

PENSANDO A LARGO PLAZO: el cambio climático

Ricardo Anadón

Área de ECOLOGÍA

Universidad de OVIEDO 4 Noviembre 2004

¿Por qué hablar del Cambio Climático?

- Por que es uno de los problemas mas importantes que tiene la Humanidad hoy en día
- Por que se tiene una información muy sesgada y a veces contradictoria sobre el papel de los humanos
- Por que nos afectará a todos, a todos los ecosistemas y especies
- Por que todos somos en parte responsables del cambio



La Madre Tierra--Nuestra Casa

En ella hay agua, oxígeno y un clima hospitalario

¿Qué es el cambio global?

Conjunto de cambios asociados a la actividad humana

Cambios de uso de la tierra

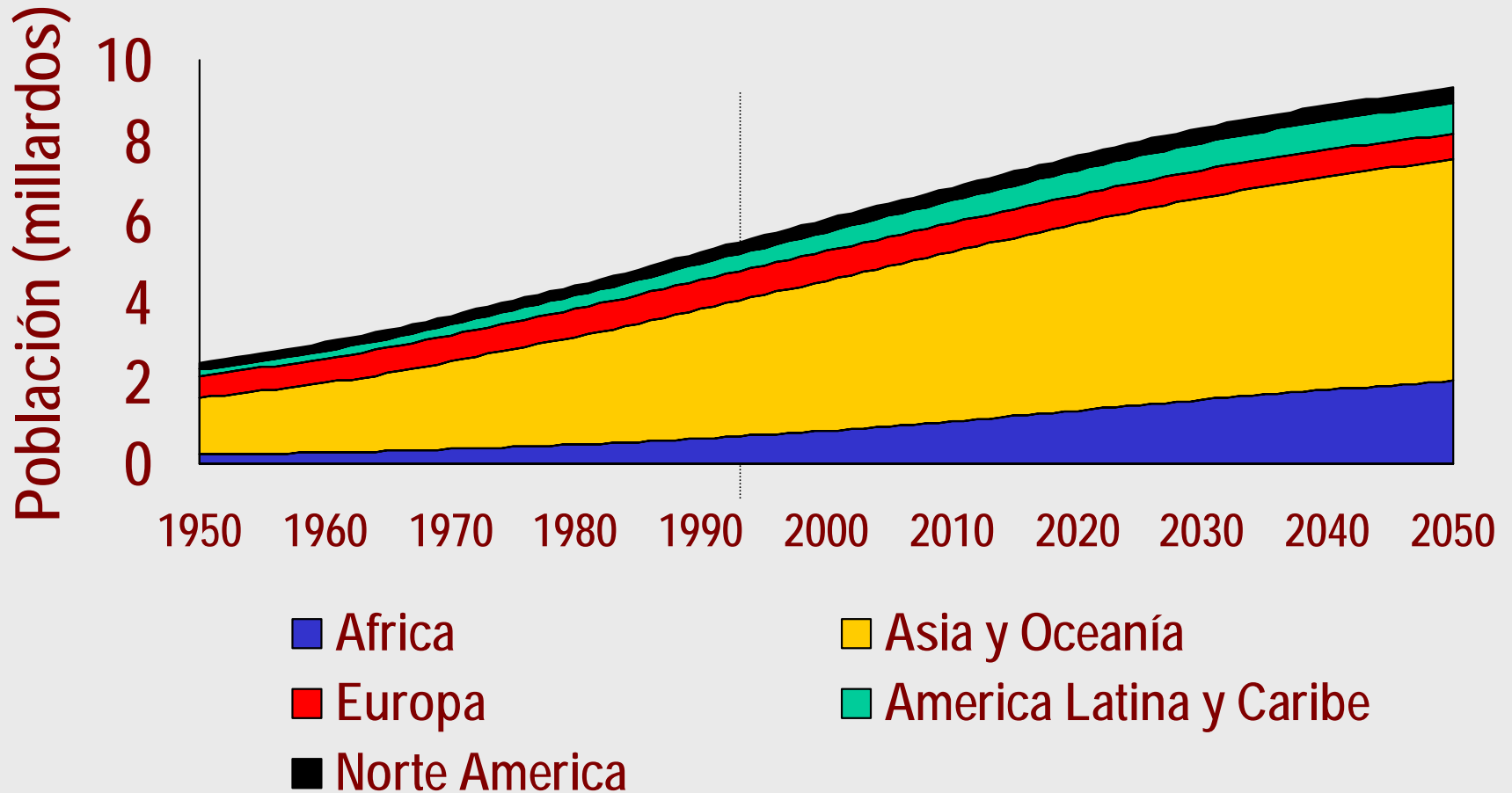
Cambios en los ecosistemas (extinción, degradación, introducción de especies)

Modificación del medio (contaminación, degradación, clima)

¿Qué es el cambio climático?

Conjunto de cambios del clima asociados a la actividad humana

La Población continua incrementándose



¿Qué es el clima?

Son las condiciones medias de un área geográfica

La temperatura

La precipitación (lluvia, nieve, granizo)

La evapotranspiración

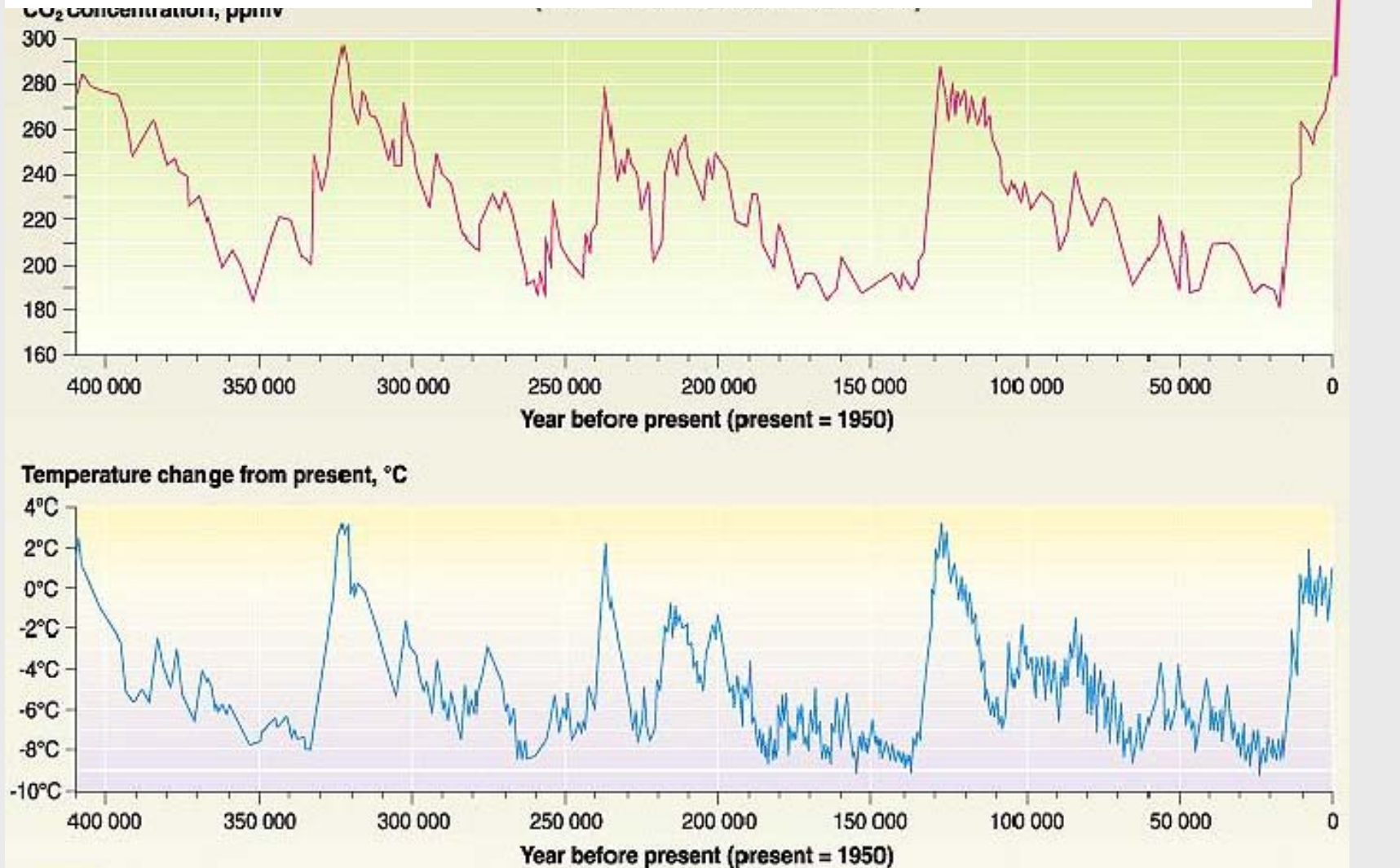
Los vientos

¿Han sido constantes las condiciones climáticas de la Tierra?

¿Cuál es la participación de los humanos en el cambio?

¿Como generamos los cambios?

En los últimos 420000 años nunca se alcanzó una concentración de CO2 tan elevada. La acción humana es innegable y su principal huella y amenaza para el futuro

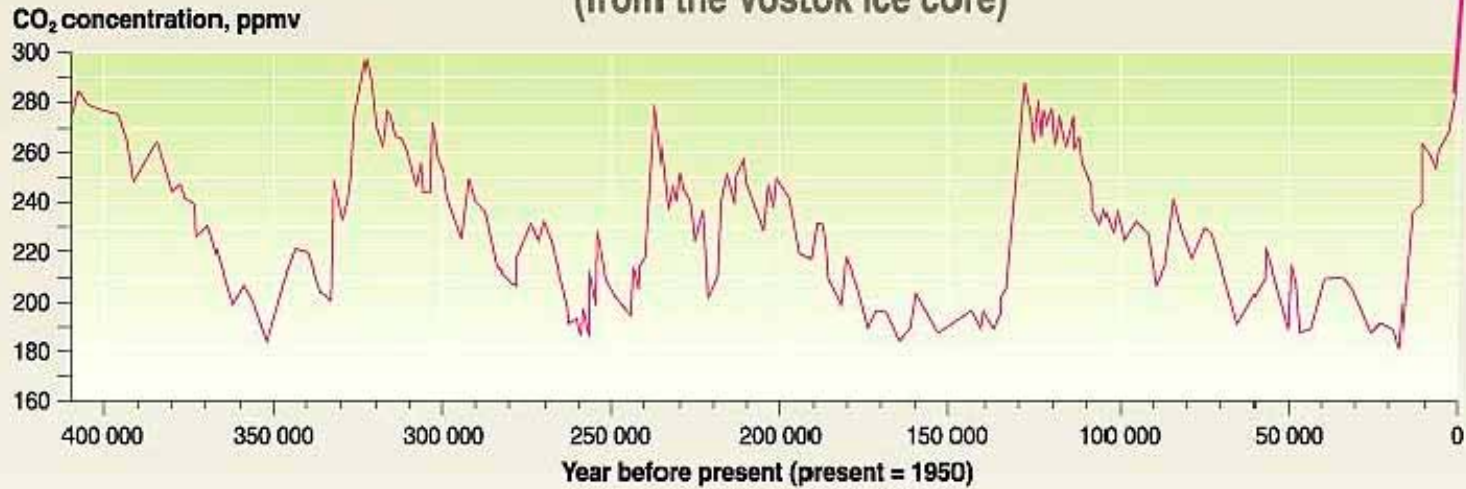


CAMBIO CLIMÁTICO Y RESPUESTA DE LOS OCÉANOS

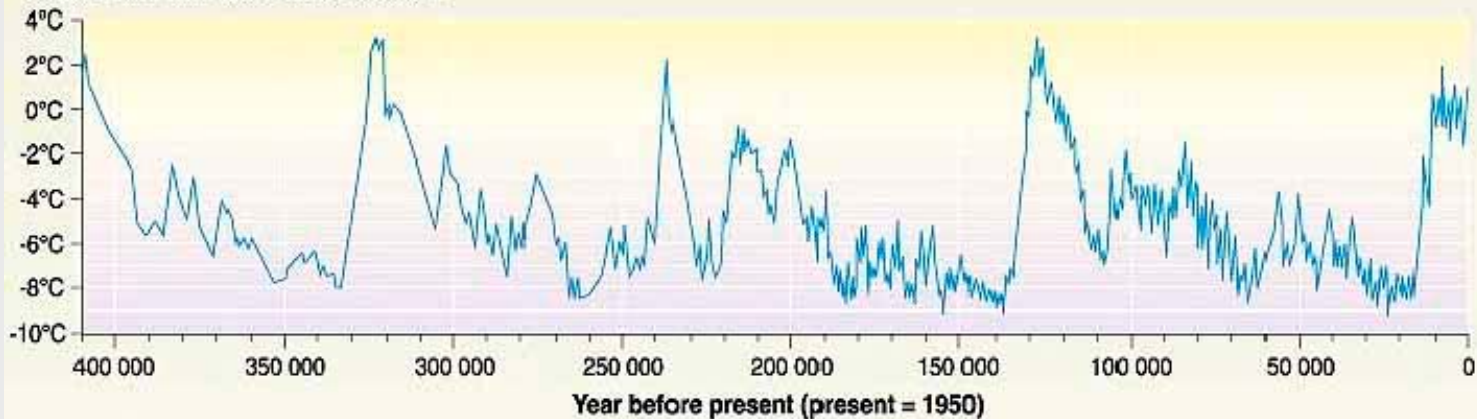
Las Condiciones climáticas de la Tierra han cambiado en los últimos 450000 años, pero nunca a una velocidad tan elevada

379

Temperature and CO₂ concentration in the atmosphere over the past 400 000 years
(from the Vostok ice core)



