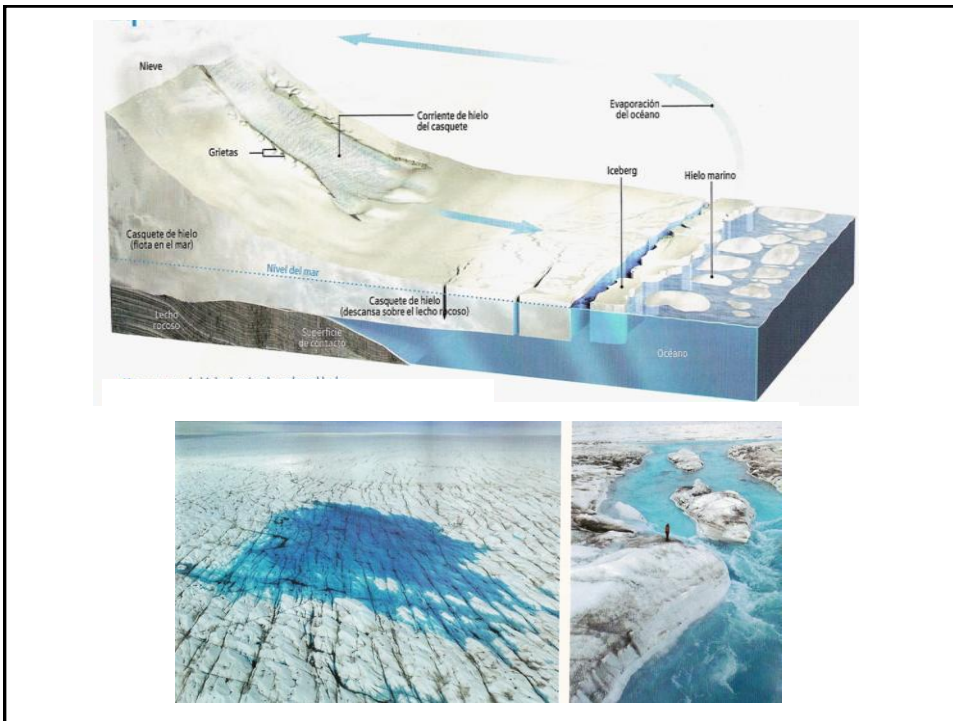
Cambios en el Glaciar Uppsala, Campo de Hielo Sur - Argentina



Cambios en el Glaciar Uppsala, Campo de Hielo Sur - Argentina







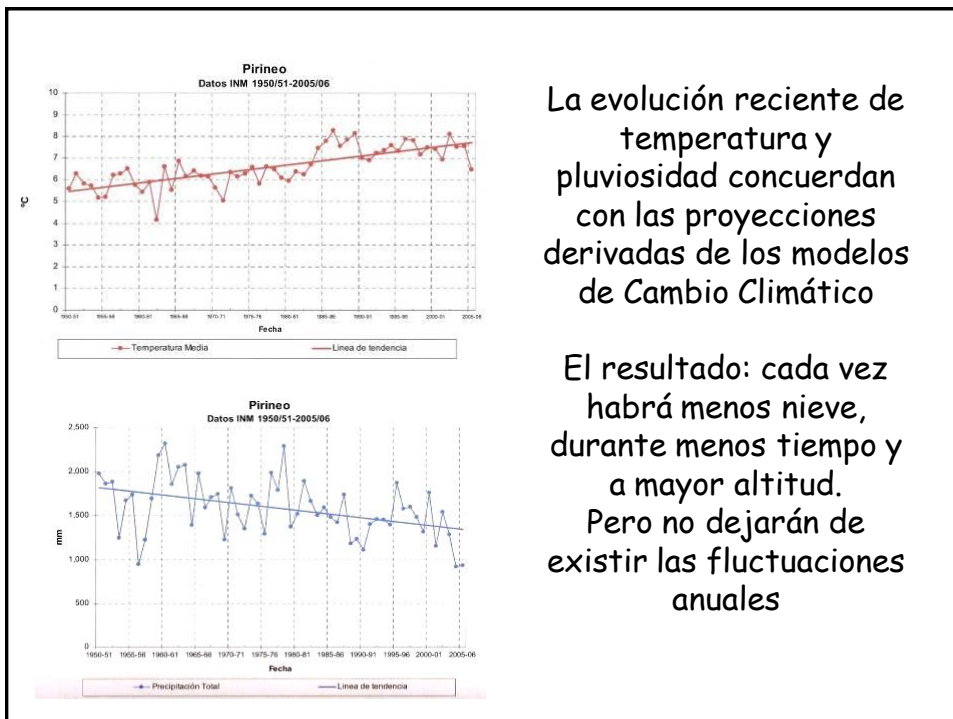
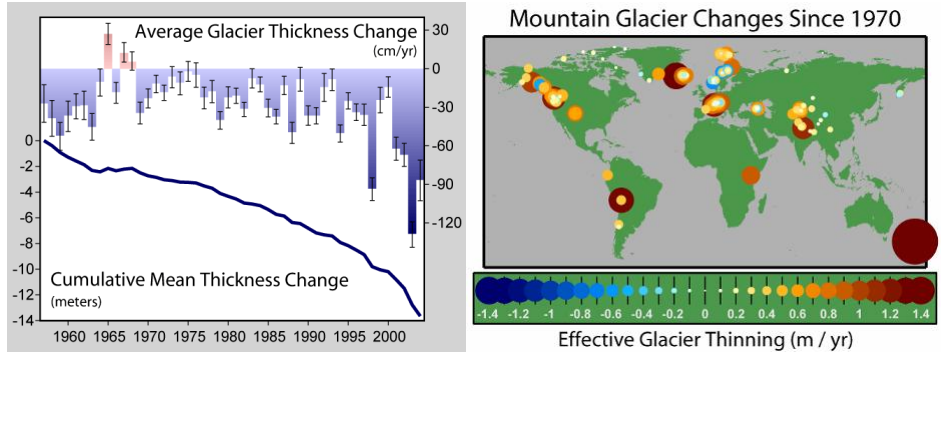
Aspecto de campos de hielo en Groenlandia con deshielo muy activo



Hansen, Scientific American, Marzo 2004

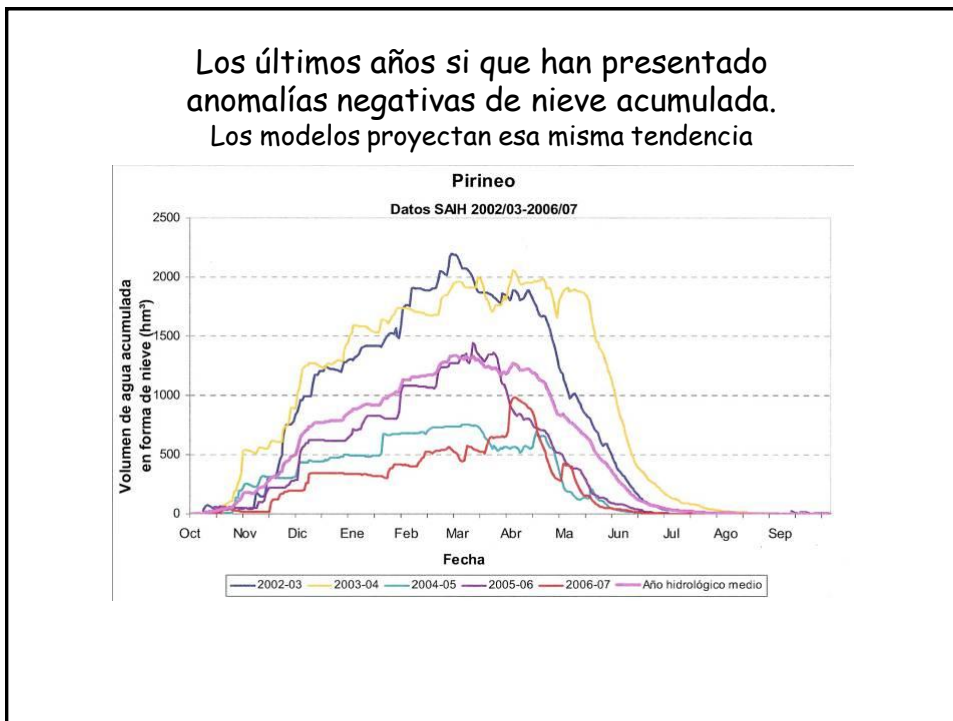
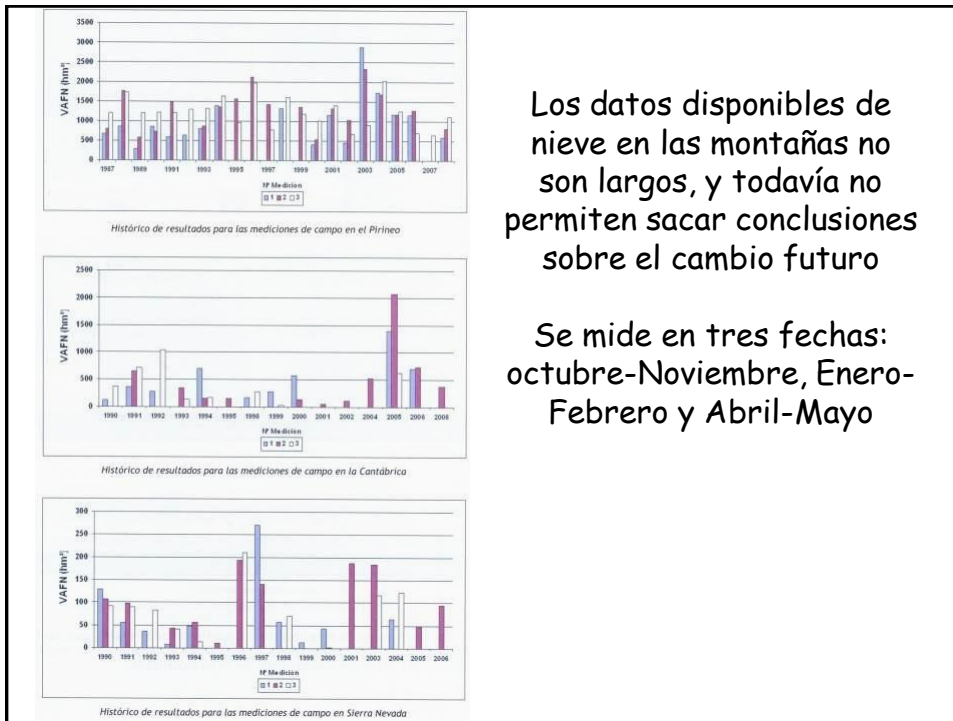
¿Cuáles serán los efectos del cambio?

El deshielo de Glaciares es uno de los problemas más preocupante, y afecta a los océanos, En algunos casos los cambio son claramente perceptibles

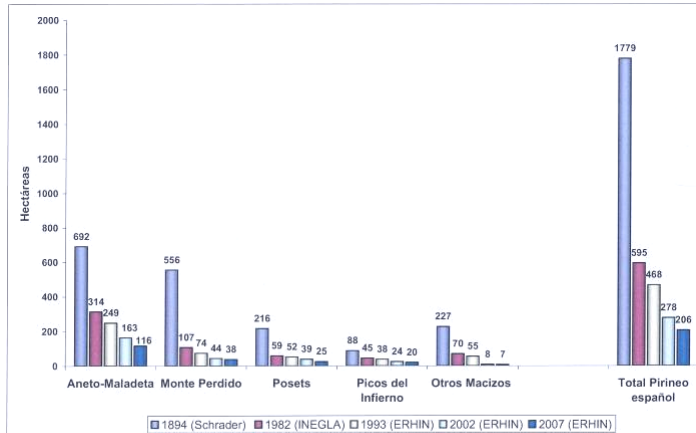


La evolución reciente de temperatura y pluviosidad concuerdan con las proyecciones derivadas de los modelos de Cambio Climático

El resultado: cada vez habrá menos nieve, durante menos tiempo y a mayor altitud. Pero no dejarán de existir las fluctuaciones anuales

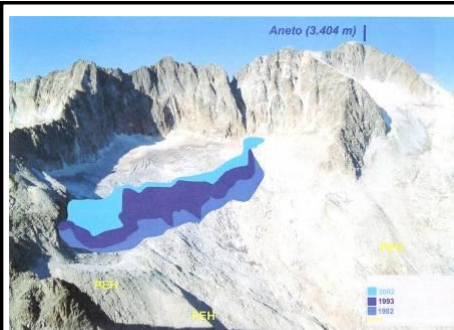


El balance en los glaciares de menor innivación y mayor temperatura es su reducción, muy acelerada en los glaciares de la Península, y en general de todo el mundo menos parte de la Antártida

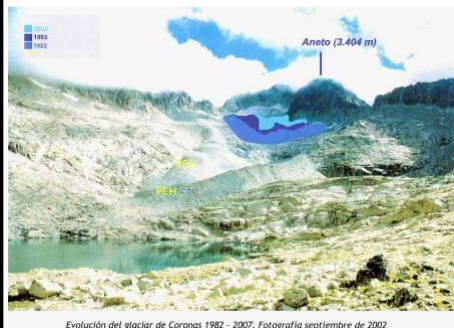


Evolución de las superficies glaciares del Pirineo Español por macizos.

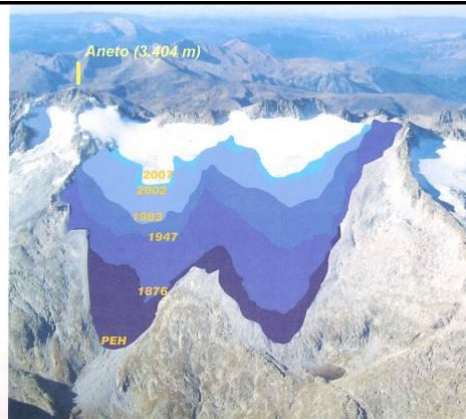
Ministerio, 2008



Evolución del glaciar de Tempestades 1982 - 2007. Fotografía septiembre de 2002



Evolución del glaciar de Coronas 1982 - 2007. Fotografía septiembre de 2002



Evolución del glaciar del Aneto entre la Pequeña edad del Hielo (PEH) y la actualidad.

La pérdida de superficie se está controlando en Pirineos. En pocas décadas habrán desaparecido los últimos vestigios de la época fría



¿Pueden los cambios de clima modificar la morfología de una montaña?

La respuesta es sí con la desaparición de glaciares pero también con cambios en la morfología, la vegetación, la fauna, y desde luego los usos humanos

El Friero y las Lleras del Friero desde la subida por la Canal Honda
7 de Septiembre de 2008.

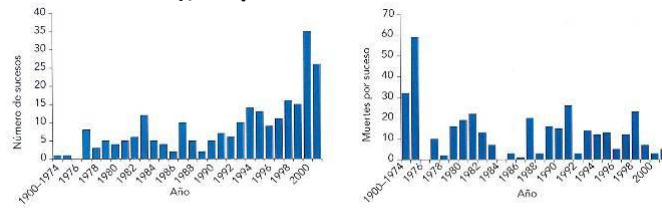
Foto : de Juan José Iglesias Arrieta

Algunos sucesos que eran relativamente frecuentes no se observan en la actualidad



El antiguo refugio de Vega Redonda en 1978, con más de 4 m, de nieve acumulada, Foto cortesía de Juan José Arrieta

Las inundaciones se han incrementado en Europa, en parte por cambios en la pluviosidad, y en parte debido a modificaciones del territorio



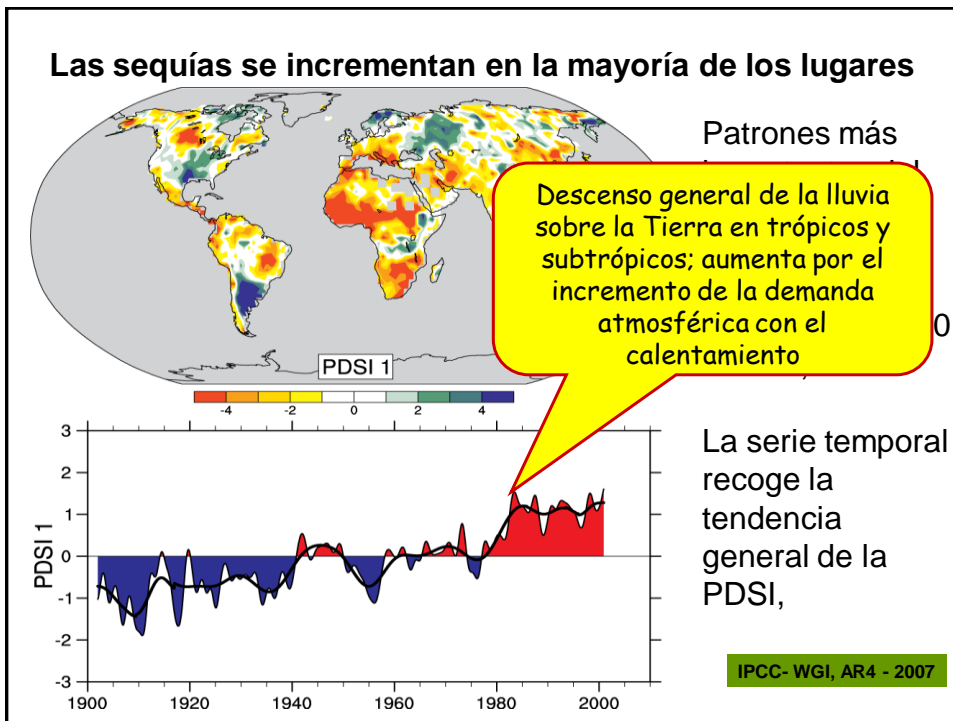
Nota: Por inundaciones se entienden riadas, desbordamientos de ríos y mareas tormentosas en Europa (1976-2001).

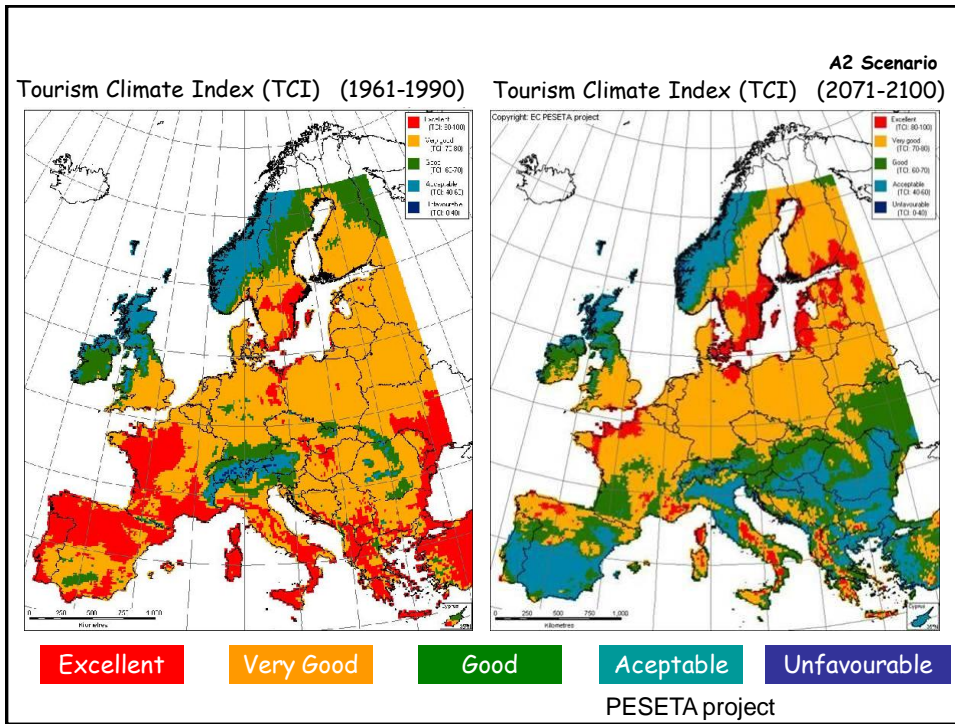
Fuente: OMS, 2003a.

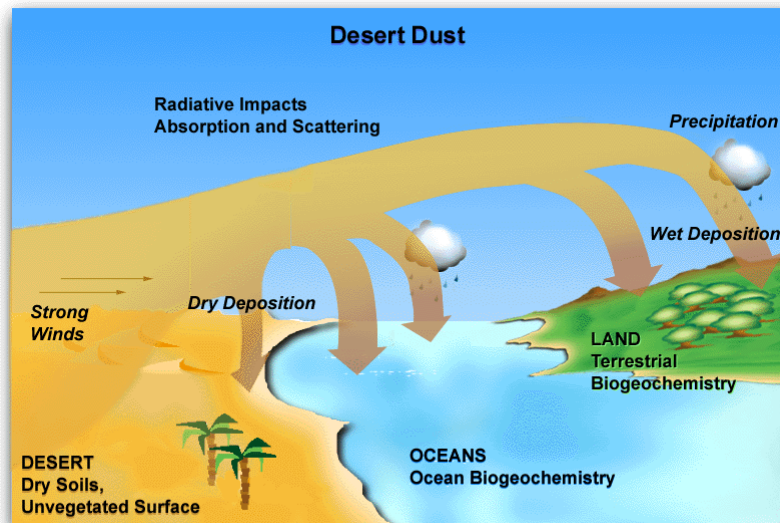


El incremento de lluvias monzónicas puede generar inundaciones y afectar a las cosechas, reduciendo la seguridad alimentaria



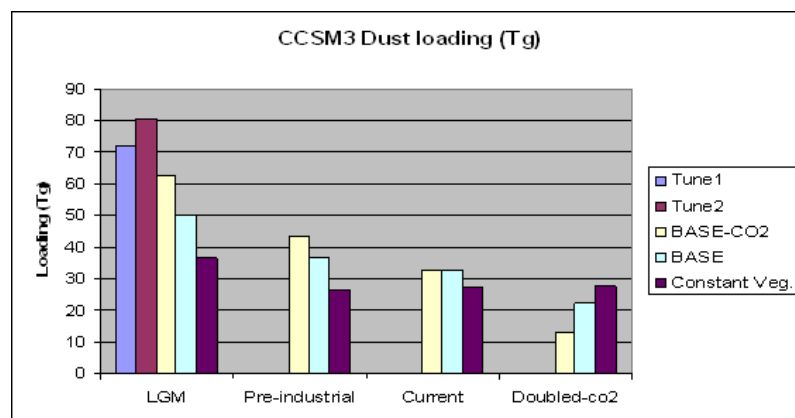




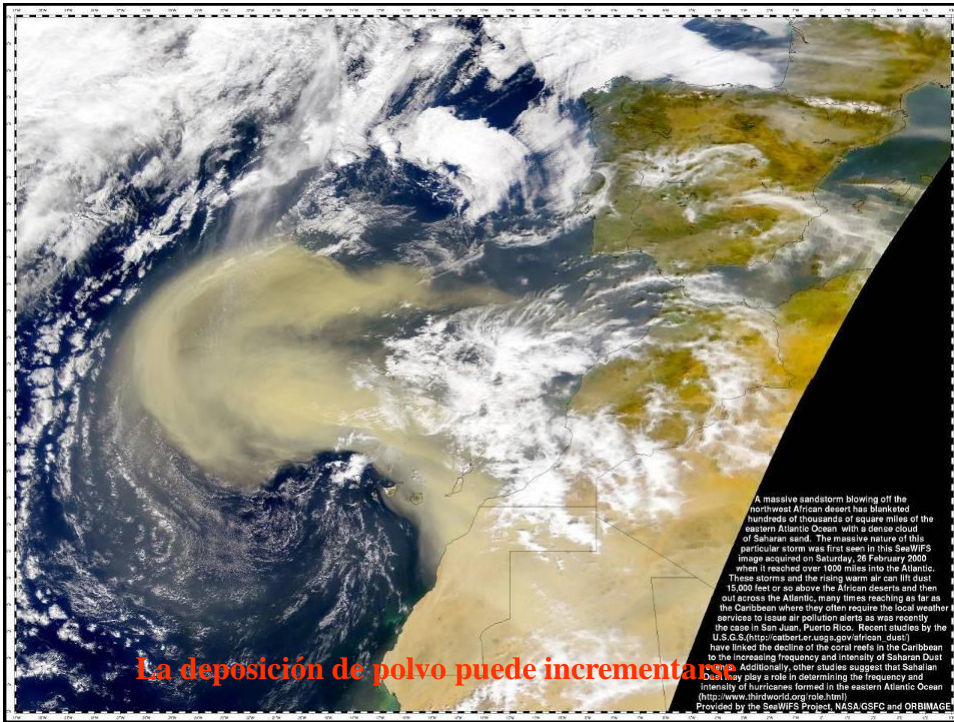


Mineral aerosol or desert dust is thought to impact climate and biogeochemistry through several different mechanisms: direct radiative forcing, indirect radiative forcing, ocean biogeochemistry, terrestrial biogeochemistry and atmospheric chemistry.