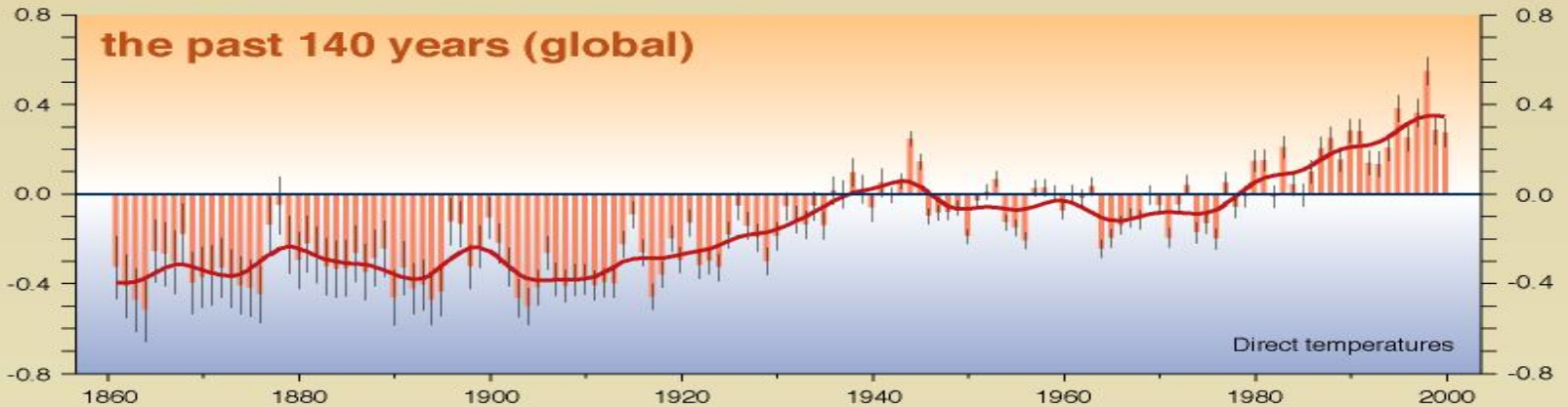
Temperature change from present, °C



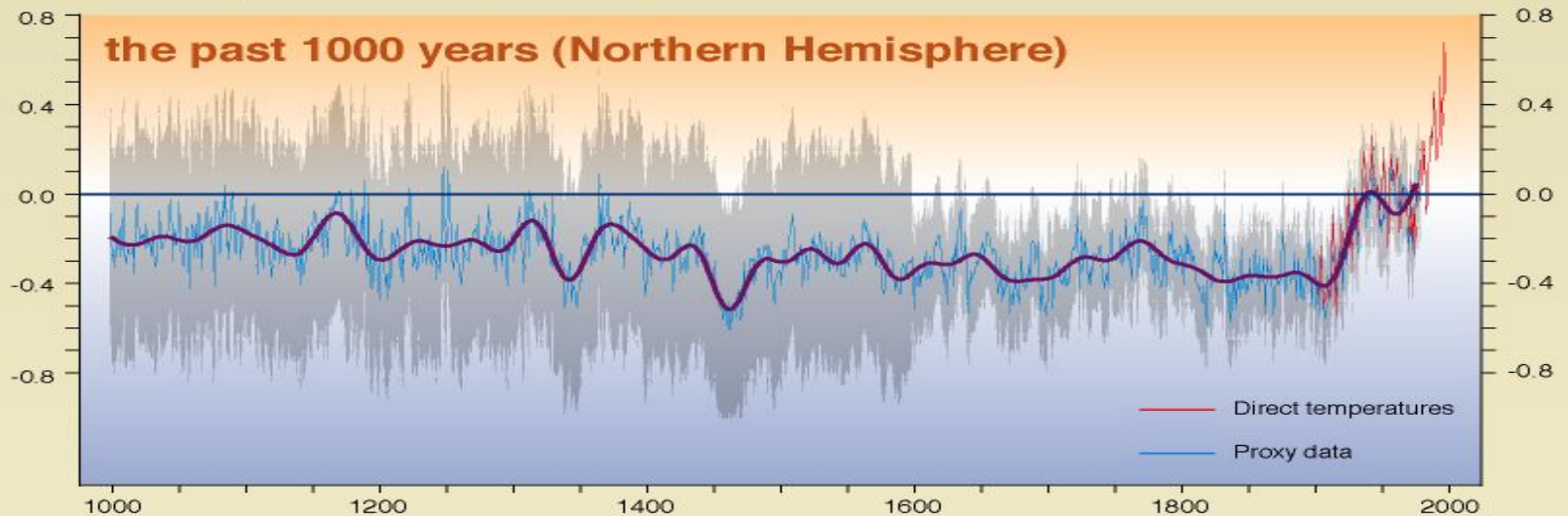
Cambios de la temperatura Global

Variations of the Earth's surface temperature for...

Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

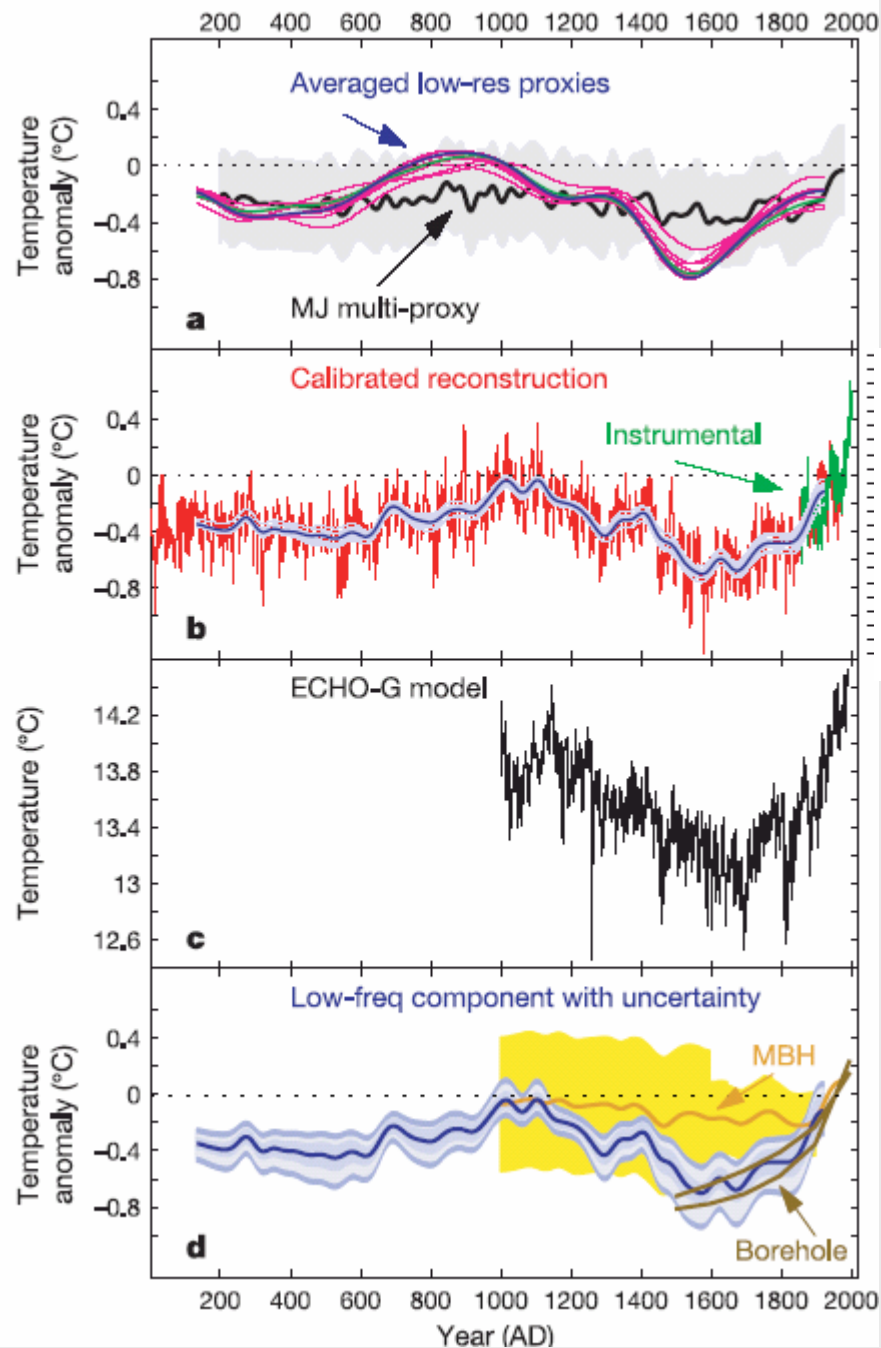


Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

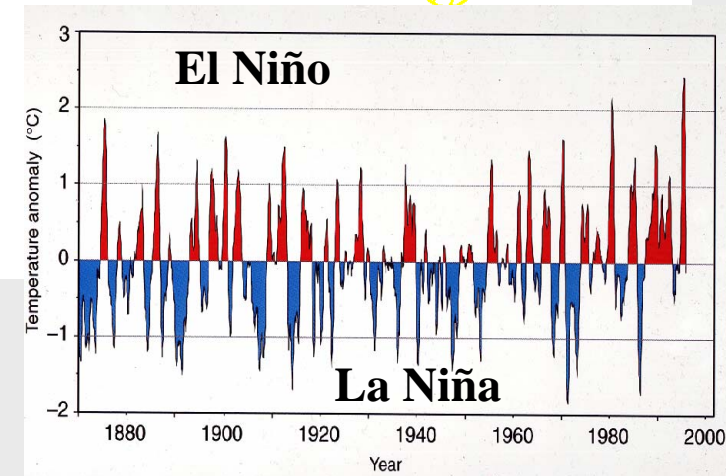
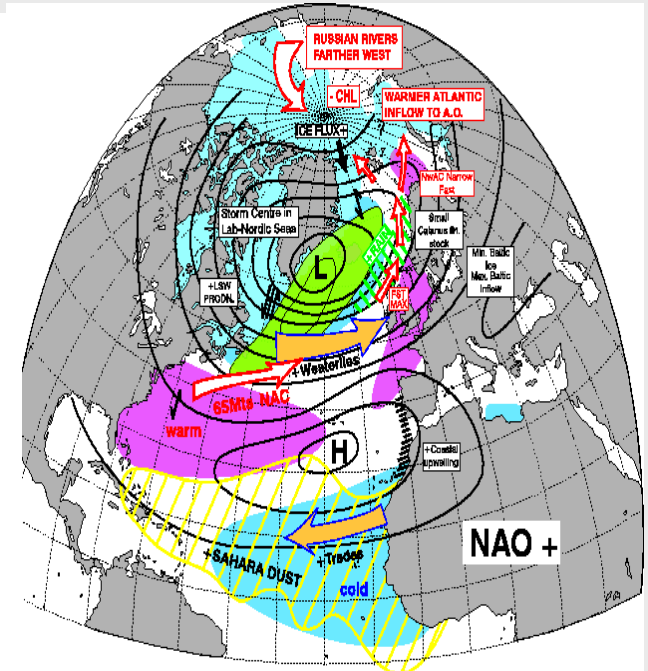
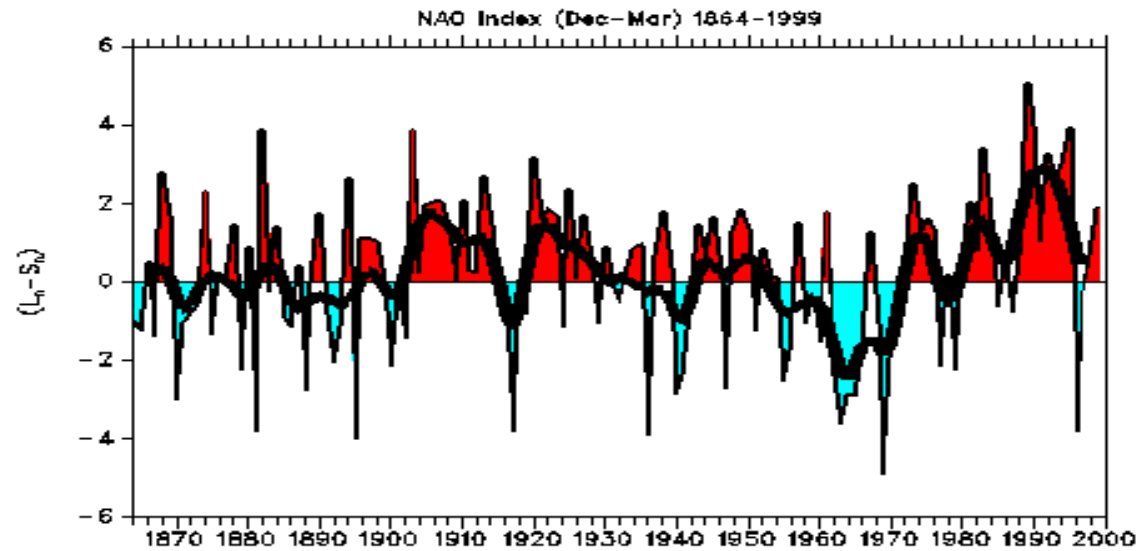