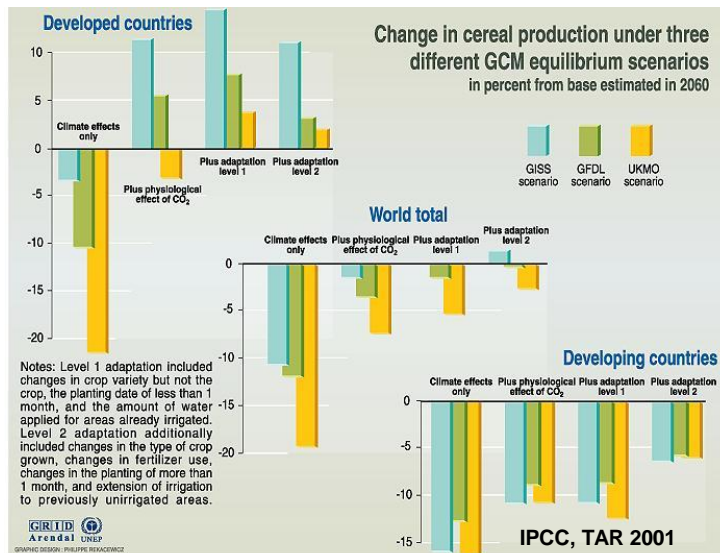
Natalie Mahowald, 2006

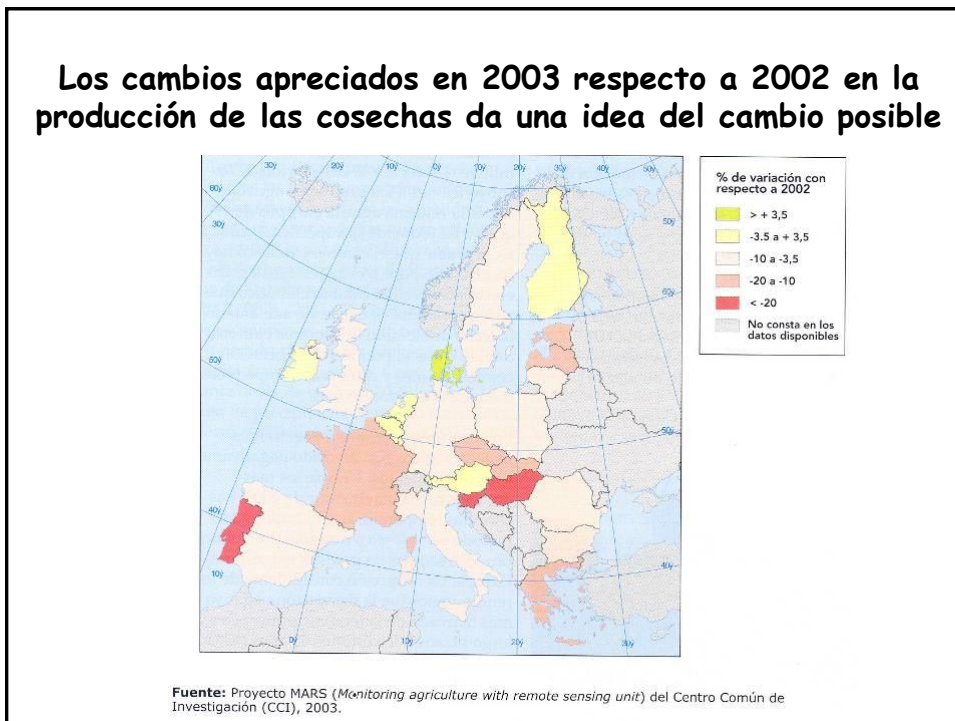
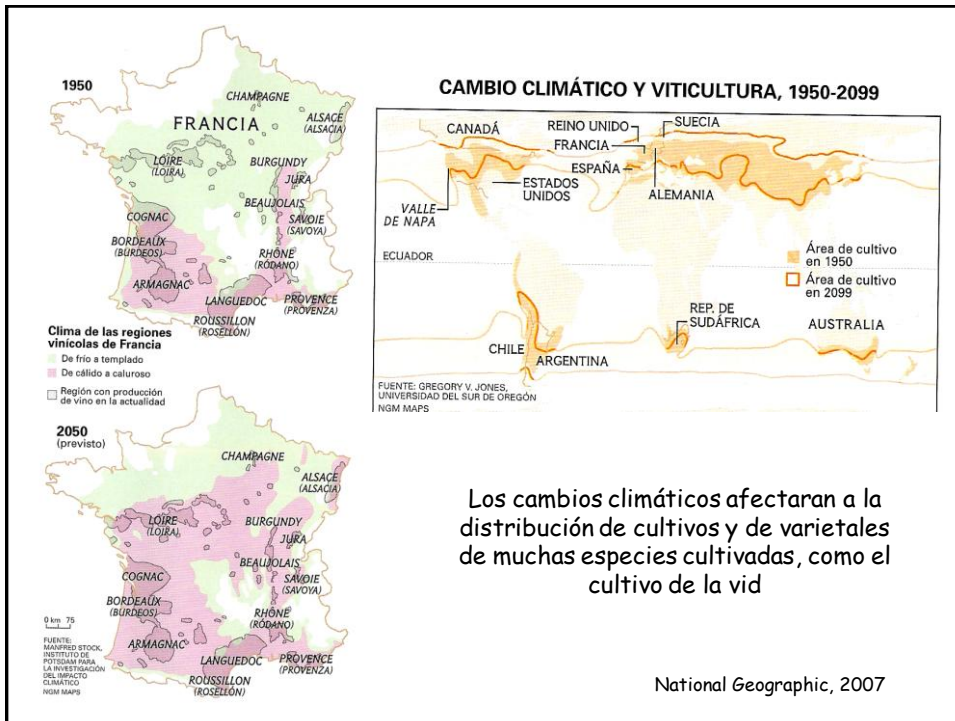


This paper includes new estimates of terrestrial sediment records, which we use to constrain the amount of glaciogenic dust. Here's comparisons using a vegetation only source, and a source which is based on geological data about where glaciers might be producing large amounts of sediment that is easily erodible:

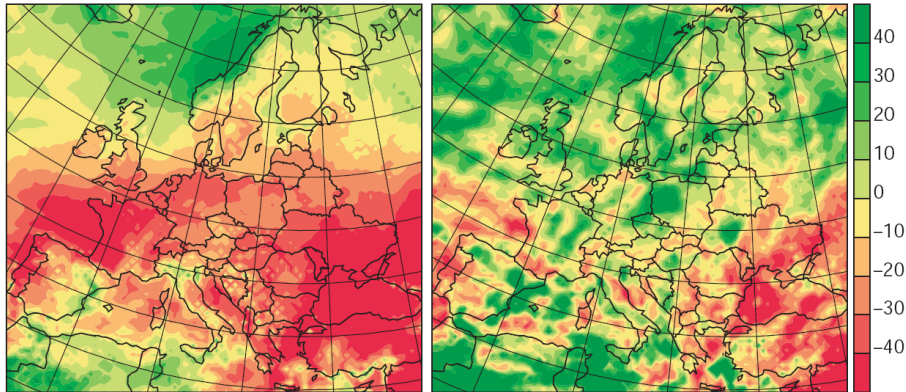


EFFECTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD

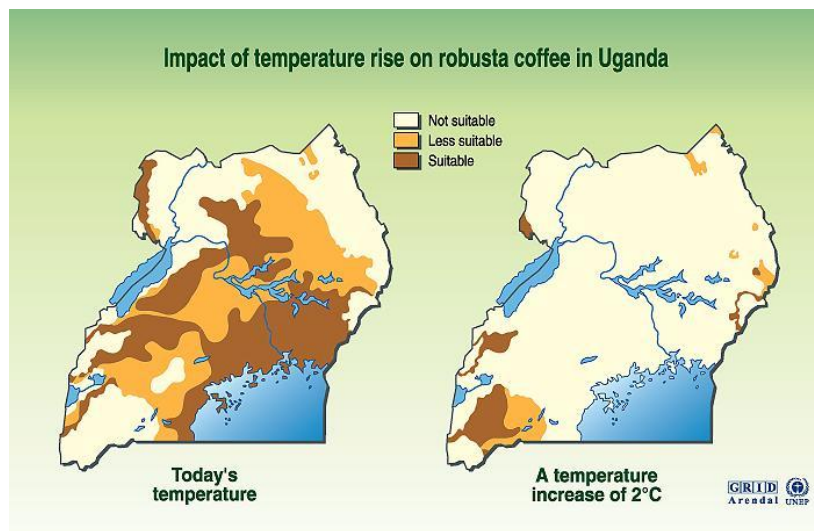




Predicciones de cambio pluviométrico porcentual del Hadley Meteorological Center

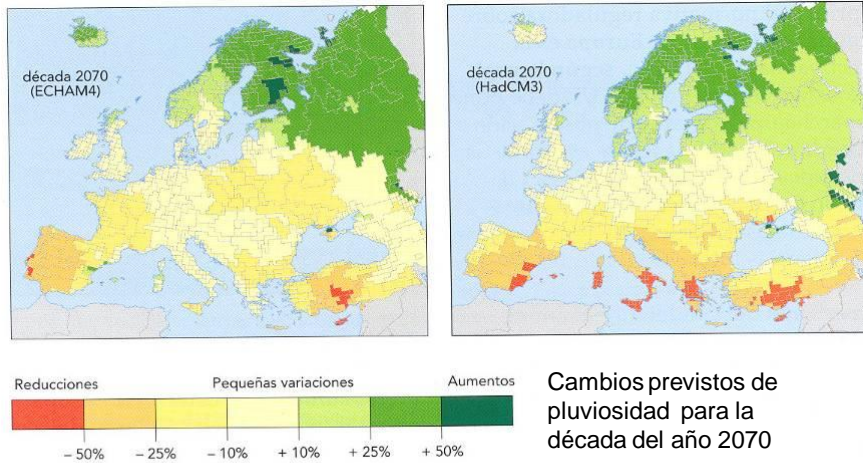


EFFECTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD



Source: Otto Simenett, Potential impacts of global warming, GRID-Geneva, case studies on climatic change, Geneva, 1989.

EL PORCENTAJE DE AGUA USADA SE INCREMENTARÁ EN MUCHOS PAÍSES



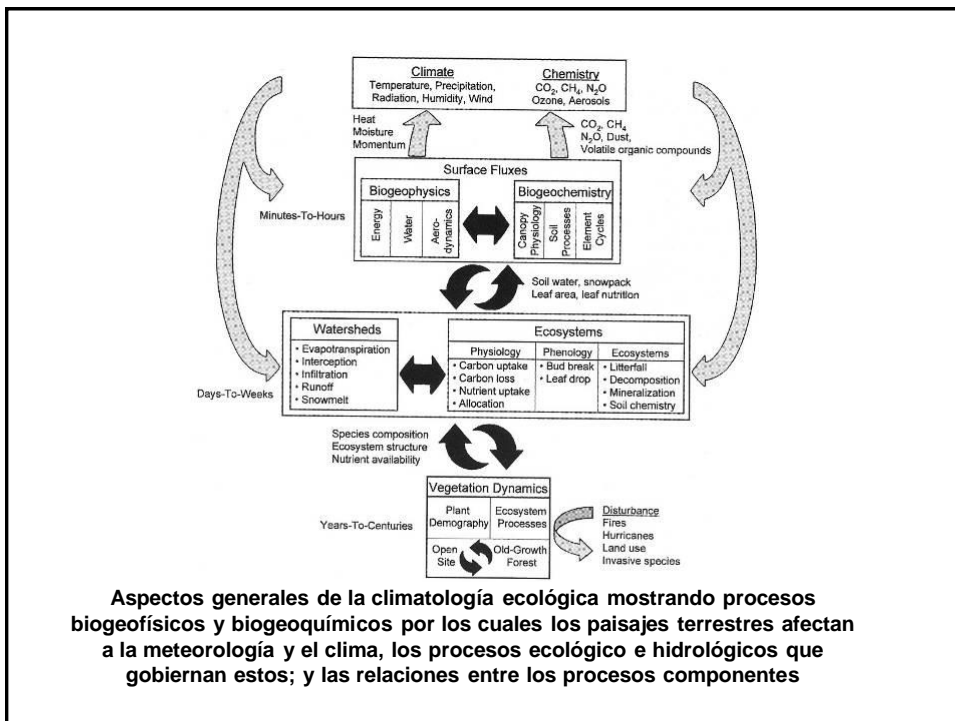
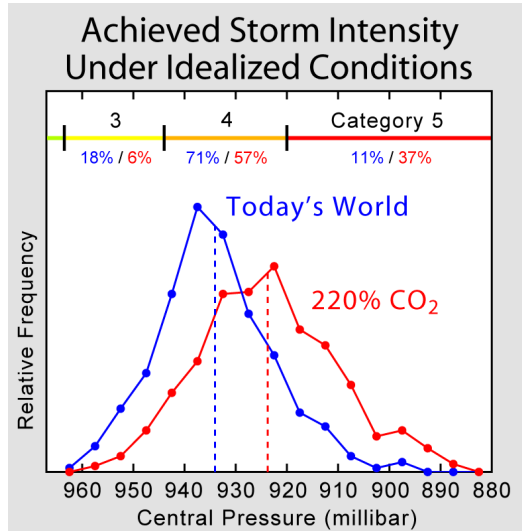
Nota: Dos modelos climáticos diferentes (ECHAM4 y HadCM3).
Fuente: Lehner *et al.*, 2001.

Cambio en el número y porcentaje de huracanes y tifones de categorías 4 y 5 entre dos periodos de 15 años 1975-1989 y 1990-2004 para diferentes cuencas oceánicas

	Periodo			
	1975-1989		1990-2004	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Océano Pacífico Este	36	25	49	35
Océano Pacífico Oeste	85	25	116	41
Atlántico Norte	16	20	25	25
Pacífico Sudoeste	10	12	22	28
Indico Norte	1	8	7	25
Indico Sur	23	18	50	34

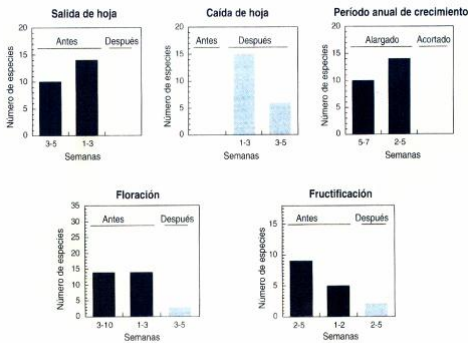
Webster et al, 2005 Science

Cambio en el porcentaje de huracanes y tifones la categorías 3, 4 y 5 en el mundo actual y en uno con concentración de CO₂ 220 % del actual, y frecuencia de su presión atmosférica



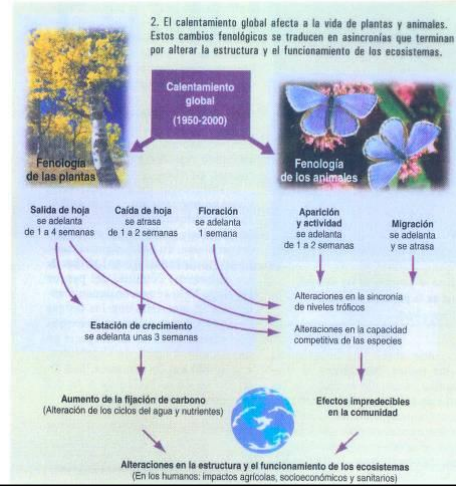
Aspectos generales de la climatología ecológica mostrando procesos biogeofísicos y biogeoquímicos por los cuales los paisajes terrestres afectan a la meteorología y el clima, los procesos ecológico e hidrológicos que gobiernan estos; y las relaciones entre los procesos componentes

Los cambios están afectando a fenología, y afectarán a las relaciones entre especie y por ello a los ecosistemas

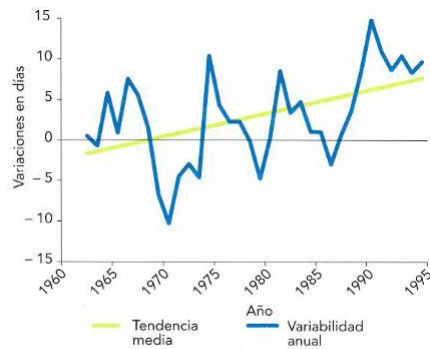


1. Cambios fenológicos en especies vegetales y animales de Cardedeu (Barcelona) durante el período 1952-2000.

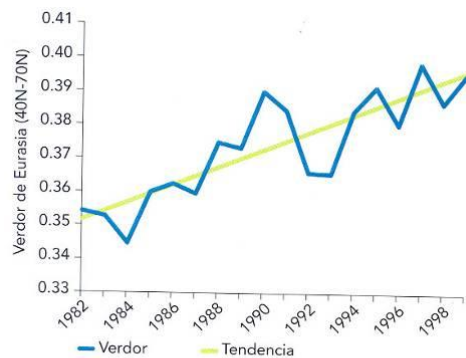
Peñuelas, 2005



Se producirán cambios como los ya observados en la aparición de hojas o en la intensidad del color (verdor) en la vegetación entre el 40° y el 70° N



Nota: Datos observados por la red Internacional Phenological Gardens en Europa, salvo Francia, la Península Ibérica, Italia central y meridional y Grecia.
Fuente: Menzel, 2002; Menzel y Fabian, 1999.



Nota: El verdor es una medida de la productividad de las plantas. Se determina mediante teledetección.
Fuente: Zhou *et al.*, 2001.

son previsibles
cambios en la
distribución de
especies y
ecosistemas



Forest composition
current and projected ranges of beech trees in North America

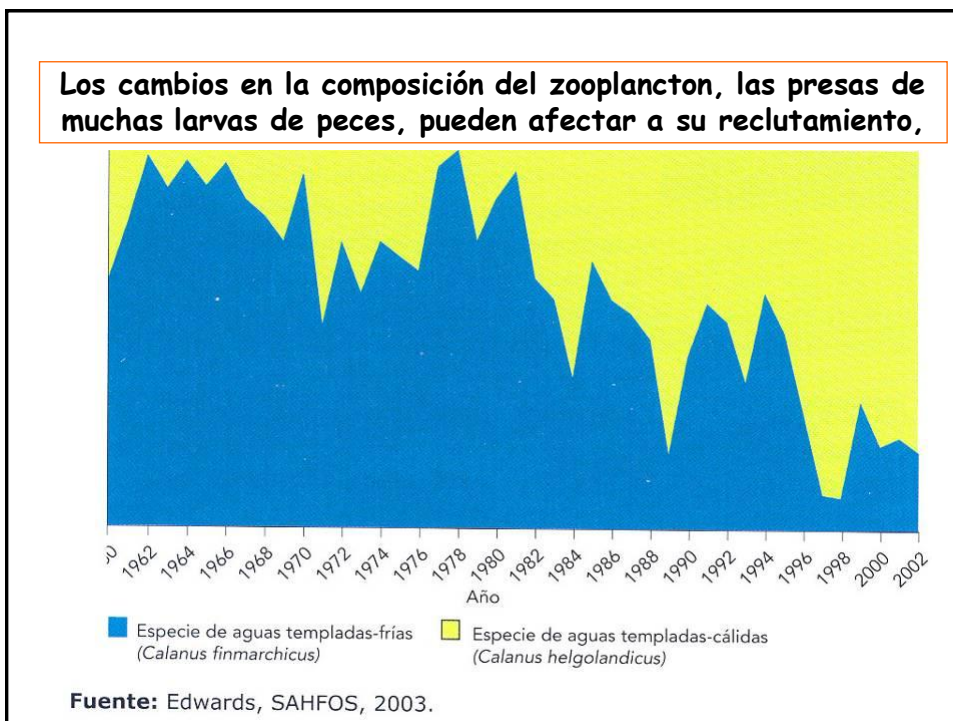
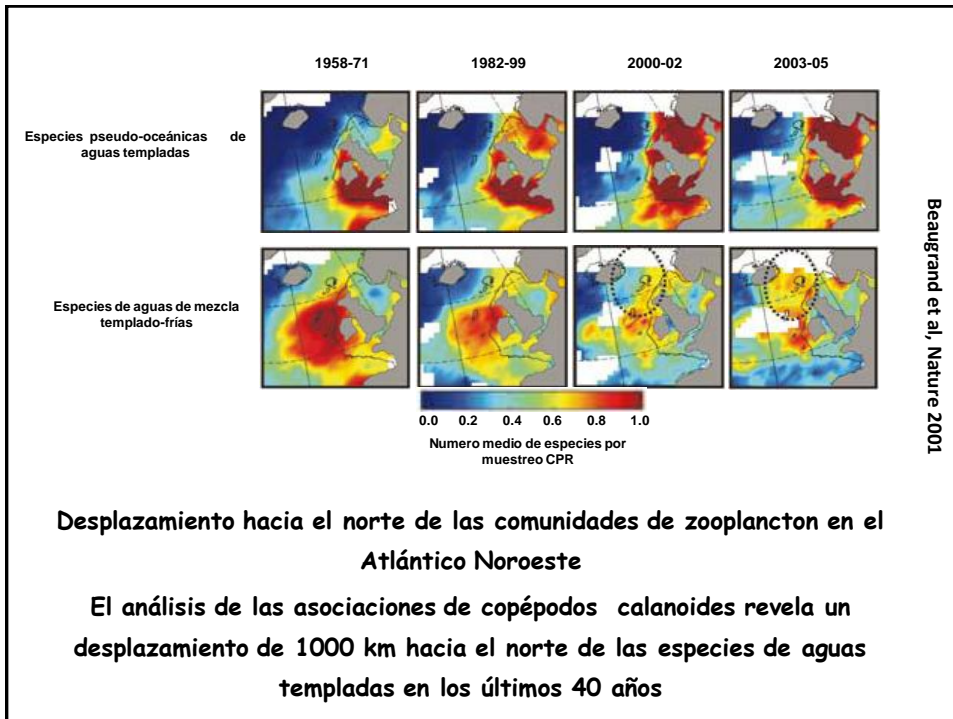


Distribución actual
y proyectada de
las hayas de
Norte América,
según las
previsiones de dos
modelos climáticos

Algunas especies animales se verán
afectados por los cambios climáticos

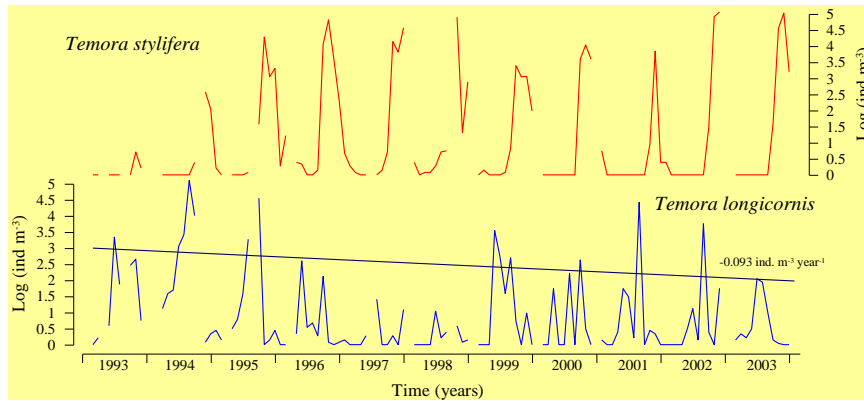


Foto: Alberto Fernández



Los cambios de distribución o de abundancia se pueden producir de formas muy diferentes

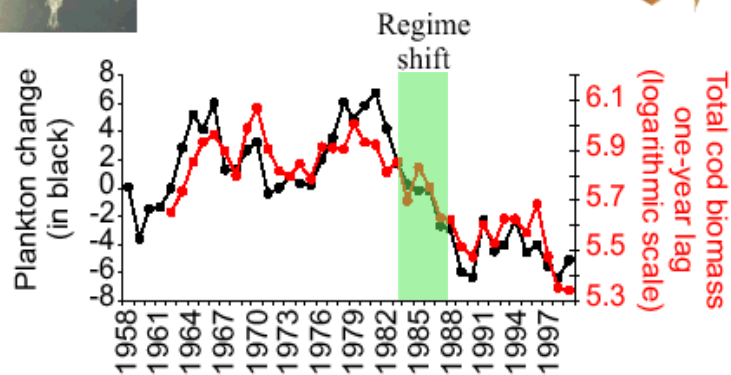
En el Golfo de Vizcaya la especie de *Temora* de la especie cálida templada se ha incrementado muy rápido, mientras decrece lentamente la abundancia de la especie más frecuente



(Llope et al. 2004)

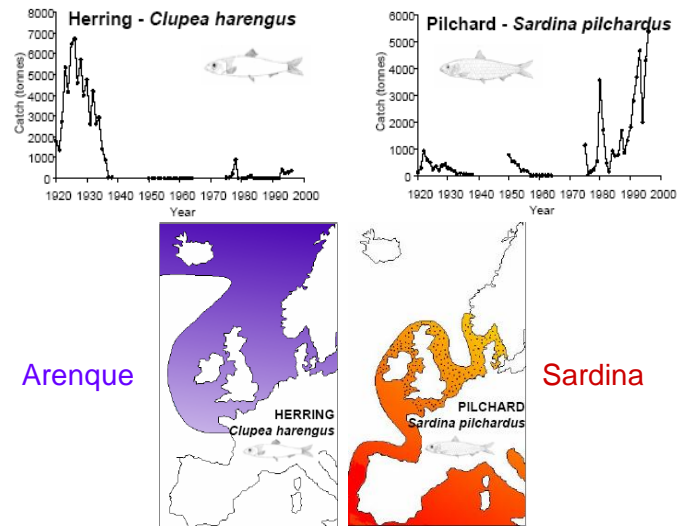
Los cambios en la composición del zooplancton, las presas de muchas larvas de peces, pueden afectar a su reclutamiento,

El caso del bacalao en el Mar del Norte, El cambio más importante para el bacalao consistió en la reducción de su presa, el copépodo *Calanus finmarchicus* (en la foto)



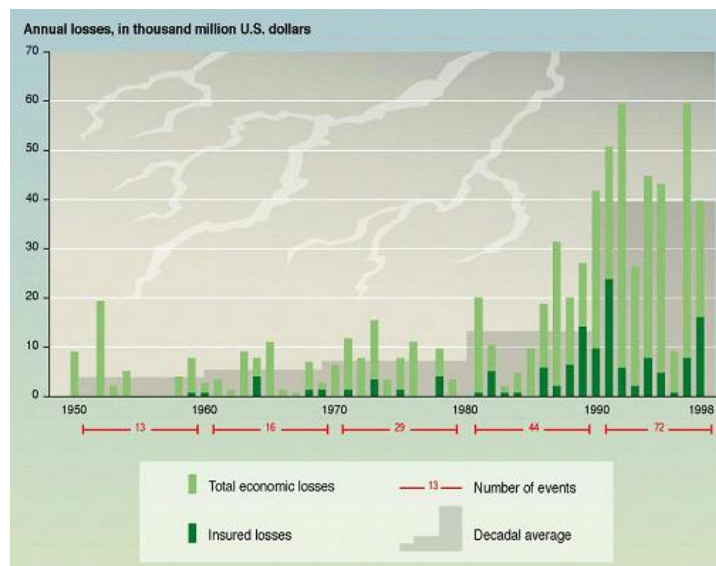
Beaugrand et al., 2003 Nature

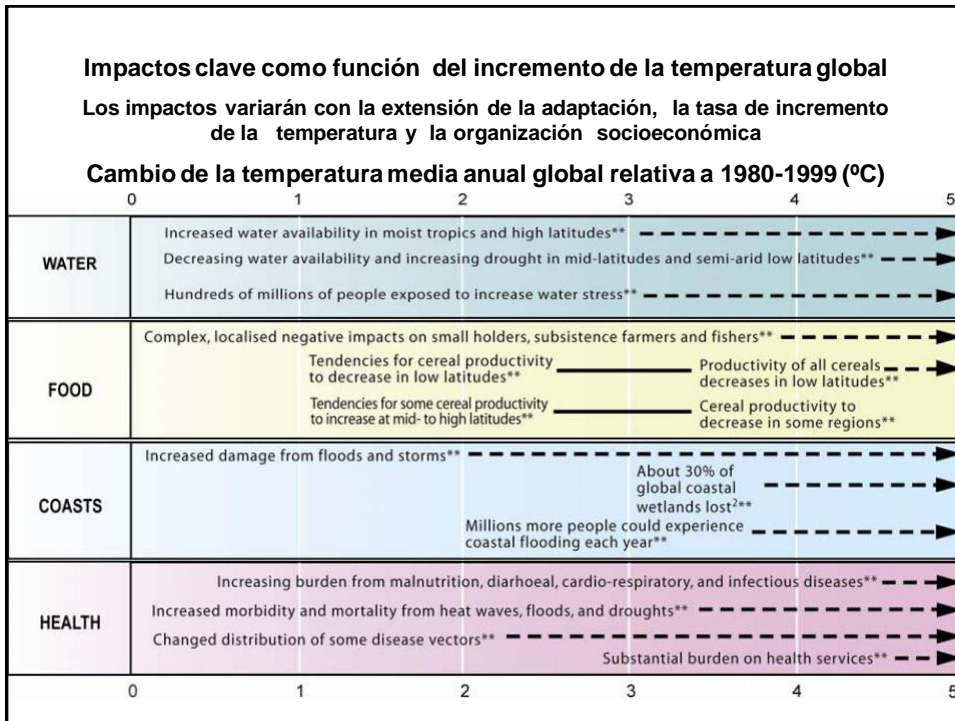
Otro ejemplo, distribución general dos especies explotadas de peces pelágicos
Cambios en los desembarcos en el puerto de Plymouth, reflejo de los cambios de distribución de las especies