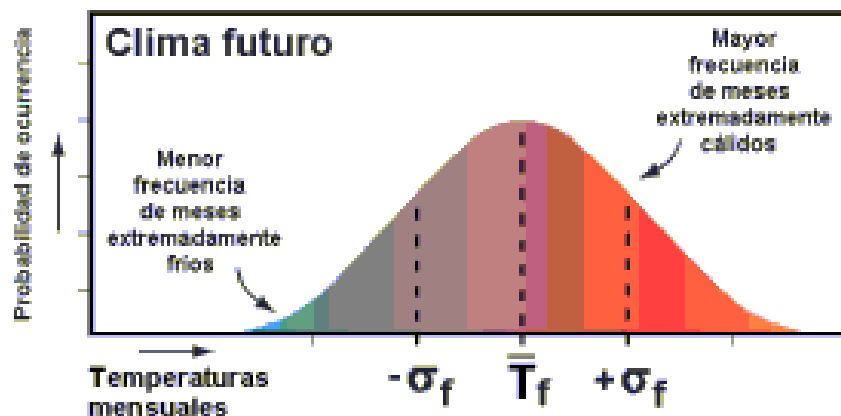
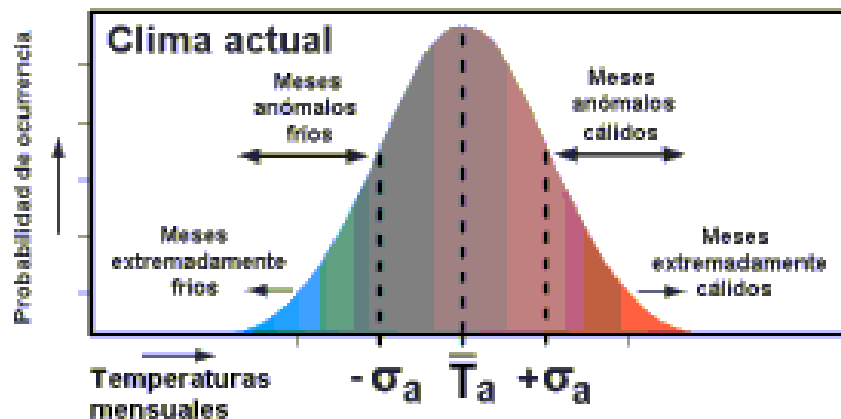
LA ÚLTIMA RECONSTRUCCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL HEMISFERIO NORTE

a, Previous multi-proxy reconstruction (MJ: from Mann and Jones, black line) with 2 s.d. uncertainty (grey shading), and various averages (blue, green, magenta; see Methods) of smoothed low-resolution temperature indicators (nos 2–10 in Table 1). **b**, Our multi-proxy reconstruction AD 1–1979 (red) with its .80-yr component AD 133–1925 (blue) and its jack-knifed estimates (light blue), and the instrumental record (green). **c**, Forced ECHO-G model (black). **d**, Low-frequency component of multi-proxy reconstruction in **b** (blue curve) with confidence intervals for three separate uncertainties. The innermost medium-blue band shows the uncertainty due to variance among the low-resolution proxy series. The two outer bands show the uncertainty in the variance scaling factor (light blue) and the constant adjustment (outermost blue band) separately. Each uncertainty is illustrated with an approximate 95% confidence interval (see Supplementary Information). Also shown are ground surface temperatures estimated from boreholes (brown; see Methods), and the .80-yr component of a previous multi-proxy reconstruction (MBH: from Mann et al. 1, 2, orange) with 2 s.d. uncertainty (yellow).



Los condiciones climáticas presentan un cierto grado de variabilidad





Cambio de temperaturas medias : $\bar{T}_f - \bar{T}_a$

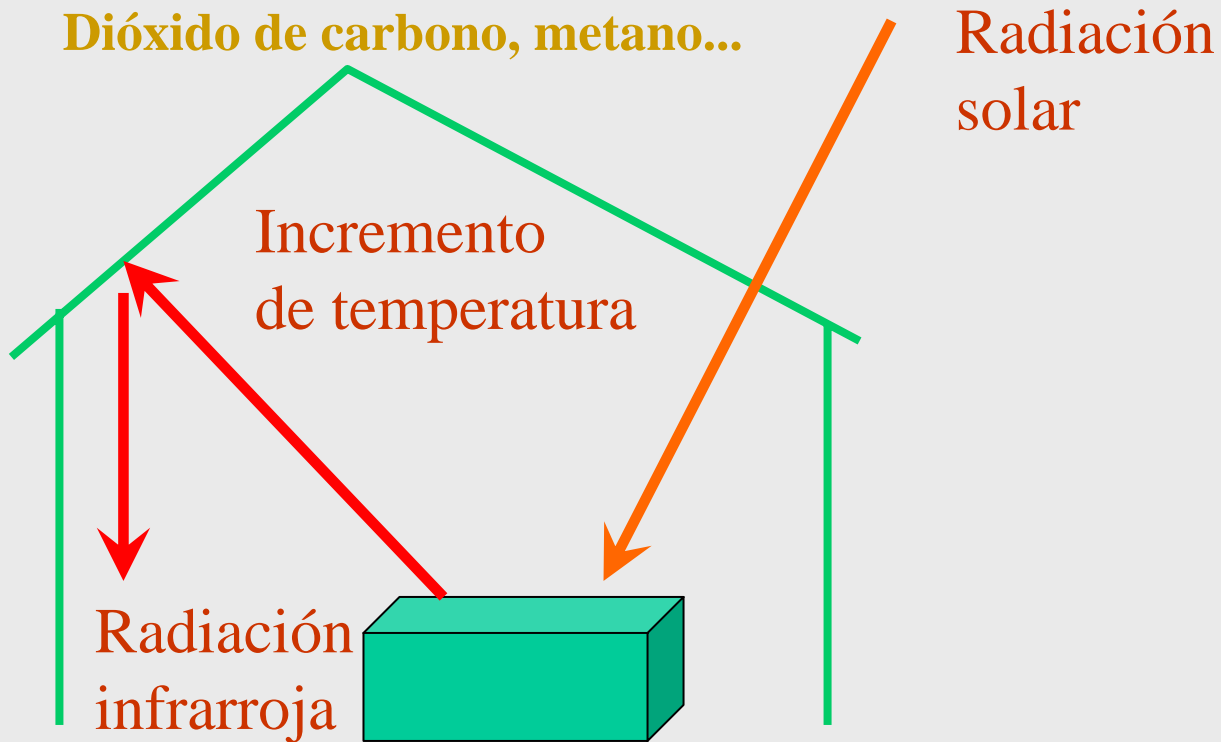
Cambio de variabilidad : $\sigma_f - \sigma_a$

Figura 16. Ilustración esquemática de las distribuciones de frecuencia de las temperaturas mensuales en clima actual y en el clima proyectado.

¿QUE ES EL EFECTO INVERNADERO?

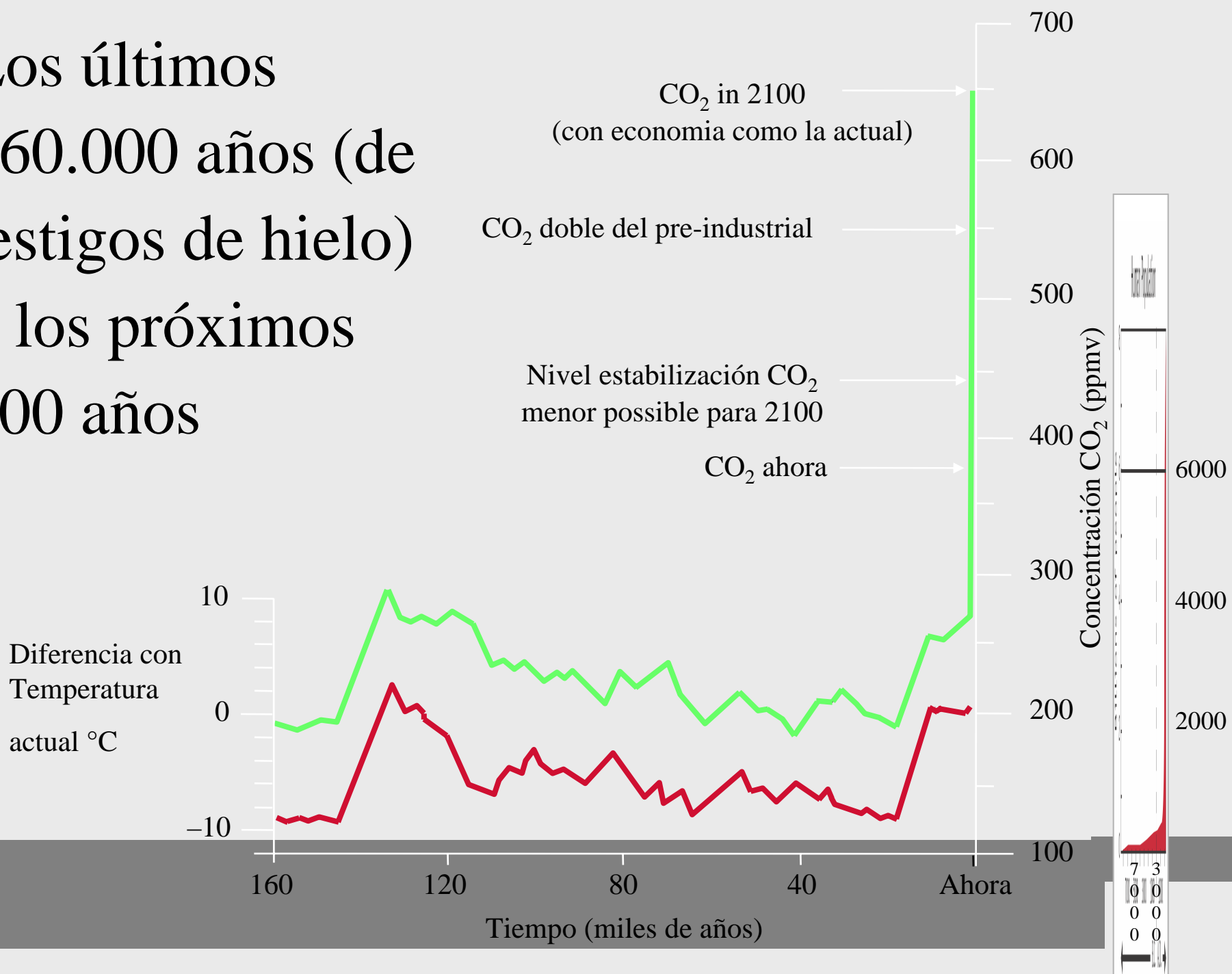
Vidrio, plástico, o

Dióxido de carbono, metano...

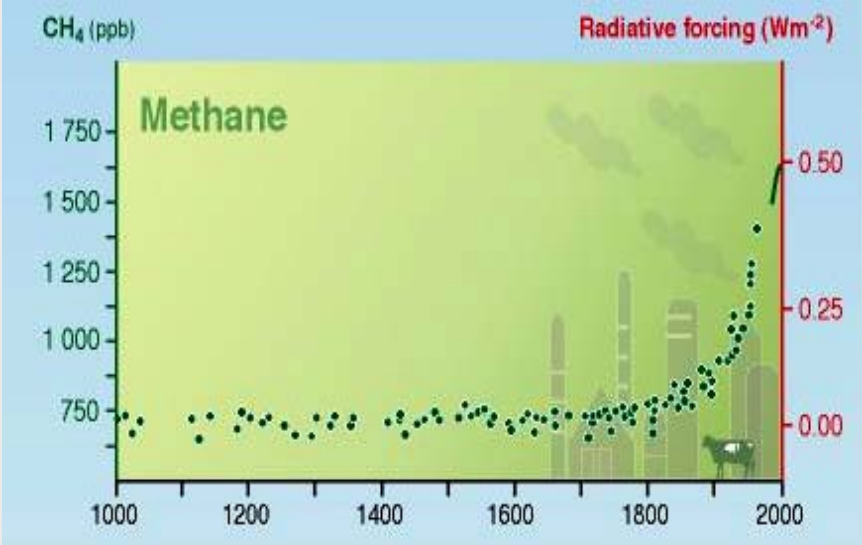
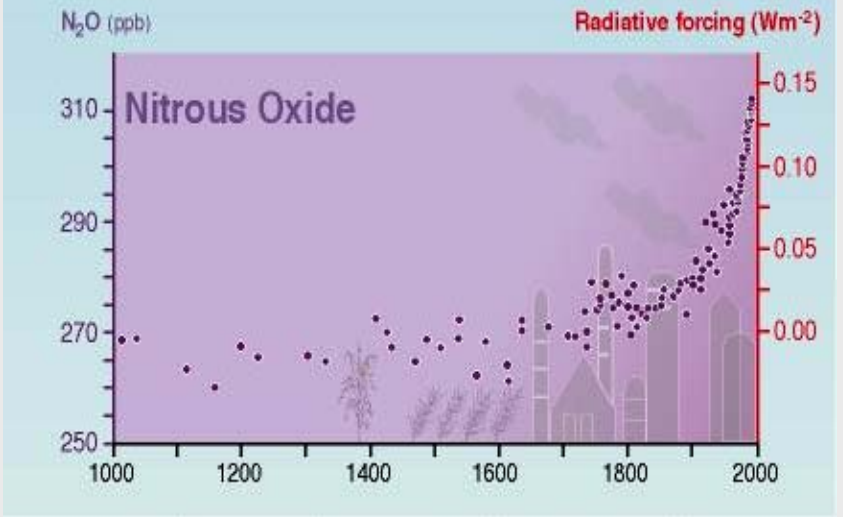
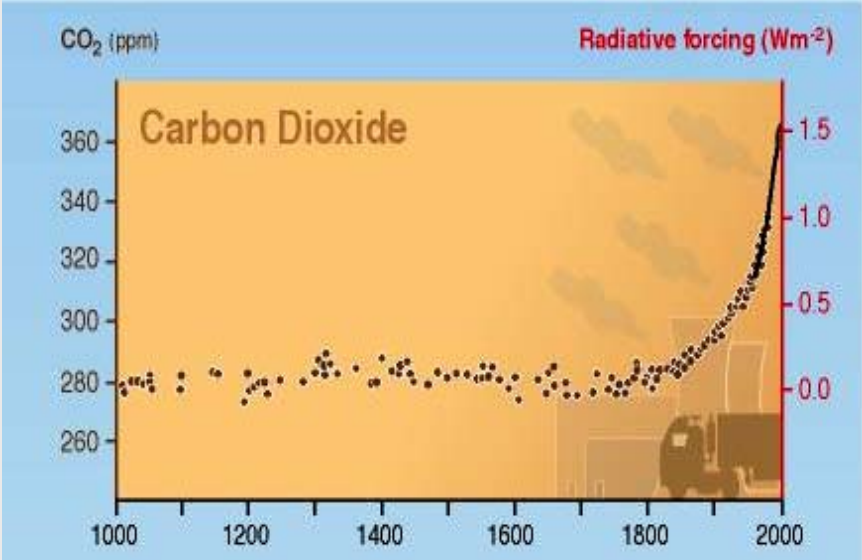


¿Es siempre desfavorable el efecto invernadero?