Hawkins, 2005

Los daños económicos relacionados con el clima se han incrementado



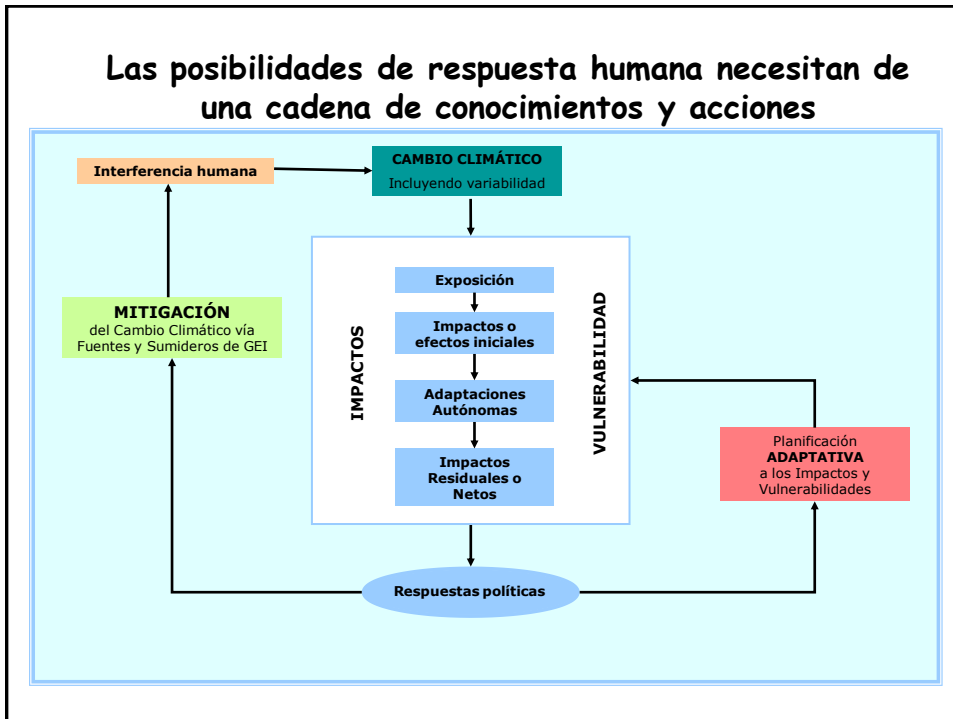


¿PODEMOS HACER ALGO PARA REDUCIR LOS IMPACTOS ?

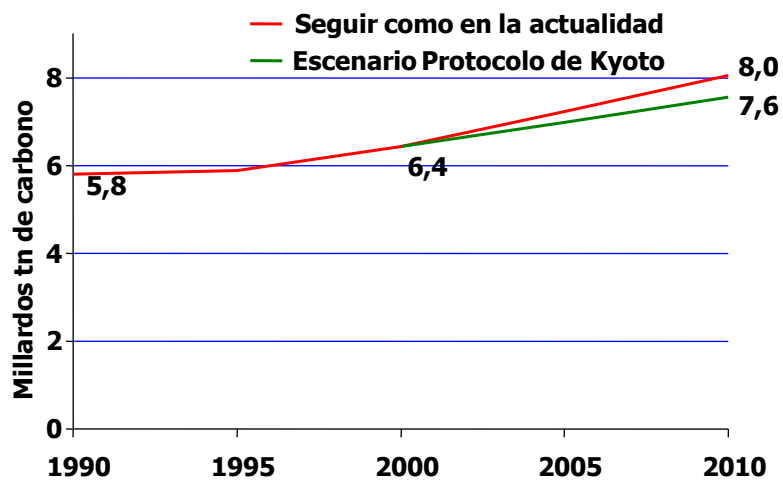
- **Mitigar las causas del cambio**
- **Adaptarse para disminuir la vulnerabilidad**

- **Necesitamos predecir mejor los efectos del cambio**
- **Necesitamos planificar la actividad humana para minimizar los efectos del cambio**

Las posibilidades de respuesta humana necesitan de una cadena de conocimientos y acciones



¿Cuanto reduciría las emisiones el Protocolo Kioto?

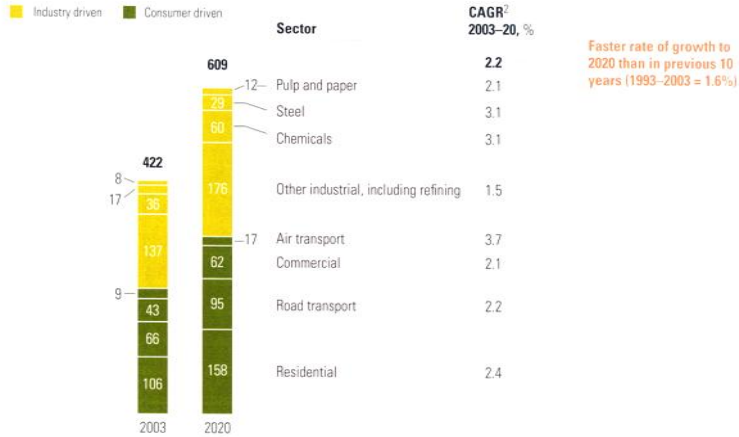


Data Sources: United States Department of Energy, Energy Information Administration, *International Energy Outlook*, 1998 and 1999,

Incremento previsto de demanda de energía final, en mil billones de Unidades Térmicas Británicas

Parsing demand by sector

Projected growth in global end-use energy demand, quadrillion British thermal units¹



Faster rate of growth to 2020 than in previous 10 years (1993-2003 = 1.6%)

¹Base-case "business-as-usual" scenario; assumes global GDP growth of 3.2% and oil price of \$50 a barrel; power generation losses (eg, during generation and distribution) have been allocated to end-use segments.

²Compound annual growth rate.

Source: McKinsey Global Institute analysis

Farrell et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Mejoras en la eficiencia energética, en Dólares por mil billones de Unidades Térmicas Británicas

Improvements in energy productivity

Energy productivity, GDP in \$ billion per quadrillion British thermal units (QBTUs)



¹Compound annual growth rate; 2003-20 CAGR reflects base-case scenario.

²Base-case "business-as-usual" growth scenario; assumes global GDP growth of 3.2% and oil price of \$60 a barrel.

³EU15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, United Kingdom; 2003 data and 2020 projection are for northwestern Europe (Belgium, France, Germany, Iceland, Ireland, Luxembourg).

⁴Includes Bahrain, Iran, Iraq, Kuwait, Kyrgyzstan, Oman, Pakistan, Qatar, Saudi Arabia, Syria, Tajikistan, United Arab Emirates, Yemen.

⁵Organisation for Economic Co-operation and Development: 2003 data and 2020 projection include North Africa.

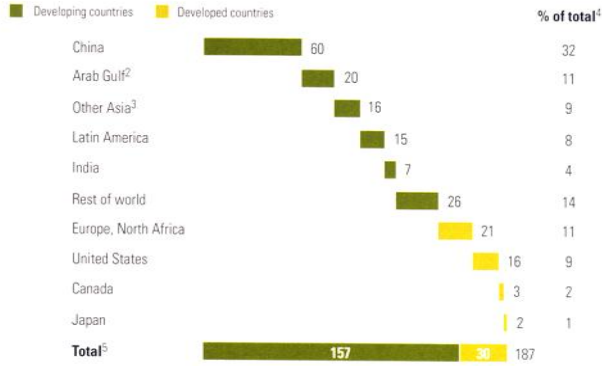
Source: International Energy Agency (IEA), Global Energy; McKinsey Global Institute

Farrell et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Incremento previsto de demanda de energía, en Dólares por mil billones de Unidades Térmicas Británicas

The energy appetite

End-use energy demand growth by region, 2003–20, OBTUs¹



¹Quadrillion British thermal units.

²Includes Bahrain, Iran, Iraq, Kuwait, Kyrgyzstan, Oman, Pakistan, Qatar, Saudi Arabia, Syria, Tajikistan, United Arab Emirates, Yemen.

³Data include the developed country Australia.

⁴Figures do not sum to 100%, because of rounding.

⁵Figures for developing and developed countries do not sum to totals, because the regional groupings in some instances do not break out those categories.

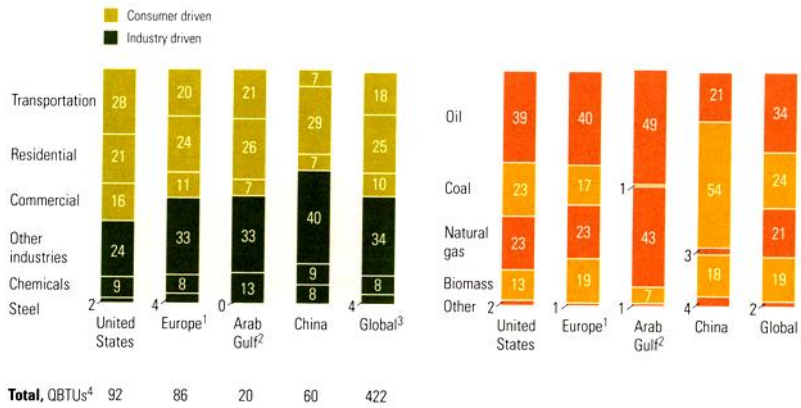
Source: McKinsey Global Institute analysis

Farrell et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Uso de energía de regiones por sector y fuente, en Dólares por mil billones de Unidades Térmicas Británicas

End-use energy demand by sector, 2003, %

Primary demand by fuel, 2003, %



¹Includes Baltic states; Eastern Europe; northwestern Europe (Belgium, France, Germany, Iceland, Ireland, Luxembourg); Mediterranean, including North Africa.

²Includes Bahrain, Iran, Iraq, Kuwait, Kyrgyzstan, Oman, Pakistan, Qatar, Saudi Arabia, Syria, Tajikistan, United Arab Emirates, Yemen; figures for primary demand by fuel do not sum to 100%, because of rounding.

³Figures do not sum to 100%, because of rounding.

⁴Quadrillion British thermal units.

Source: McKinsey Global Institute analysis

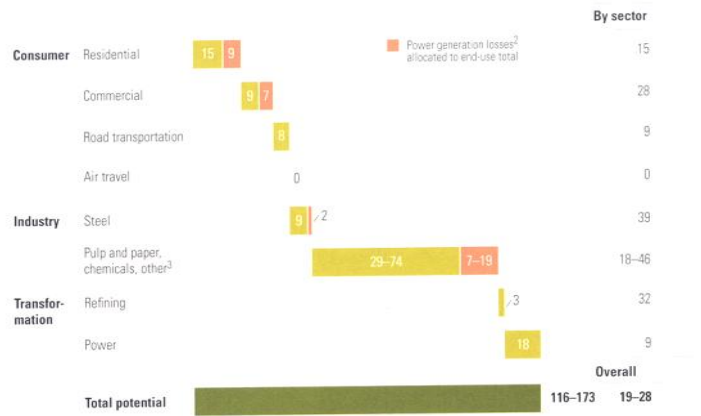
Farrell et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Mejoras previsible de eficiencia energética, en mil billones de Unidades Térmicas Británicas

Opportunities in conventional technologies

Potential improvement in energy productivity, QBTUs¹

% of total projected end-use demand, 2020



¹From conventional technologies with internal rate of return $\geq 10\%$; QBTUs = quadrillion British thermal units.

²For example, during generation and distribution.

³For example, cement, food processing.

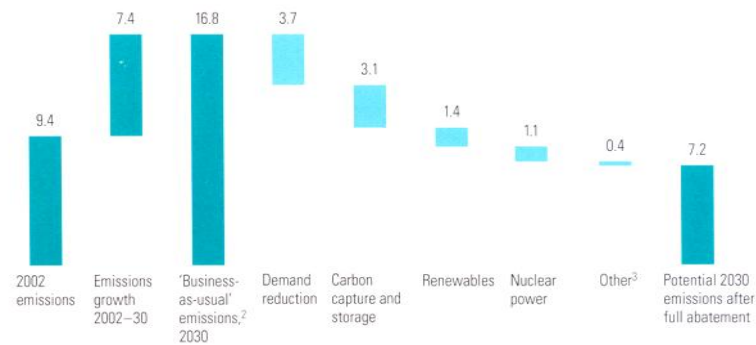
Source: McKinsey Global Institute analysis

Farrell et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Reducción potencial de emisiones de GEI en el sector energético

Abatement potential in the power sector

Emissions development and abatement potential in power sector, greenhouse gases measured in GtCO₂e per year by 2030 (costing \leq €40 per ton¹)



¹GtCO₂e = gigaton of carbon dioxide equivalent; figures do not sum to 100%, because of rounding.

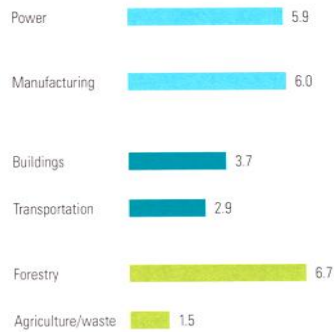
²'Business as usual' based on emissions growth driven mainly by increasing demand for energy and transport around the world and by tropical deforestation.

³For example, coal-to-gas shift beyond "business as usual," improved efficiency in existing plants; these measures compete with other measures and could have higher impact on abatement in other abatement scenarios.