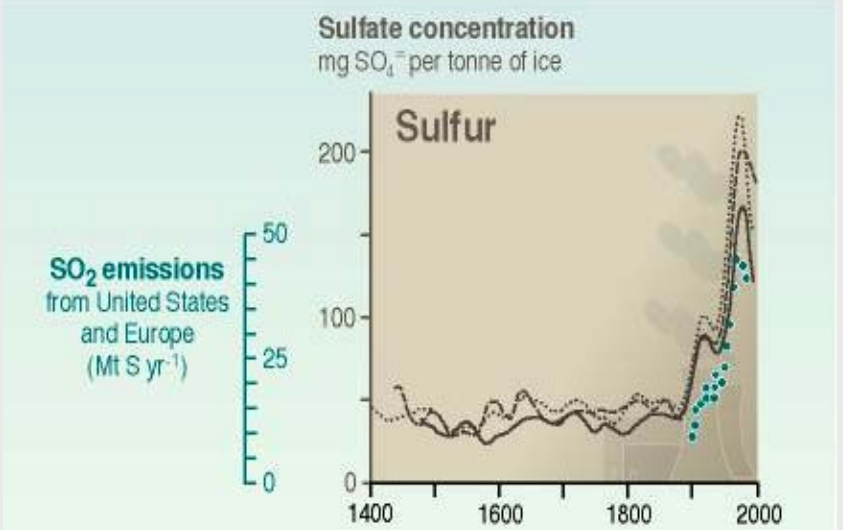
Los últimos
160.000 años (de
testigos de hielo)
y los próximos
100 años



LAS ACTIVIDADES HUMANAS HAN CAMBIADO LA COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA DESDE LA ÉPOCA PRE-INDUSTRIAL

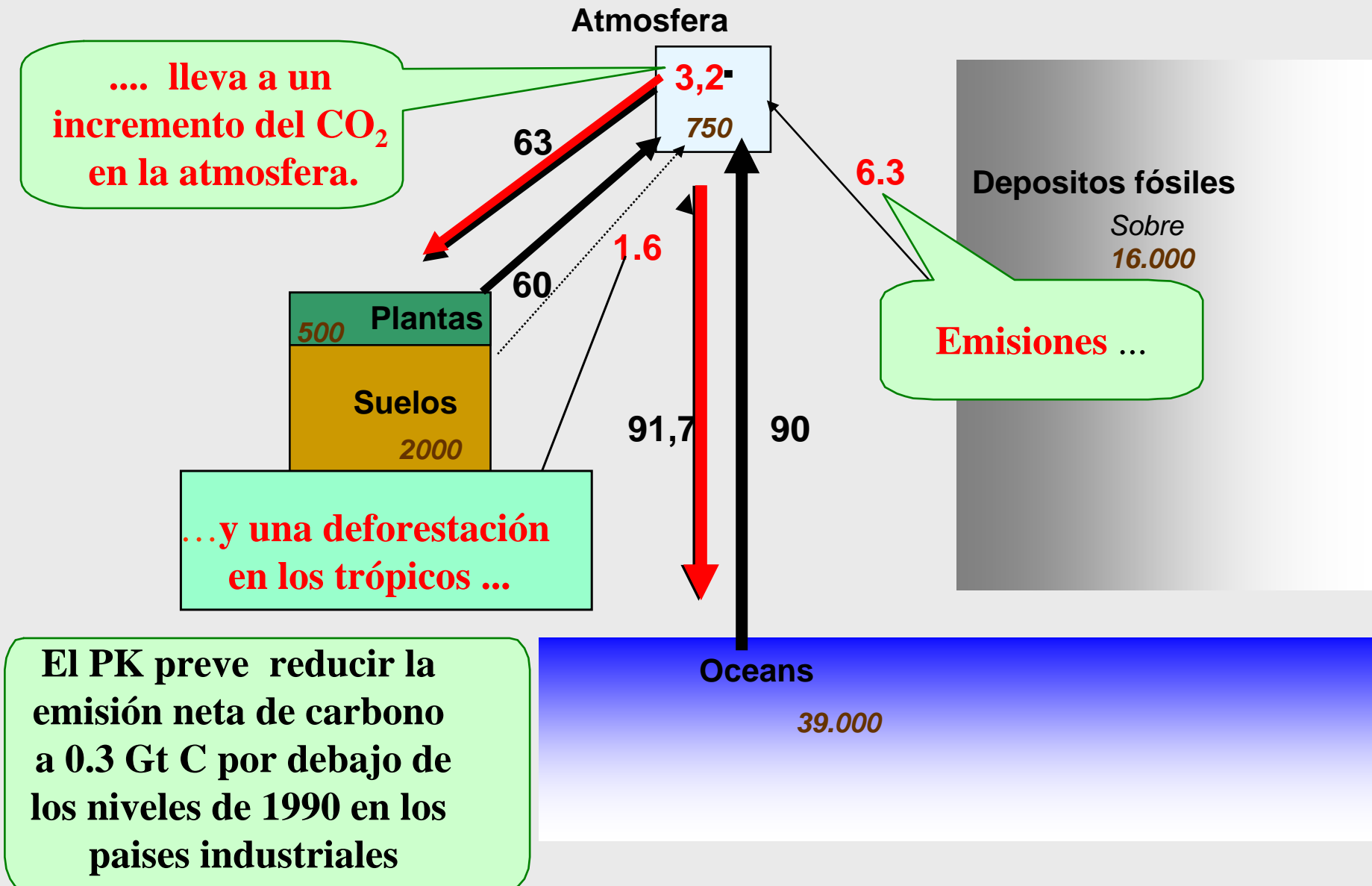


Sulfate aerosols deposited in Greenland ice

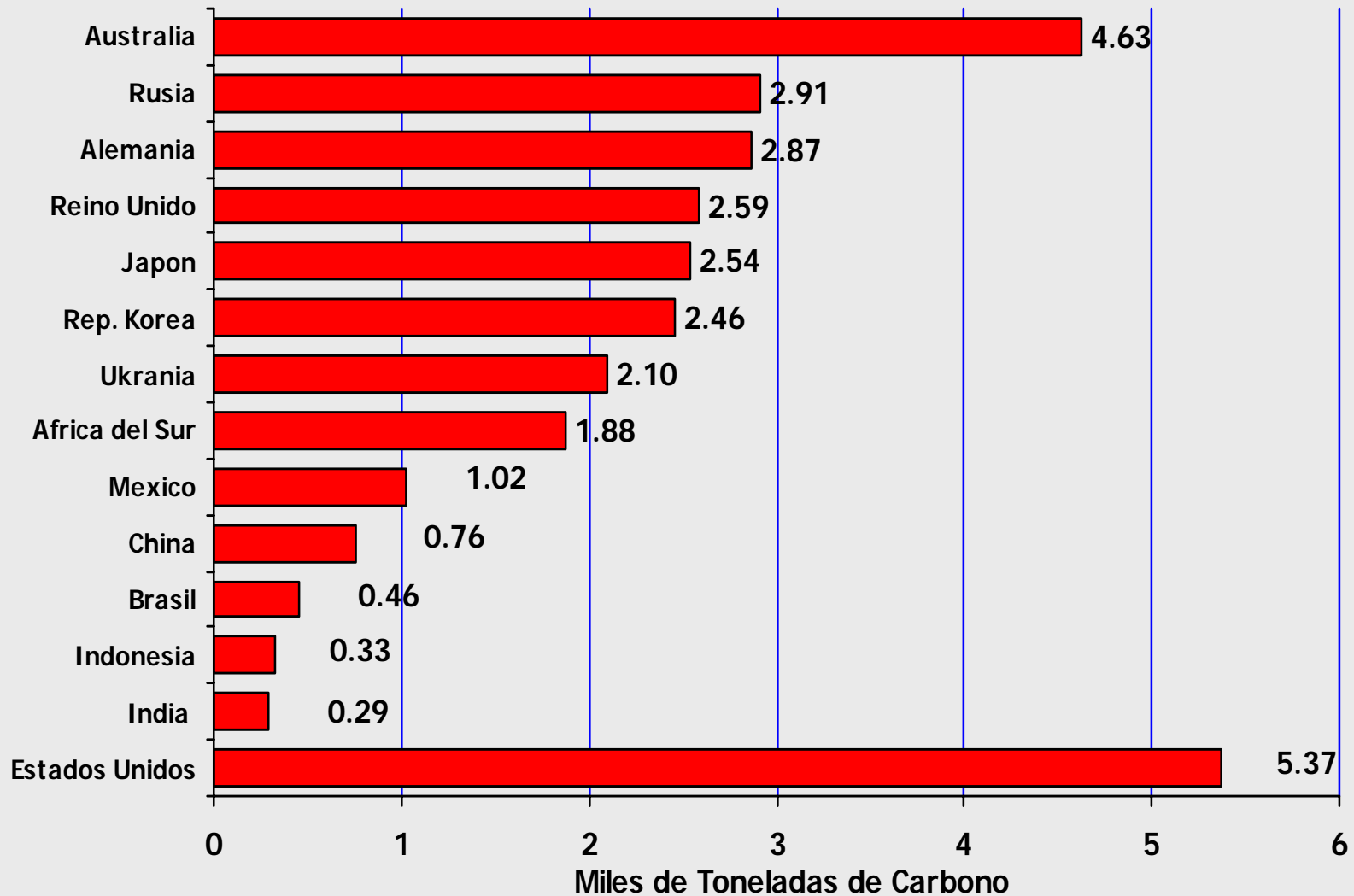


EL CICLO GLOBAL DEL CARBONO - 1990

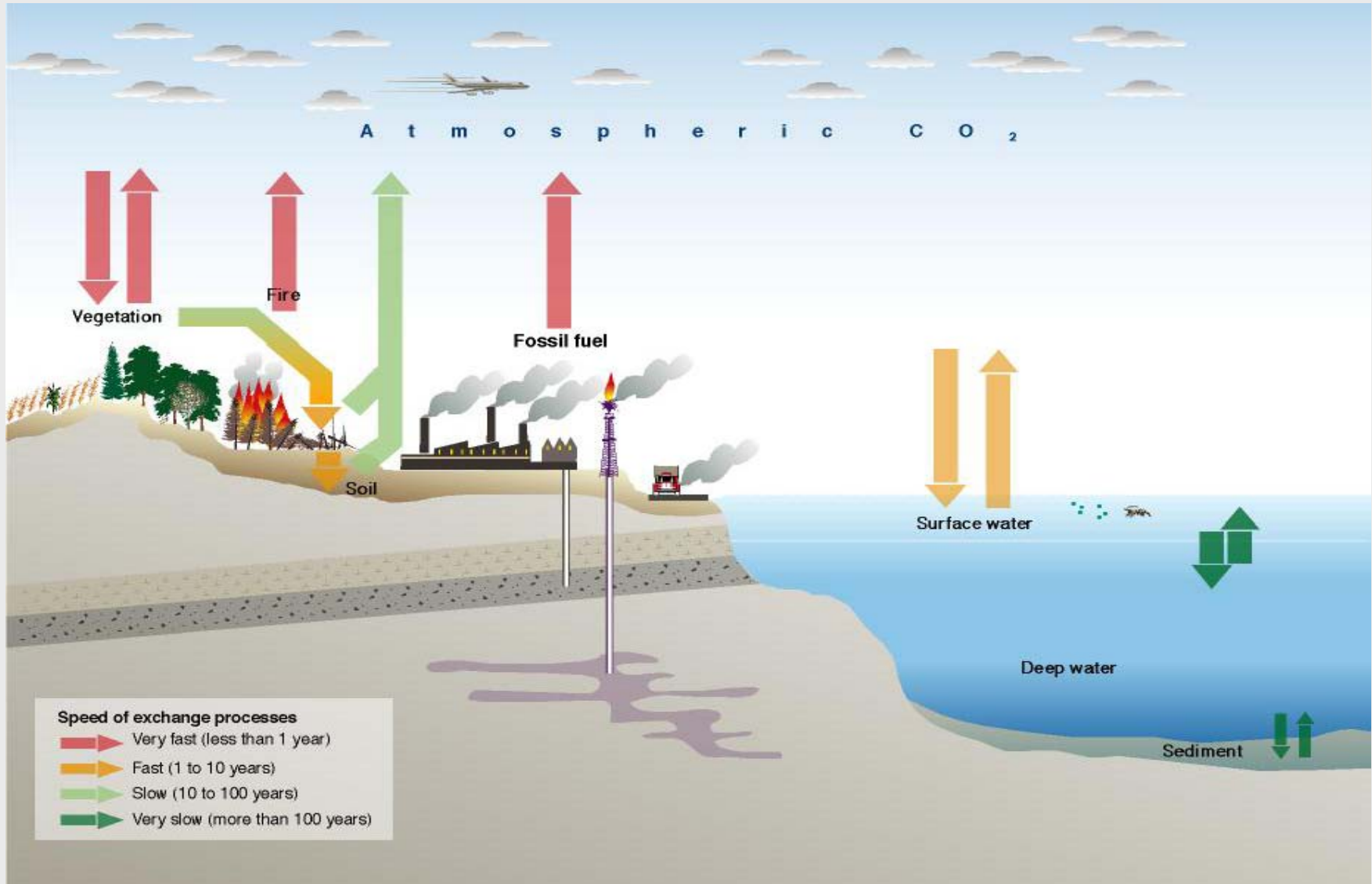
Unidades: Gt C y Gt C año⁻¹; Gt = 10¹⁵ g



Emisiones de carbono Per capita de fuentes industriales, 1996

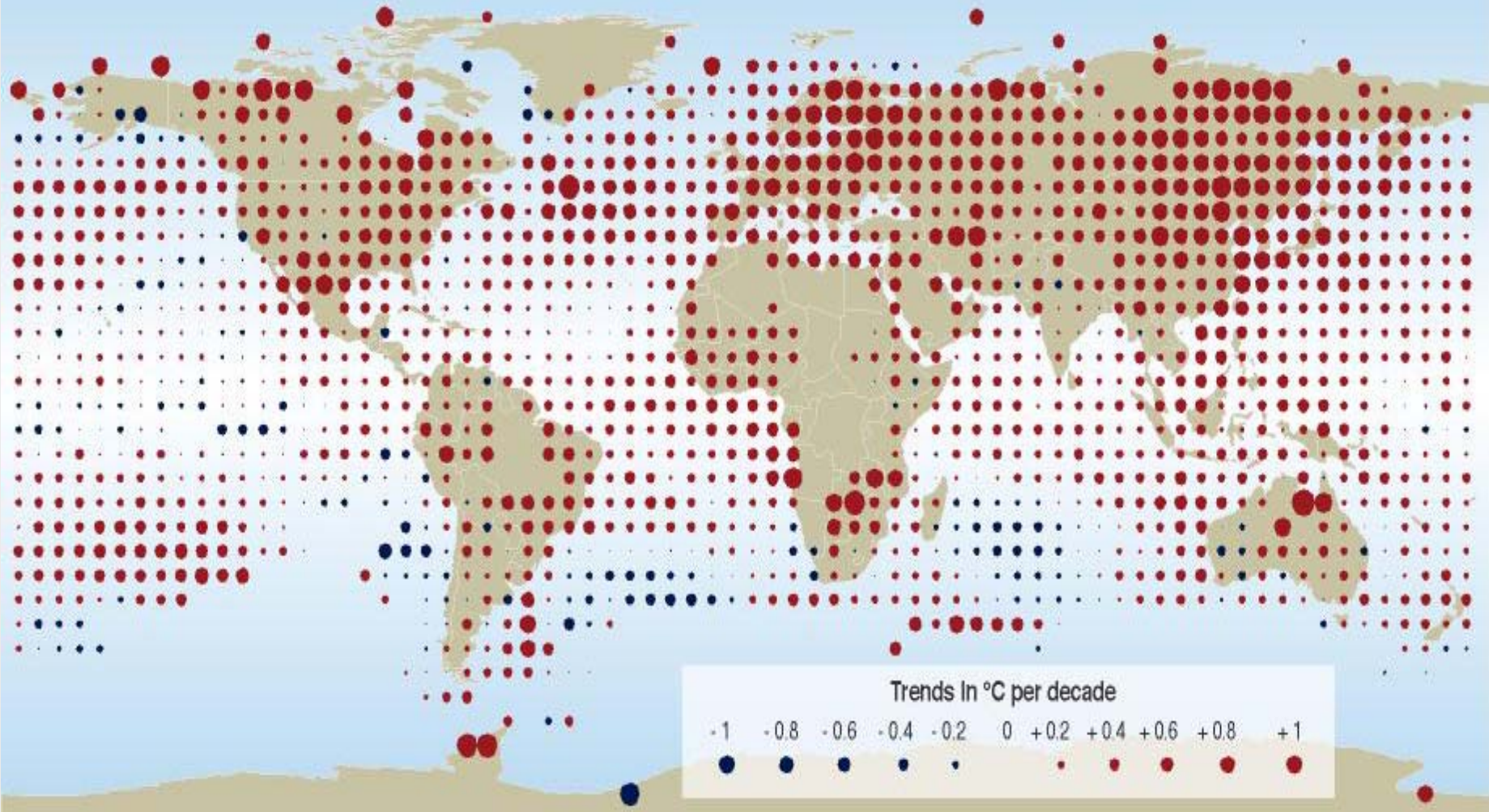


Los intercambios presentan tiempos de respuesta diferentes



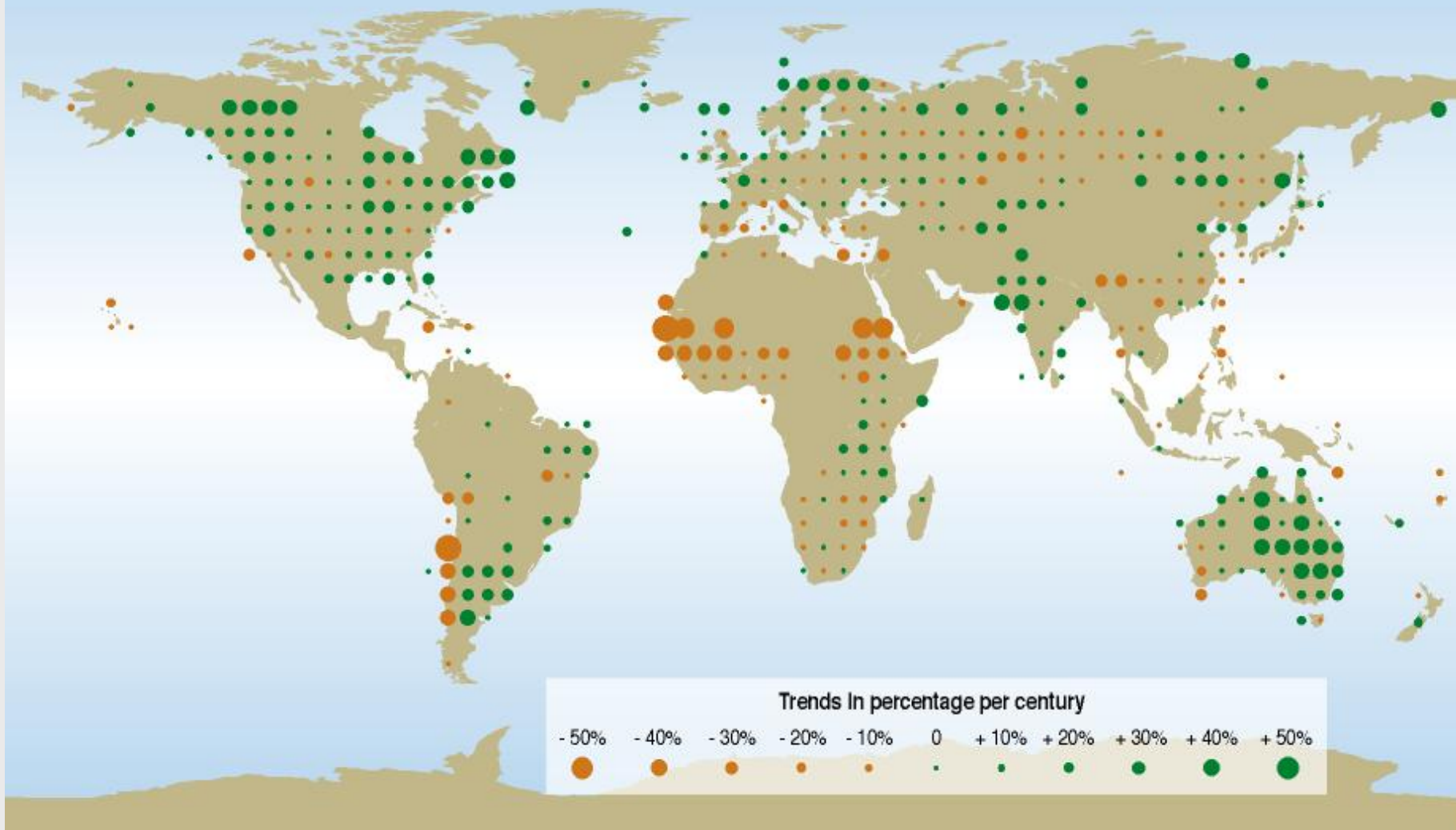
COMO CAMBIÓ LA TEMPERATURA

Annual temperature trends: 1976 to 1999

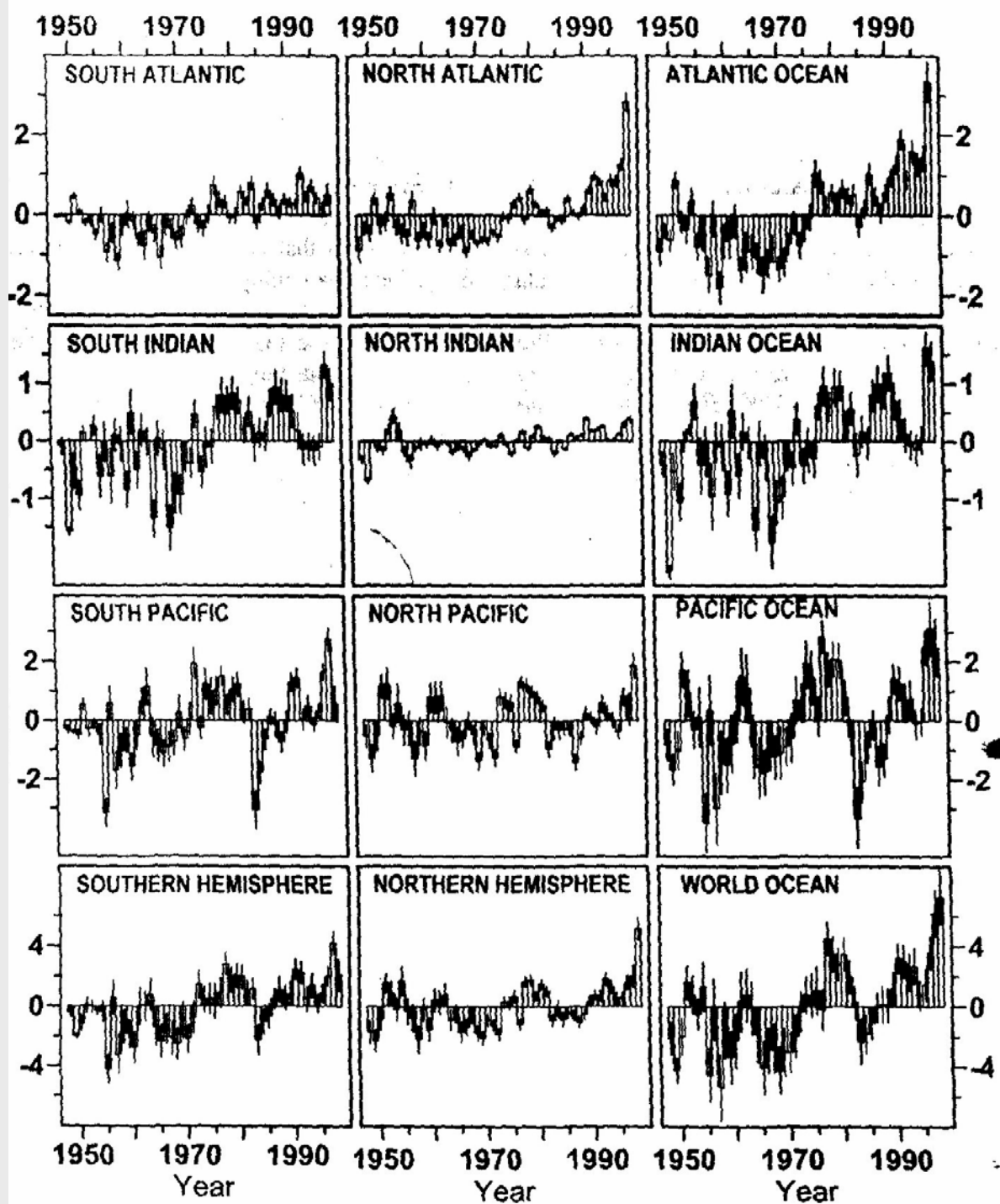


COMO CAMBIÓ LA PLUVIOSIDAD

Annual precipitation trends: 1900 to 2000

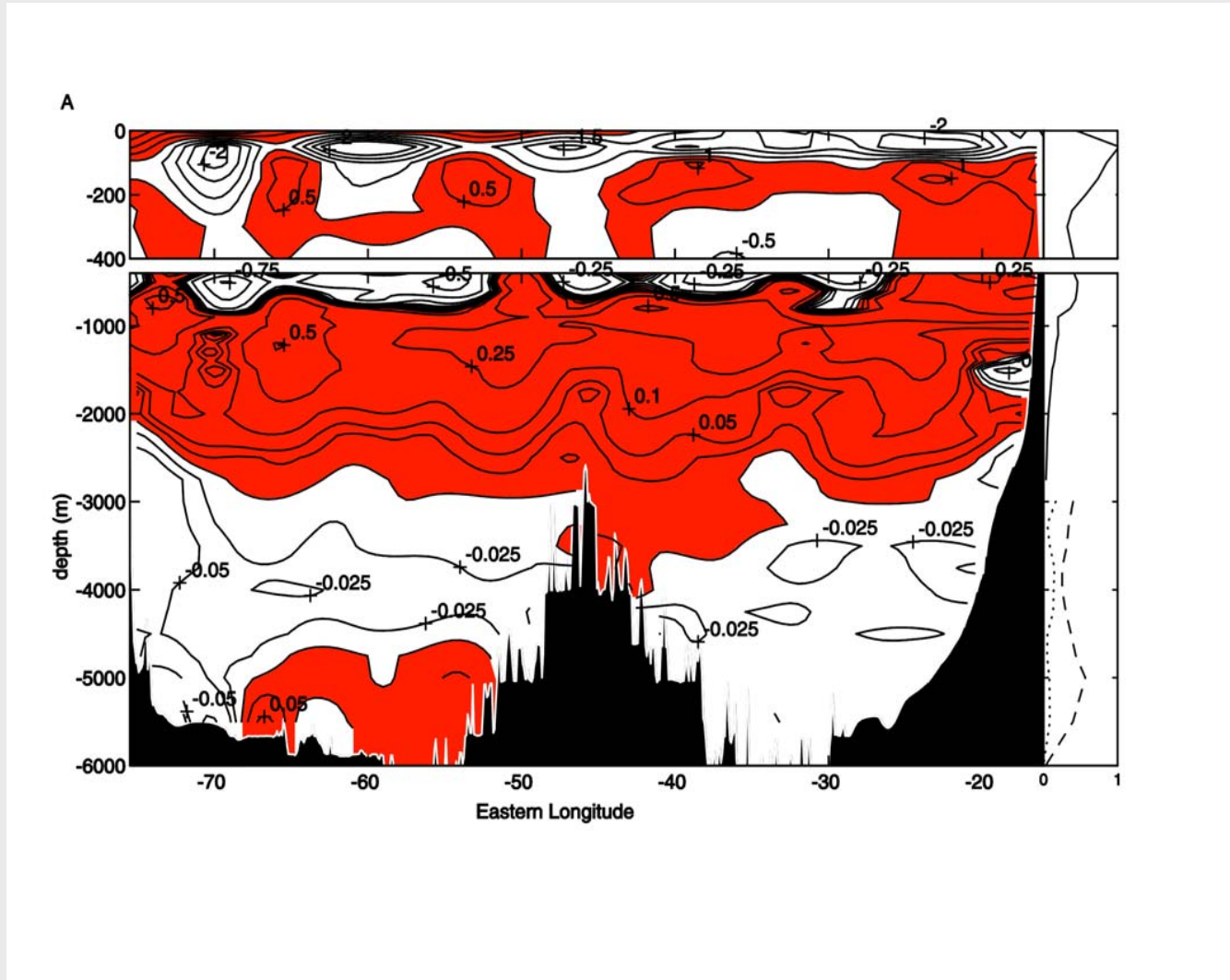


ELEVACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL OCÉANO (0-300 m)