Enkvist et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Reducción potencial de emisiones de GEI por sectores

Abatement potential for greenhouse gases by sector, GtCO₂e¹ per year by 2030 (costing up to €40 per ton)



Possible abatement measures (examples)

- Renewables (wind, solar, biomass)
- Nuclear
- Carbon capture and storage
- Energy efficiency (eg, cogeneration, process shift)
- Fuel switching (eg, biofuels)
- Carbon capture and storage in industrial process
- Improved building insulation, heating/cooling efficiency
- Energy efficiency in lighting, appliances
- Fuel-efficient vehicles
- Biofuels
- Deforestation avoided
- Afforestation/reforestation
- Capture of methane from landfills
- New agricultural methods without tillage²

¹GtCO₂e = gigaton of carbon dioxide equivalent.
²Reduces CO₂ emissions from soil.

Enkvist et al, 2007. Mackinsey Quarterly

Reducción potencial de emisiones de GEI por regiones

Abatement potential for greenhouse gases by region, GtCO₂e¹ per year by 2030 (costing up to €40 per ton)



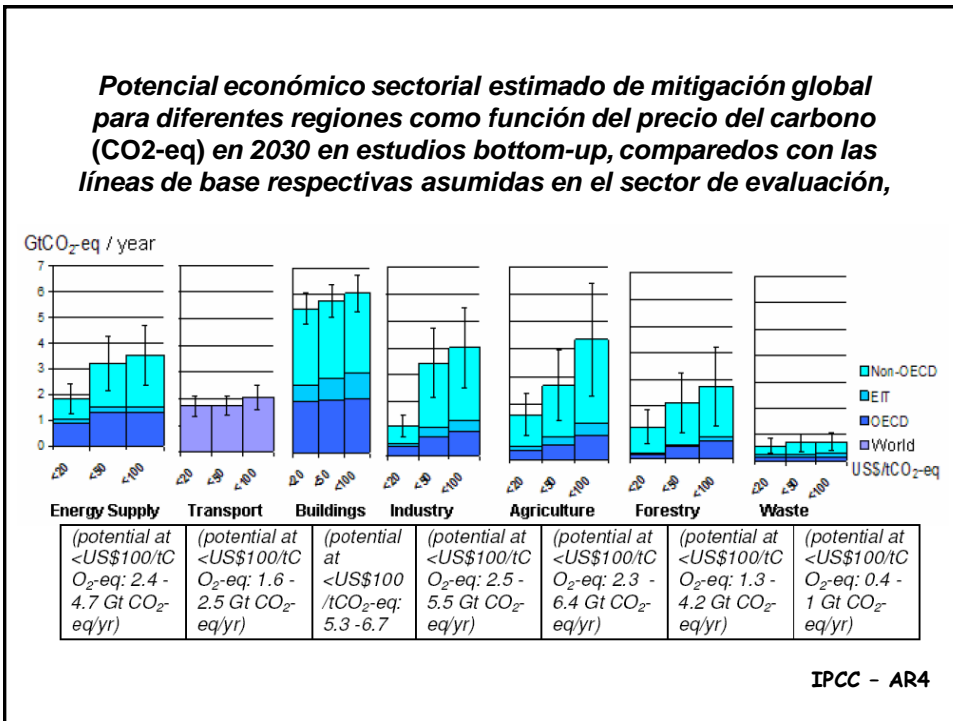
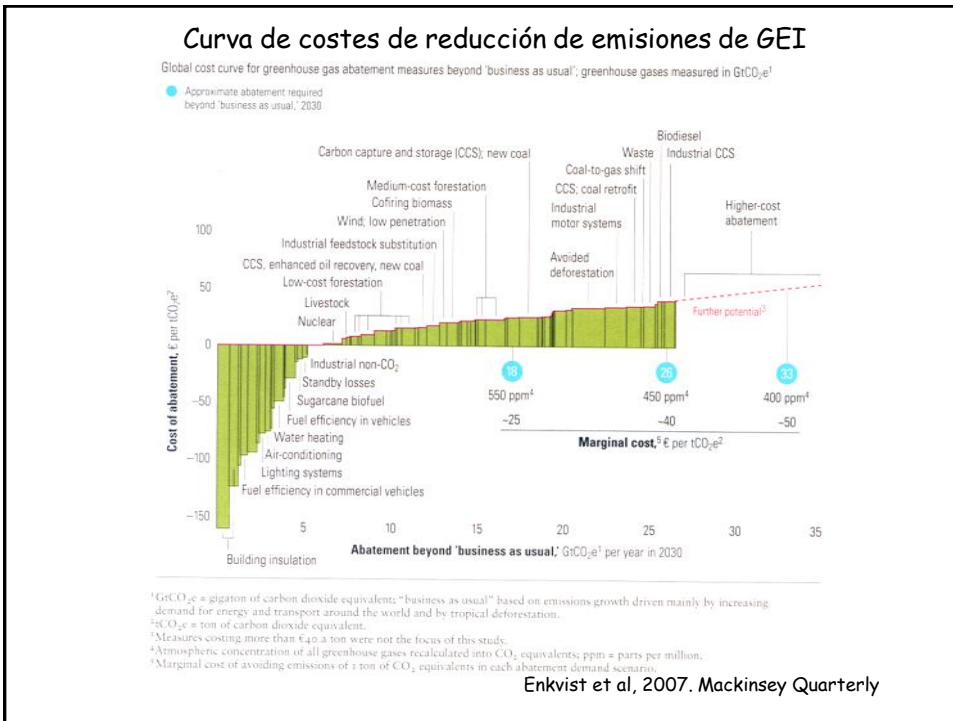
Region	Abatement Potential (GtCO ₂ e)	% of global emissions	
		Business as usual, ³ 2030	After abatement
Eastern Europe ²	1.6	9	11
Western Europe ²	2.5	8	7
North America	4.4	15	14
Other developed countries	2.5	11	13
China	4.6	18	18
Other developing countries	11.1	39	37

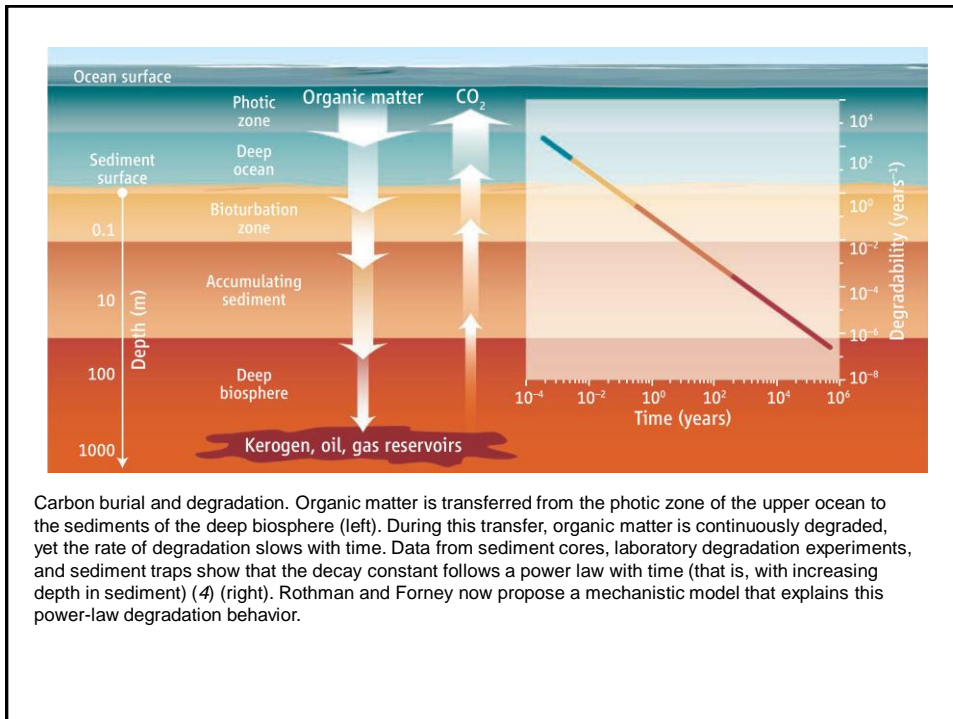
¹GtCO₂e = gigaton of carbon dioxide equivalent.

²Eastern Europe includes former Soviet Union and Balkans; Western Europe includes EU25 plus Iceland, Norway, Switzerland, Turkey, minus Baltic states.

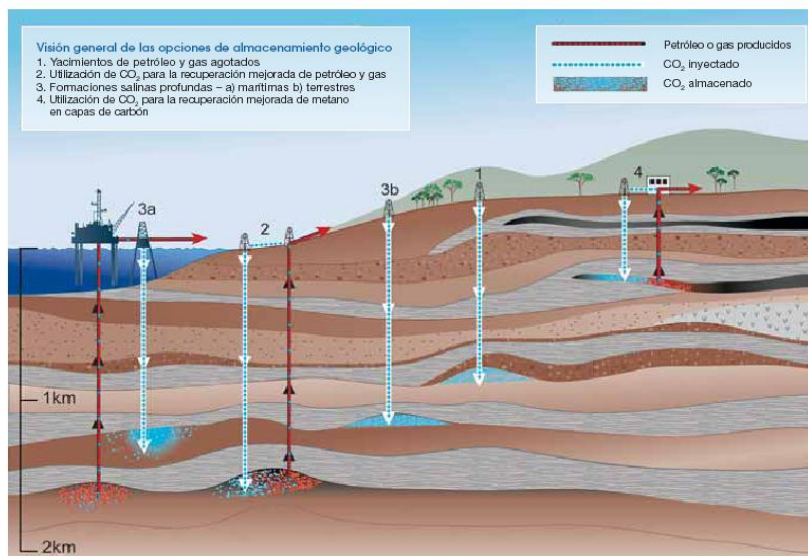
³"Business as usual" based on emissions growth driven mainly by increasing demand for energy and transport around the world and by tropical deforestation.

Enkvist et al, 2007. Mackinsey Quarterly6

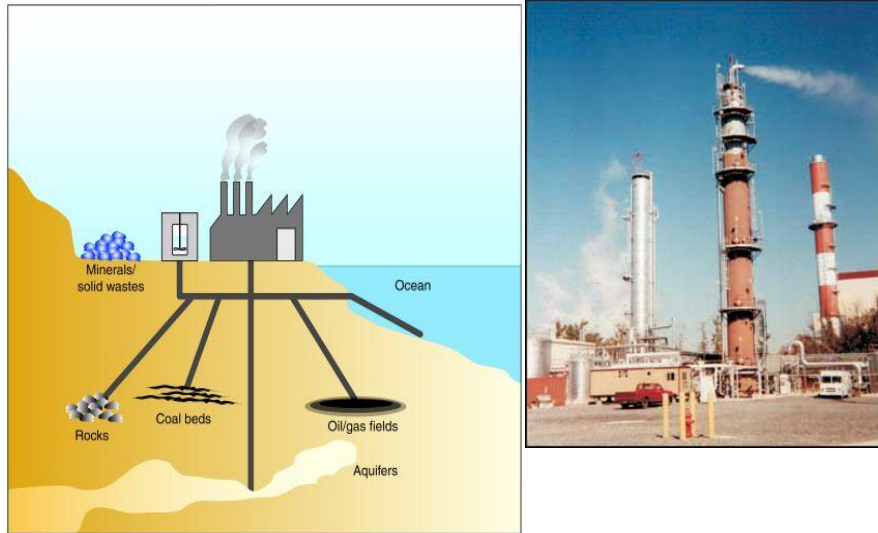




Sumideros Geológicos



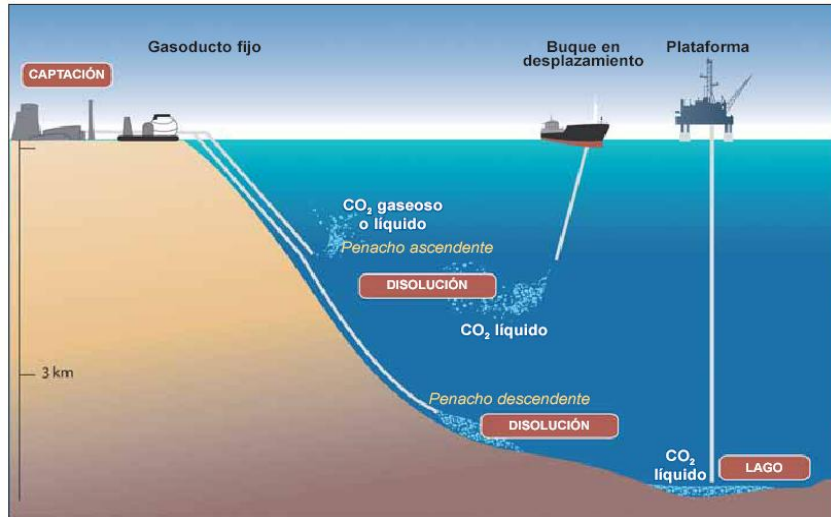
Enterramiento de CO_2



Planta Sleipner (Mar Noruega) de producción de gas y petróleo con separación e inyección de CO_2



Sumideros Oceánicos



El océano profundo puede almacenar 500 PgC (50-80 años) con un descenso del pH de 0.2





Puestas de sol más brillantes después (derecha) que antes (izquierda) de la erupción del Volcán Pinatubo en 1991



El dióxido de azufre inyectado por el Volcán Pinatubo en la estratosfera actuó como un filtro de los rayos solares



La contaminación atmosférica también reduce el efecto del Sol en la atmósfera

Se están proponiendo y analizando geoingenierías para tratar de paliar la llegada de la radiación solar a la troposfera