Levitus et al 2000

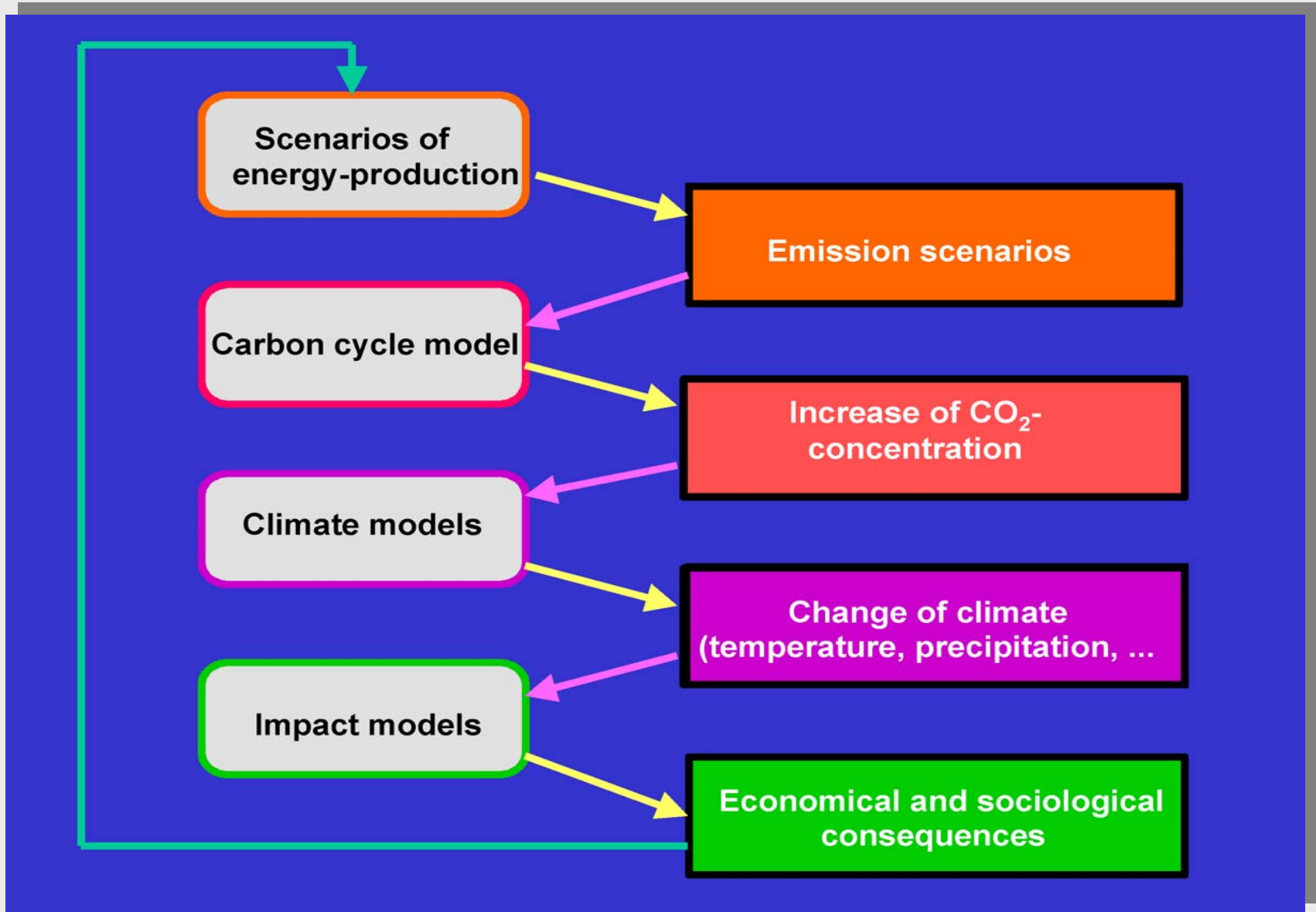
LAS CAPAS PROFUNDAS DEL OCÉANO TAMBIÉN SE CALIENTAN



¿CUALES SON LOS CAMBIOS PREVISIBLES?

- Cambios en la temperatura
- Cambios en la pluviosidad
- Cambios en los eventos extremos
- Cambios en el nivel del Mar
- Cambios en la disponibilidad de Recursos

MODELOS PREDICTIVOS



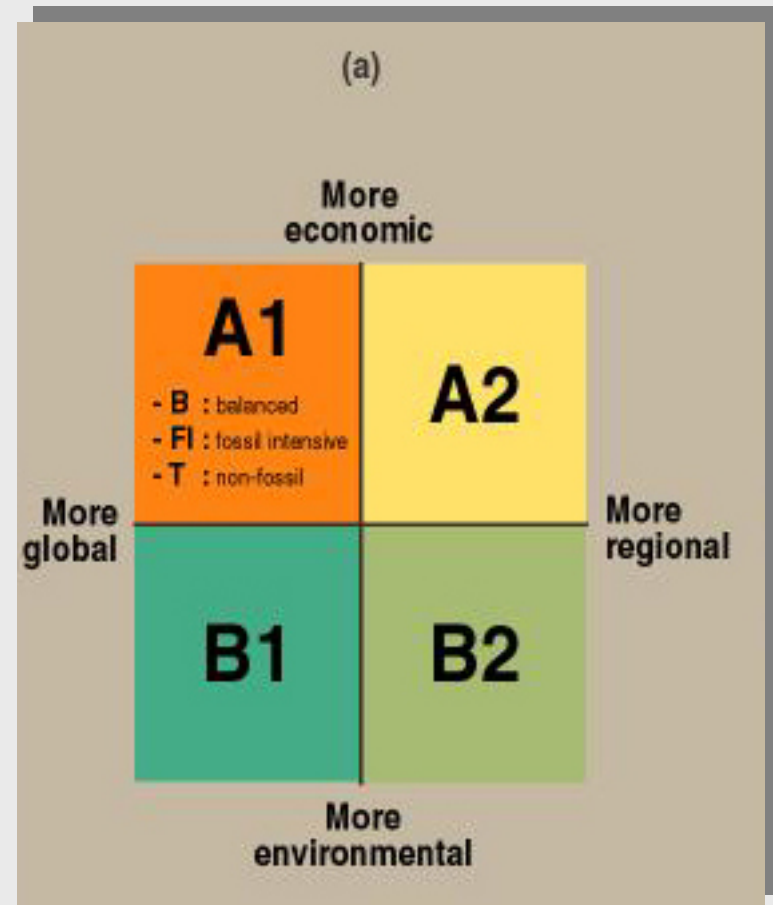
No en todas las áreas se irá peor

A1: Un mundo en crecimiento económico rápido y con introducción rápida de tecnologías nuevas y más eficientes

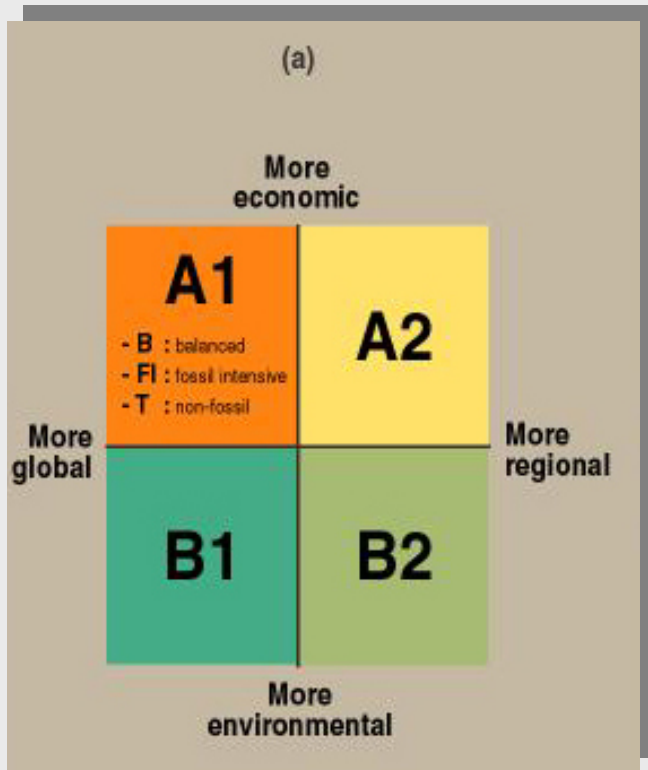
A2: Un mundo muy heterogéneo con énfasis en los valores familiares y las tradiciones locales

B1: Un mundo de „desmaterialización“ e introducción de tecnologías limpias

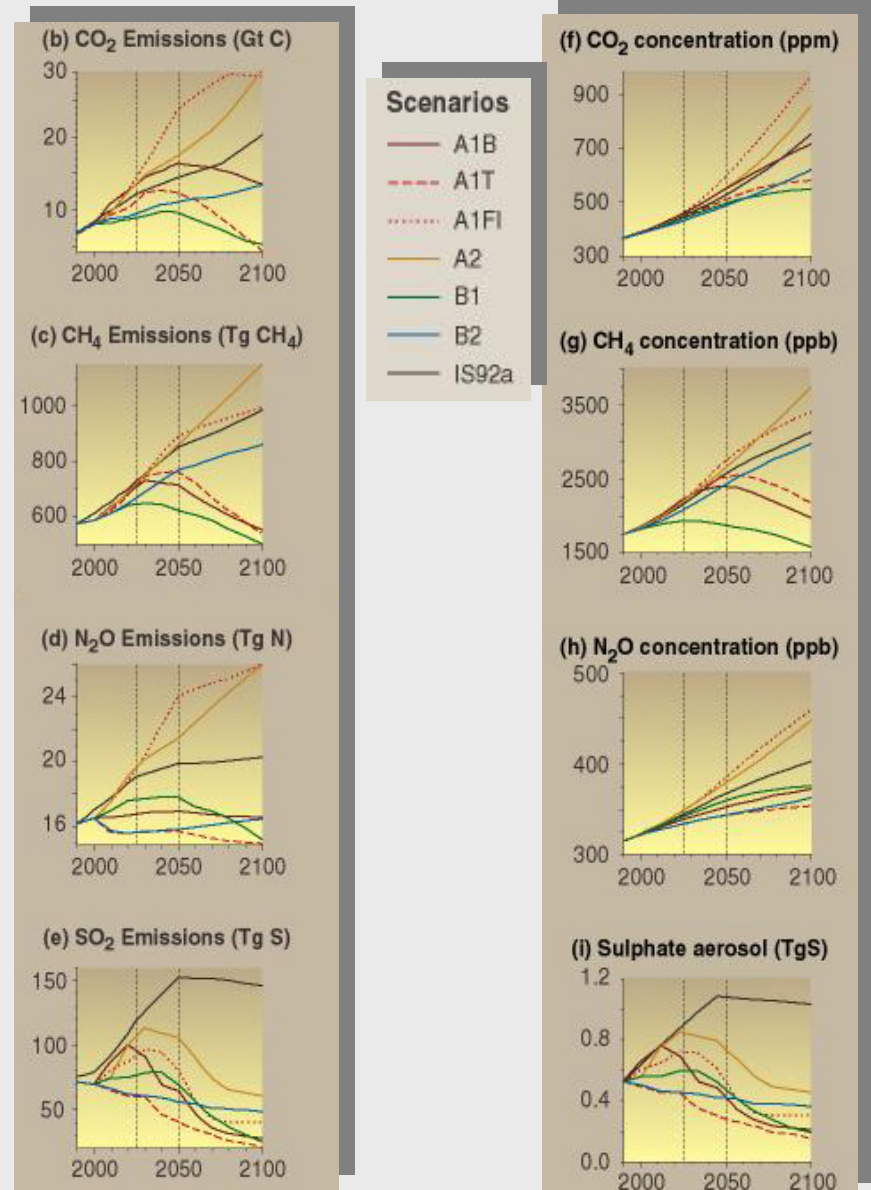
B2: Un mundo con énfasis en las soluciones locales para la sostenibilidad económica y ambiental



IS92a escenario „economía actual“ (1992)



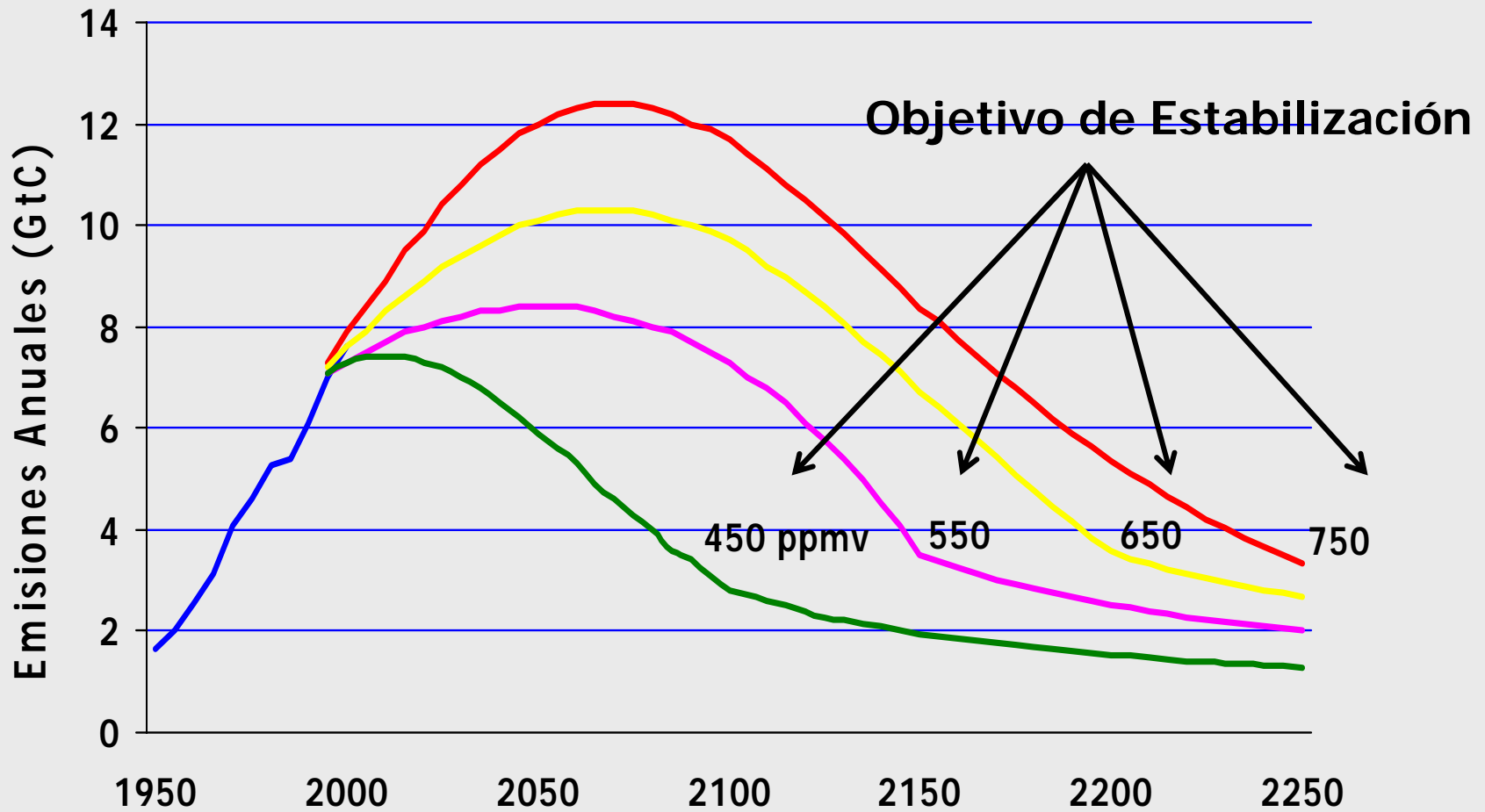
Los escenarios SRES de emisión y el cambio resultante en concentración



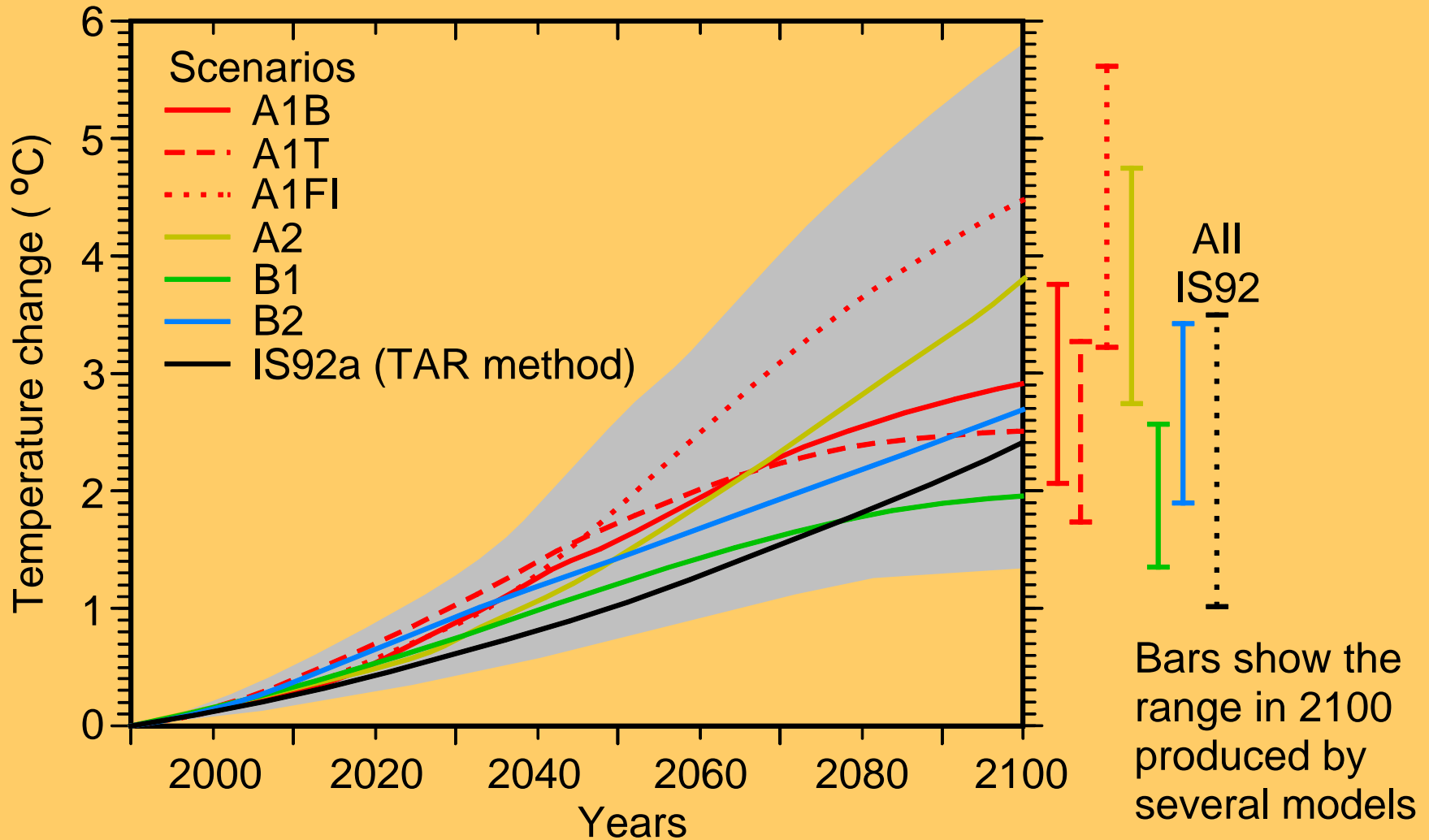
emisiones

concentraciones

Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero



LA TEMPERATURA MEDIA SE INCREMENTARÁ EN EL FUTURO



Proyecciones de cambio de temperatura superficial en el centro de la Península Ibérica

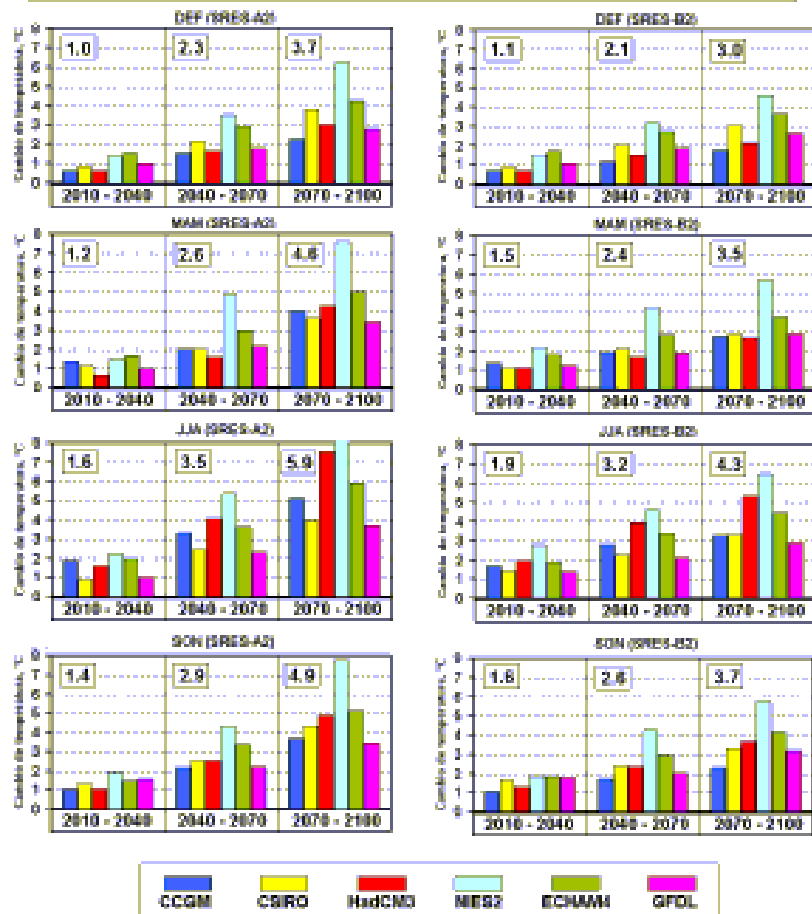


Figura 6. Cambios proyectados por seis AOGCM de la temperatura media del aire en superficie (°C) en la celdilla de cada uno que incluye la parte central de la Península (ver figura 5). Los resultados son promedios estacionales (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) y corresponden a dos escenarios de emisiones (A2 en la columna izquierda y B2 en la derecha). En cada figura se presentan los cambios en cada tercio del siglo 21 con respecto al clima actual. Se muestran recuadrados los valores promedio del conjunto de los seis modelos considerados.

Proyecciones de cambio de precipitación en el centro de la Península Ibérica

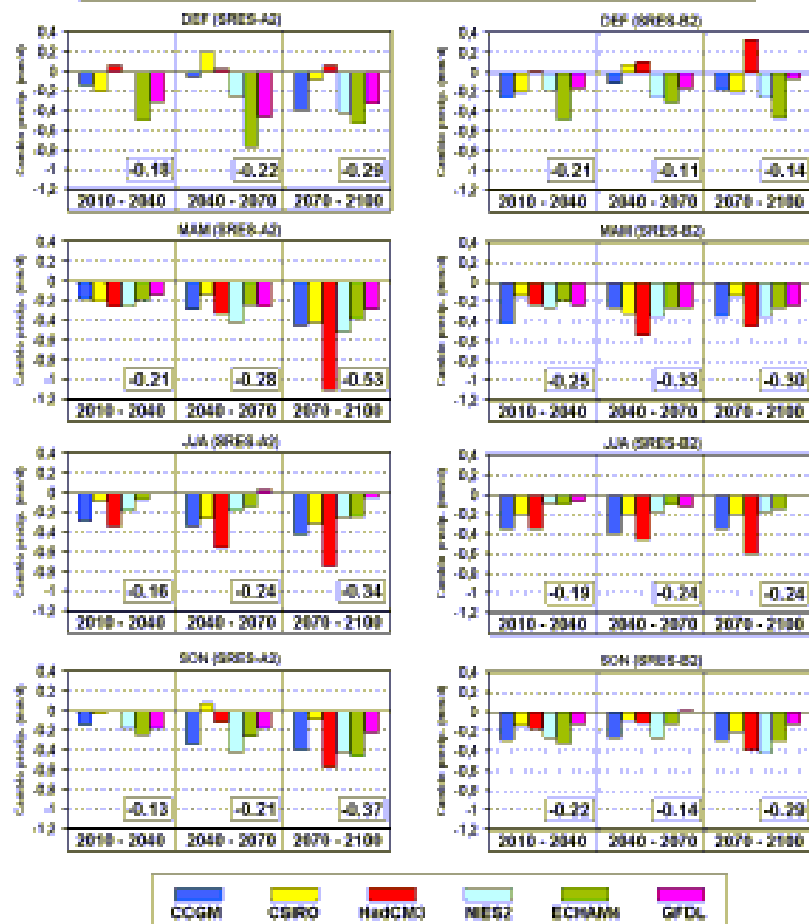
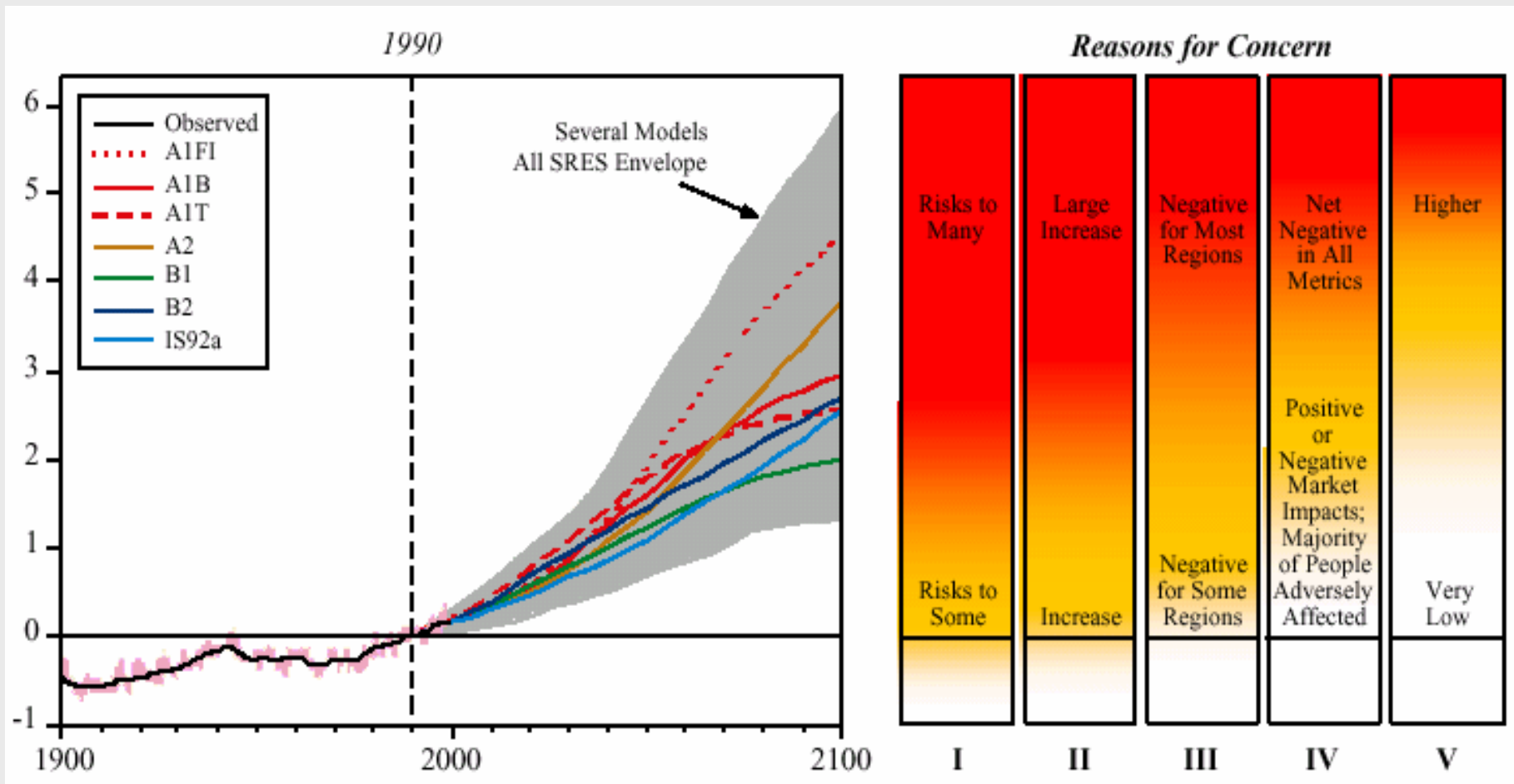