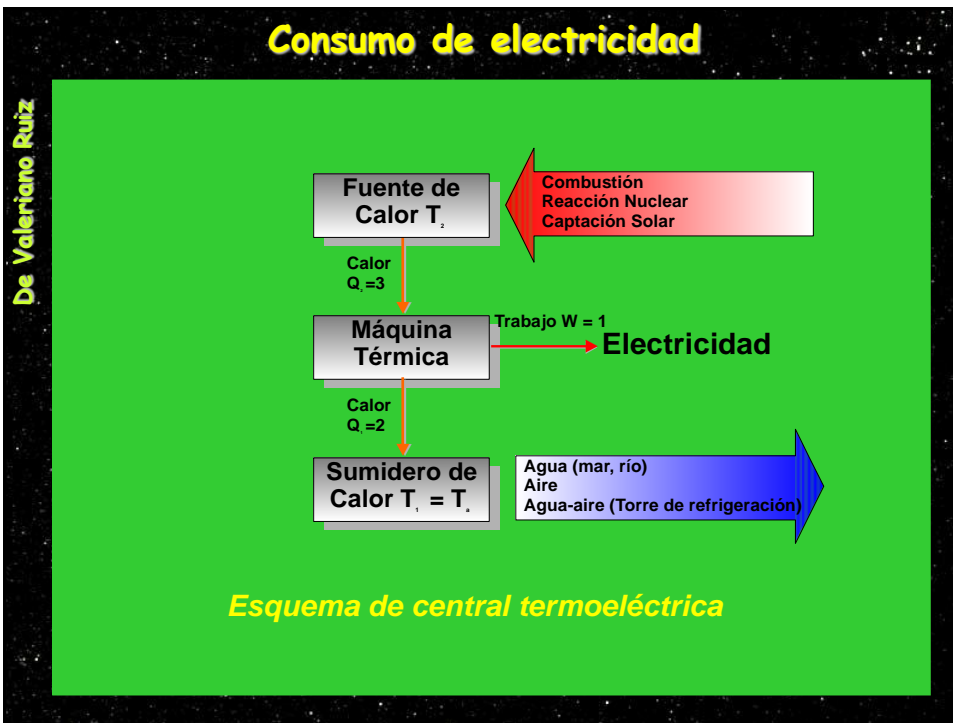
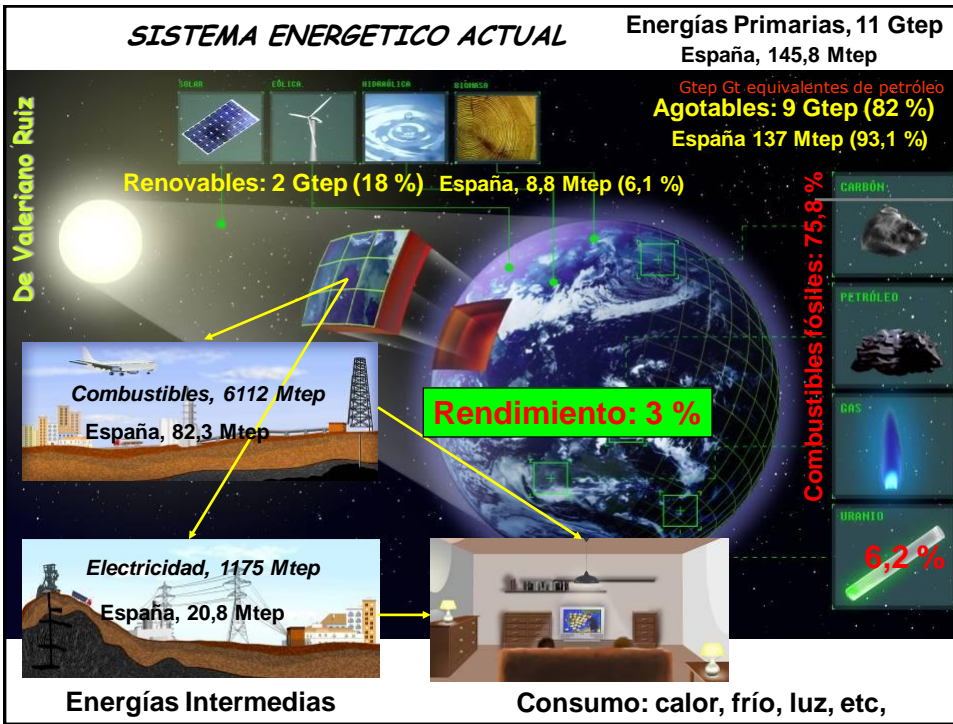
Se están proponiendo y analizando geoingenierías para tratar de paliar la llegada de la radiación solar a la troposfera

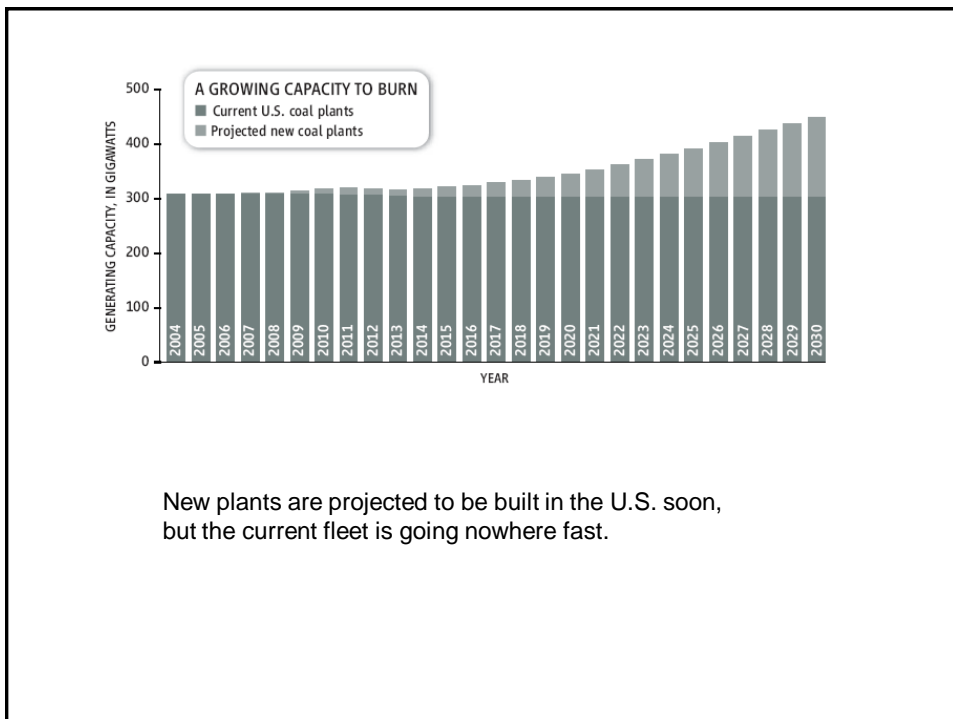
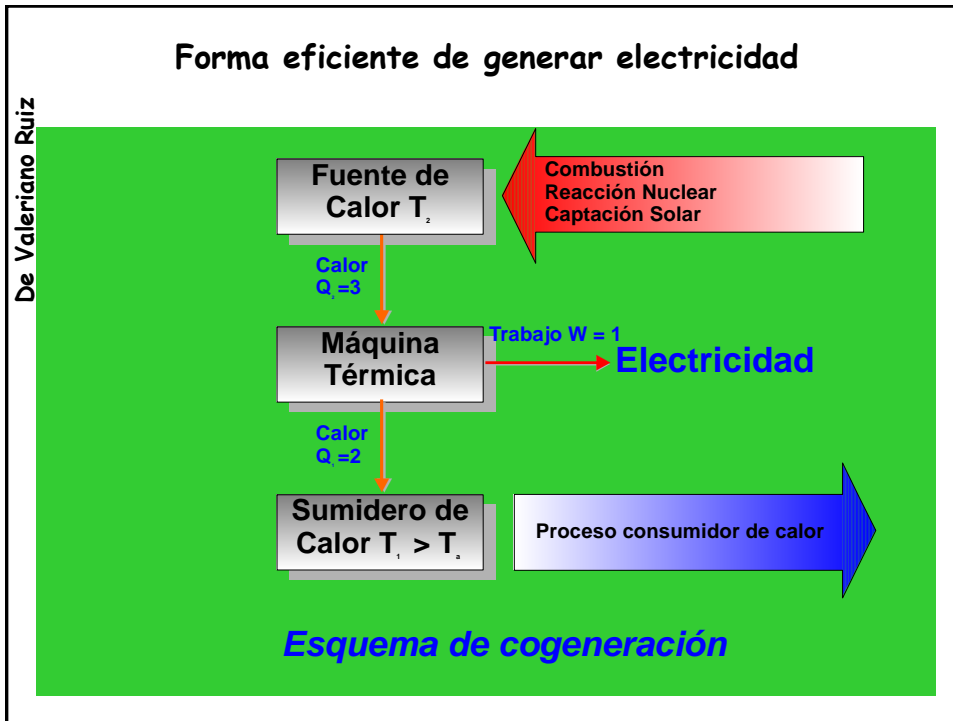


Injectar dióxido de azufre en la estratosfera es una de las opciones. Lo podrían hacer también aviones con combustible con azufre

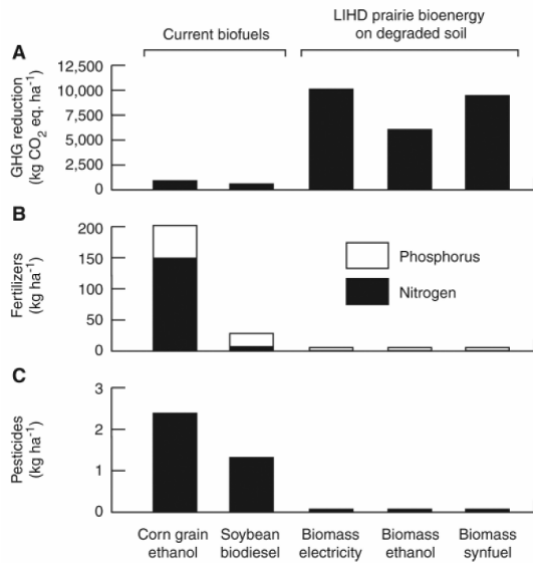


Billones de placas suspendidas en la estratosfera podrían actuar como escudo de la Tierra frente a los rayos solares

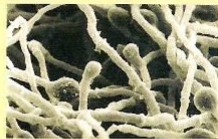
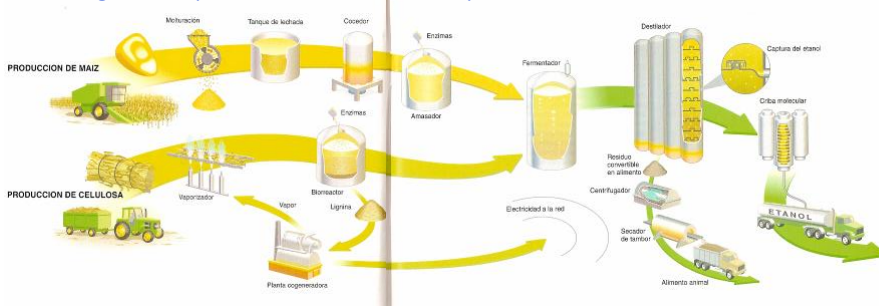




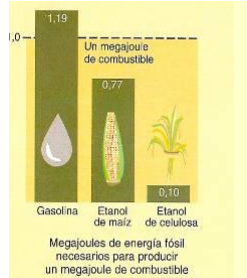
Efectos ambientales de fuentes bioenergéticas,
(A) Reducción de GEI para el ciclo completo de producción de biofuel para combustión, relativa a las emisiones producidas por los combustibles fósiles a los que los biofuel sustituirían. Las tasas de aplicación de (B) fertilizantes y (C) pesticidas
 Son medias para los cultivos de maíz y soja en U.S A,
 Para la transformación de la biomasa de LIHD, las tasas de aplicación están basadas en medidas experimentales,

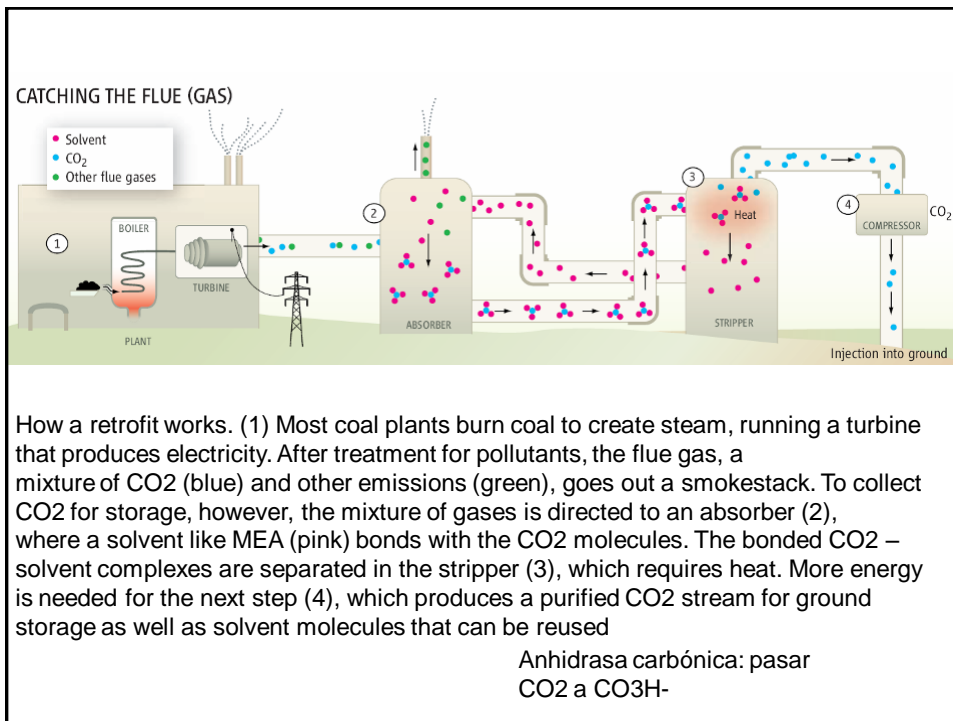


Algunas de las alternativas no son tan maravillosas como muchas veces se presentan. La eficiencia de ahorro es baja, y pueden generar problemas en nuestro aprovisionamiento de alimentos



EL JUNGLE ROT de Guam (hongo *Trichoderma reesei*) ayuda a descomponer la celulosa en azúcares que destilan etanol con facilidad.





Tipo de recomendaciones de expertos en clima y su predicción

Las predicciones de cambios climáticos peligrosos inminentes puede estimular la discusión sobre **métodos para reducir el cambio** climático, La noción de tales métodos es en si mismo peligroso **si disminuye los esfuerzos para reducir las emisiones** de CO₂,

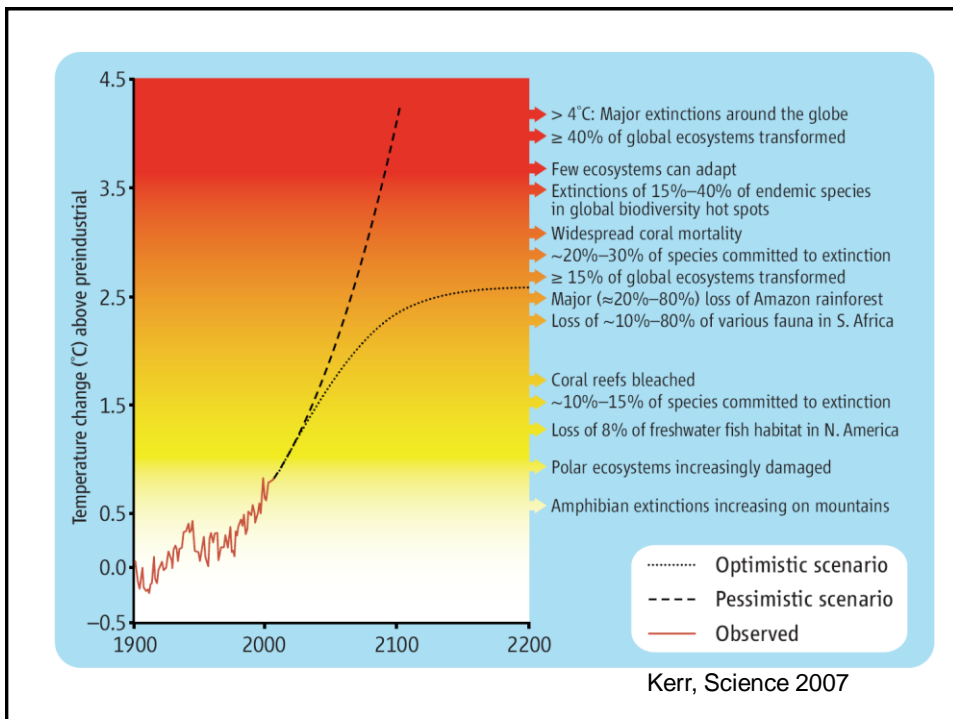
....., dado que una gran porción del CO₂ emitido por los humanos permanecerá en el aire durante muchos siglos, las políticas sensibles se deben enfocar sobre **la invención de estrategias energéticas que reduzcan** de manera importante las **emisiones** de CO₂ ,

Hansen et al 2006

Pero **NO debemos **OLVIDAR** la
regulación natural o planificada de la
población humana, que resultaría
dolorosa y, si se me apura, antinatural**

**Pero podría estar forzada por las
circunstancias**

**La regulación de las emisiones goza,
sin duda, de más aceptación**



CLIMATE IMPACTS
Fish fry

Proc. Natl Acad. Sci. USA 104, 9715-9719 (2007)
Entire population of North American rainbow trout are at risk of extinction as water temperatures rise with climate change, causing multimillion dollar impacts on commercial and recreational freshwater fisheries, a new study finds.

Peter Bilo of the University of Technology, Sydney, Australia, and colleagues studied experimentally created trout populations in British Columbia, Canada, during two consecutive years, with eight and nine replicate populations, respectively. In 1998, lake temperatures were several degrees warmer than optimal for trout growth (21-22°C), whereas 1999 temperatures were near optimal (17.5°C). Only half as many young trout — about 4% in total — survived 1998, as compared with 1999.

Young trout forage near the shoreline to avoid predators, while seeking to attain sufficient growth to survive winter. Their metabolism increases as the water warms, however, requiring them to eat more to achieve the same weight. But the more they swim in search of food, the more susceptible they are to predation by adult trout, the researchers found. The study is the first to analyse climate impacts on the survival of geographically isolated fish populations, and identify the physiological and behavioural mechanisms responsible.

Harvey Leifert



ANTHROPOGENIC CHANGE
CO₂ rising fast



Proc. Natl Acad. Sci. USA 104, 10288-10290 (2007)
Worldwide emissions of man-made carbon dioxide are rising faster than even the worst case predictions made by scientists. The increase in CO₂ levels, which averaged 1.1% per year from 1990 to 1999, leaped to over 3% per year from 2000 to 2004, according to a new study by Michael Raupach of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia, and international colleagues.

The researchers divided the world into nine regions and analysed population trends, economic factors and energy-related data for each region. They found that developed nations, representing 20% of the world's population, accounted for 59% of global human CO₂ emissions in 2004. Developing nations, including those with rapidly expanding economies, were responsible for just 41% of total emissions in 2004, but contributed 73% of emissions growth that year.

Even the most fossil fuel-intensive scenarios developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change underestimated the rapid increase in CO₂ levels since 2000. Raupach and colleagues attribute the observed trends to the increasing energy intensity of economic activity and the carbon intensity of energy sources. The study shows that no region is decarbonizing its energy supply and that CO₂ emissions are accelerating worldwide, with China in the lead.

Harvey Leifert

OCEAN SCIENCE
Southern Ocean saturated



Science 316, 1735-1738 (2007)
Around half of all human-produced CO₂ is removed from the atmosphere by the oceans, slowing global warming. Now, a study shows that the Southern Ocean, one of the largest carbon sinks, is absorbing less CO₂ than expected relative to atmospheric levels of the greenhouse gas.

Corinne Le Quéré at the Max Planck Institute of Biochemistry in Martinsried, Germany and co-workers estimated changes in the Southern Ocean's carbon

sink from data taken between 1981 and 2004 at 11 stations in the Southern Ocean and 40 stations worldwide. They calculated the CO₂ flux between the ocean and the atmosphere and estimated the Southern Ocean sink to absorb, on average, between 0.1 and 0.6 gigatonnes of carbon per year. Since 1981, however, the rate of CO₂ uptake slowed by almost 0.2 gigatonnes per year relative to the rate expected given atmospheric CO₂ changes over the same period.

The impaired ability of the Southern Ocean to absorb CO₂ is attributed to increased windiness. This could be a result of atmospheric changes induced by global warming or ozone depletion in the upper atmosphere. Strong winds are predicted to increase this century, suggesting that stabilization of atmospheric CO₂ could be more difficult than expected.

Samia Mantoura

REGIONAL CLIMATE
Amazonian methane bursts

Geophys. Res. Lett. 34, L110809 (2007)

The eastern Amazon River basin is emitting more methane than climate models take into account. An air sample analysis has now confirmed satellite data showing that the Amazon basin produces large amounts of the potent greenhouse gas. This suggests that scientists have underestimated the tropics as a methane source.

John B. Miller of the US National Oceanic and Atmospheric Administration and colleagues analysed samples taken by aircraft at a range of altitudes over two areas in eastern Amazonia from 2000 to 2003. They found that the region emits an average of 27 mg of methane per square metre per day.

The Amazon contributes on average 34 parts per billion of methane to the air flowing over Brazil from the Atlantic, and can contribute bursts as high as 200 parts per billion.

The researchers say more tropics methane measurements are needed to better understand global trends. Human methane sources are on the rise, but this has been offset by an unusual decrease in methane emissions from wetlands. If wetland emissions recover or other natural sources increase, global atmospheric methane levels could rise above what is already a dramatic increase over pre-industrial levels.

Eric Smalley



EXTREME EVENTS
Cyclonic swirling

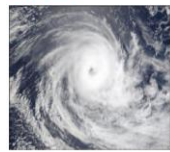
Nature 447, 577-580 (2007)

Ocean mixing plays a crucial role in global climate because it is linked to the ocean's capacity to store and transport heat from the tropics to cooler regions. Tropical cyclones are thought to be important drivers of ocean mixing and heat transport.

Purdue University in Indiana now present substantive evidence that tropical cyclones have a significant role in mixing the ocean's uppermost layers. Using more data and longer sampling periods than previous studies, the researchers compared ocean temperatures before and after the passing of tropical cyclones to estimate the effect of these events on vertical mixing. Shriner and Purdue say that up to 15% of peak ocean heat transport can be linked to vertical mixing driven by tropical cyclones. Their estimate that cyclones account for 0.26 petawatts per year of ocean heat transport is significantly smaller than earlier calculations.

More surprisingly, the results show that cyclone-induced heat transport increases substantially with higher sea surface temperatures, suggesting that climate change could alter ocean circulation and heat transport. Climate models could be improved by including the effect of sea surface temperature on cyclone-driven ocean mixing.

Samia Mantoura



Research Highlights de NATURE REPORTS
30 Octobre 2007

No hay que pasarse de listo con el mundo.
El que es listo es el mundo,
eso nunca hay que olvidarlo

Álvaro Mutis

SCIENCE AND SOME LEADING QUESTIONS

- How do we define what constitutes "dangerous anthropogenic"?
- How do we prepare the human race to face sea level rise & a world with new geographical features?
- Is the current pace and pattern of development sustainable?
- What changes in lifestyles, behaviour patterns and management practices are needed, and by when?

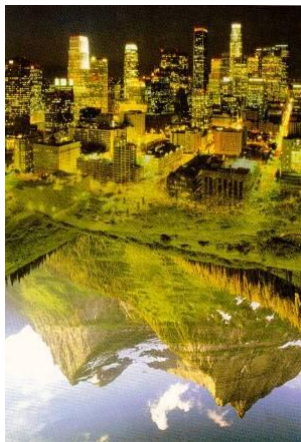


INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)



WMO

UNEP



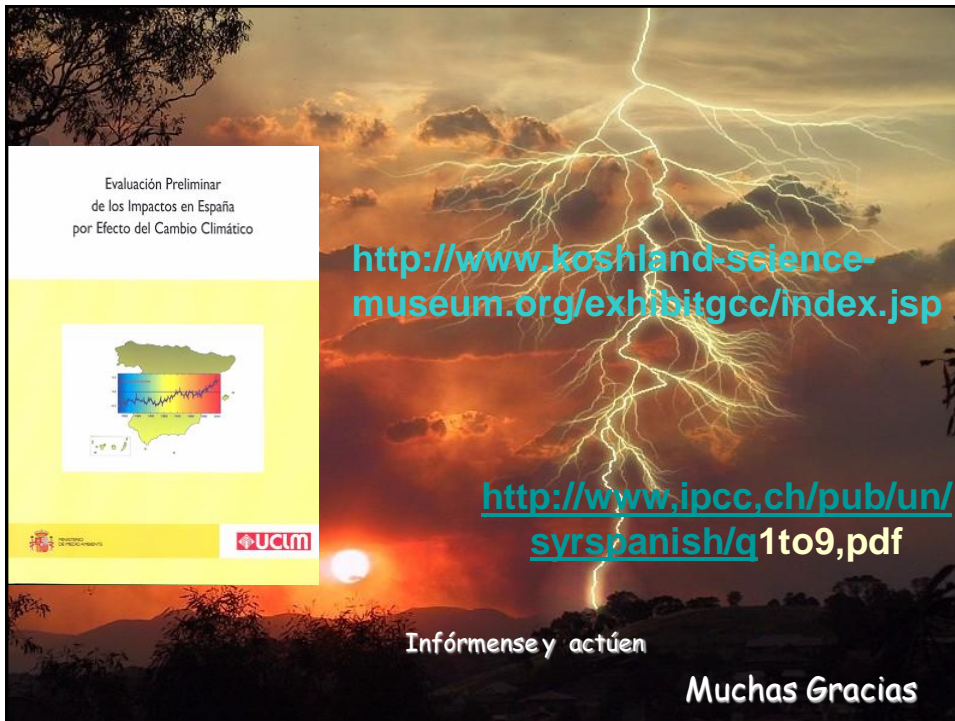
Desde una Gestión
Adaptativa y Responsable

Nuestros cerebros típicamente responden a las incertidumbres reduciendo bruscamente la importancia del futuro en nuestra toma de decisiones

descuento hiperbólico

Hasta un *incierto Futuro*
con muchos riesgos





Evaluación Preliminar
de los Impactos en España
por Efecto del Cambio Climático

<http://www.koshland-science-museum.org/exhibitgcc/index.jsp>

<http://www.ipcc.ch/pub/un/syrspanish/q1to9.pdf>

Infórmense y actúen

Muchas Gracias



Debemos pensar a largo plazo

el objetivo tiene que ser la sostenibilidad de la actividad humana y el mantenimiento de las condiciones habitables de la Tierra para generaciones futuras, y de nuestros compañeros de viaje.

Todos, individuos, gobiernos, empresas debemos trabajar para conseguirlo