Figura 7. Cambios proyectados por seis AOGCM de la precipitación media (mm / día) en la celdilla de cada uno que incluye la parte central de la Península (ver figura 5). Los resultados son promedios estacionales (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) y corresponden a dos escenarios de emisiones (A2 en la columna izquierda y B2 en la derecha). En cada figura se presentan los cambios en cada tercio del siglo 21 con respecto al clima actual. Se muestran recuadrados los valores promedio del conjunto de los seis modelos considerados.

RIESGO DE QUE NOS VEAMOS AFECTADOS



- I Riesgos en Sistemas únicos y amenazados
- II Riesgos de eventos Climáticos extremos
- III Distribución de Impactos
- IV Impactos Agregados
- V Riesgo de Futuras Discontinuidades a Gran Escala

| Confianza en los cambios observados (última mitad del siglo 20) | Cambios en el Fenómeno | Confianza en los cambios previstos (durante el siglo 21) |
|--|---|---|
| Creíble | Temperaturas máximas mayores y más días calidos en todas las áreas terrestres | Muy creíble |
| Muy creíble | Temperaturas mínimas mayores, menos días fríos y heladas en casi todas las áreas terrestres | Muy creíble |
| Muy creíble | Rango de temperaturas diurnas reducido sobre áreas terrestres | Muy creíble |
| Creíble, sobre muchas áreas | Incremento del índice calórico (pié de página 12) sobre áreas terrestres | Muy creíble, sobre muchas áreas |
| Creíble, sobre muchas áreas de latitud media y alta del Hemisferio Norte | Eventos más intensos de precipitación * | Muy creíble, sobre muchas áreas |
| Creíble, en pocas áreas | Incremento de la sequedad continental estival y riesgos asociados de sequía | Creíble, sobre la mayoría del interior de los continentes en latitudes medias. (Falta de previsiones consistentes en otras áreas) |
| No observado en los pocos análisis disponibles | Incremento en los picos de velocidad de viento de ciclones tropicales | Creíble, sobre muchas áreas |
| Datos insuficientes para la evaluación | Incremento en la media y los picos de precipitación de ciclones tropicales ** | Creíble, sobre muchas áreas |

* Para otras áreas, no hay datos suficientes o los análisis son conflictivos;** Cambios pasados y futuros en localización y frecuencia de ciclones tropicales son inciertos.

Para más detalles ver Capítulo 2 (observaciones) y Capítulos 9, 10 (previsiones). Pié de página (12): Índice calórico: Una combinación de temperatura y humedad que mide los efectos sobre la comodidad humana.

Los modelos regionales son más precisos en las predicciones, aportando detalles de interés para realizar una adaptación paulatina al cambio

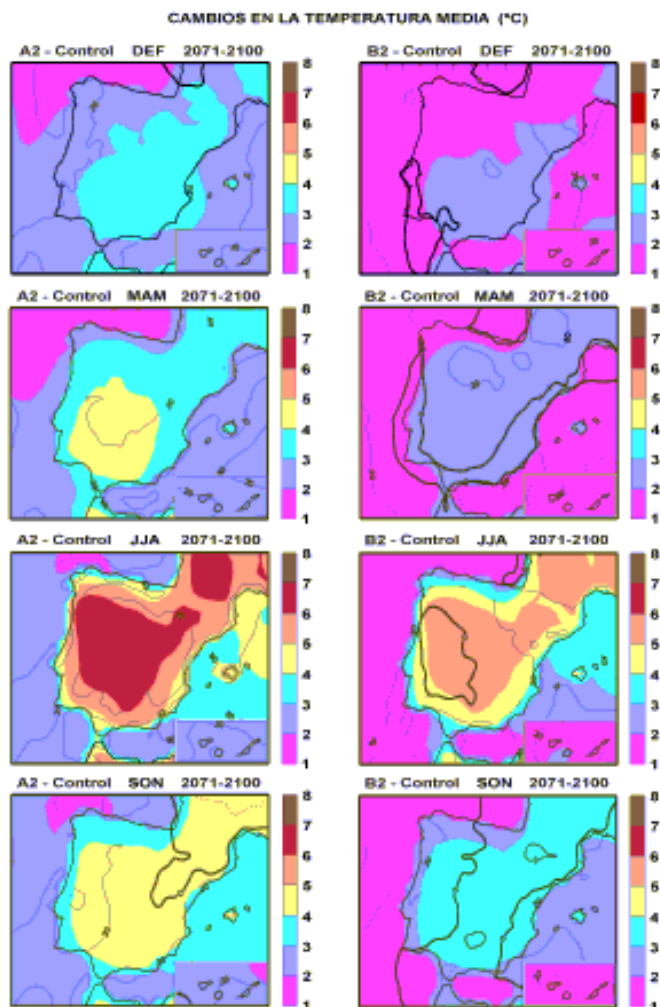


Figura 12. Proyecciones de cambio de temperatura media diaria del aire superficial ($^{\circ}\text{C}$), promediadas para cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) en la Península Ibérica, Baleares y Canarias (esquina inferior derecha en cada mapa), correspondientes a dos escenarios SRES de emisiones: A2 en la columna izquierda y B2 en la columna derecha. Los valores corresponden a diferencias entre la simulación del periodo 2071-2100 y la de control (1961-1990). Las isolíneas en las figuras muestran los porcentajes de cambio en la variabilidad interanual (positivos en trazo continuo, negativos en trazo discontinuo y cero en trazo grueso continuo).

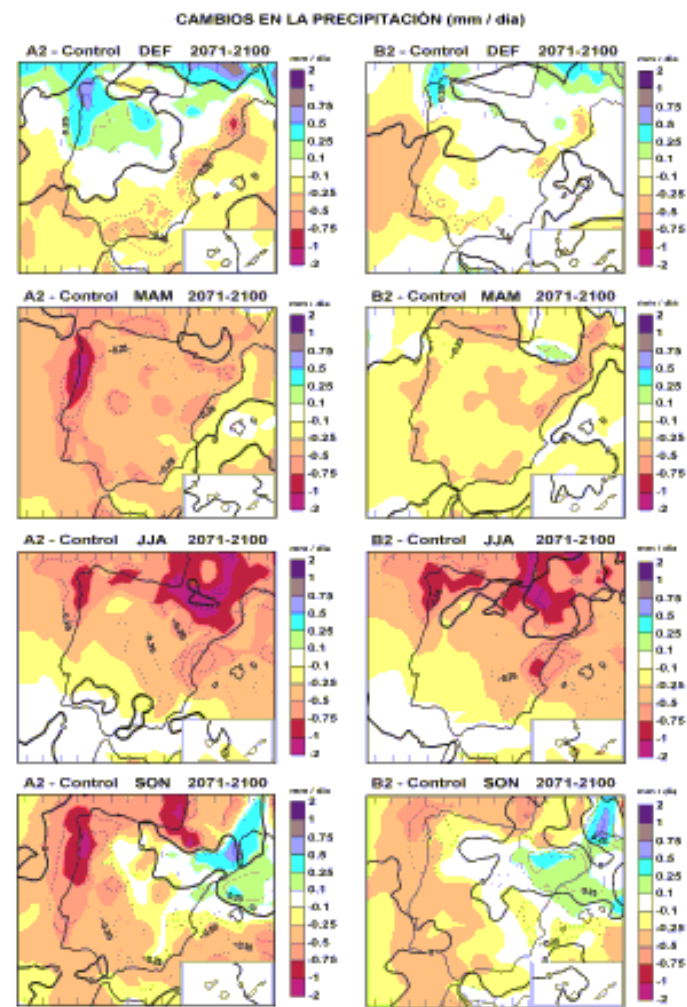


Figura 13. Proyecciones de cambio de precipitación (en mm / día) promediadas para cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) en la Península Ibérica, Baleares y Canarias (esquina inferior derecha en cada mapa), correspondientes a dos escenarios SRES de emisiones: A2 en la columna izquierda y B2 en la columna derecha. Los valores corresponden a diferencias entre la simulación del periodo 2071-2100 y la de control (1961-1990). Las isolíneas en las figuras muestran los porcentajes de cambio en la variabilidad interanual (positivos en trazo continuo, negativos en trazo discontinuo y cero en trazo grueso continuo).

Se prevé que se incrementen los eventos extremos

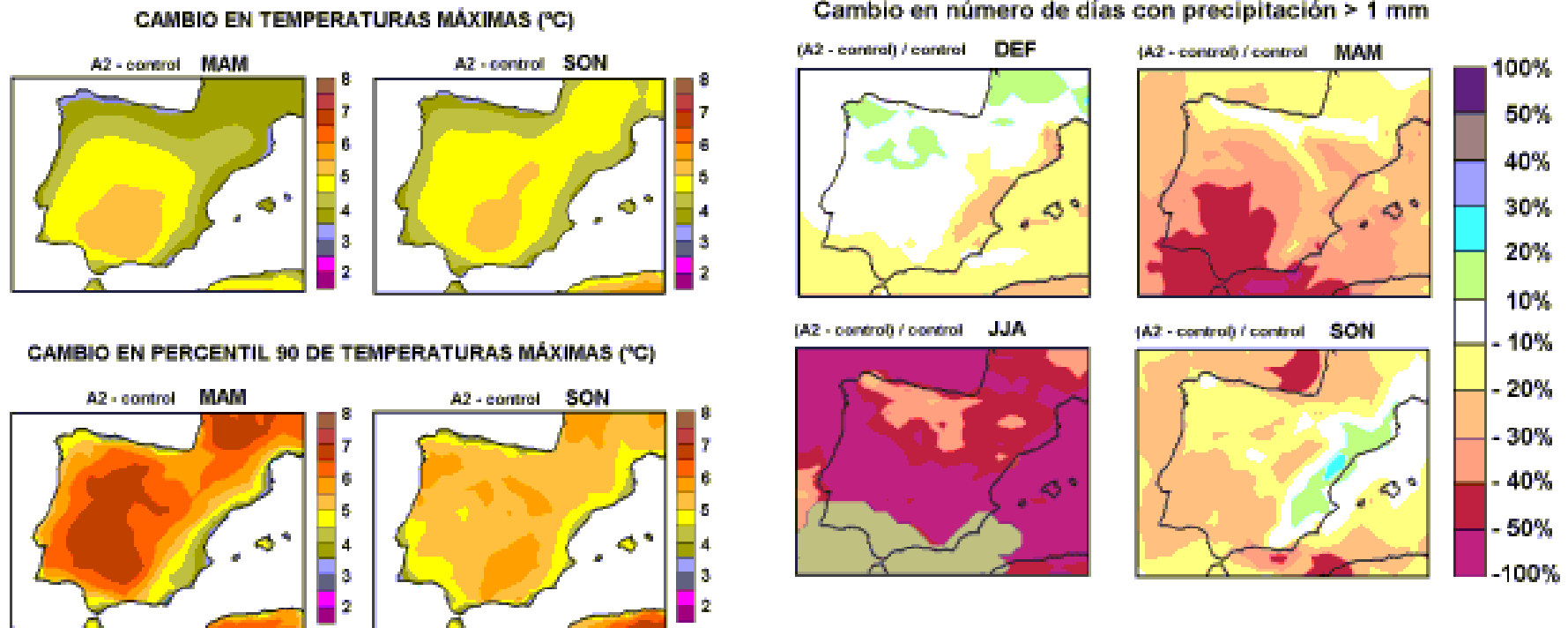


Figura 17. Diferencias de promedios estacionales de las temperaturas máximas diarias (arriba) y de los percentiles 90 (abajo) entre la simulación con escenario de emisiones A2 (2071-2100) y la de control (1961-1990) correspondientes a primavera (MAM) y otoño (SON).

Figura 18. Cambios en el número de días con precipitación superior a 1 mm entre la simulación de escenario de emisiones A2 (2071-2100) y de control (1961-1990), expresados en porcentajes respecto al clima actual simulado, correspondientes a cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño). El color gris en la figura de verano indica que en esas regiones la precipitación es demasiado escasa en el experimento de control

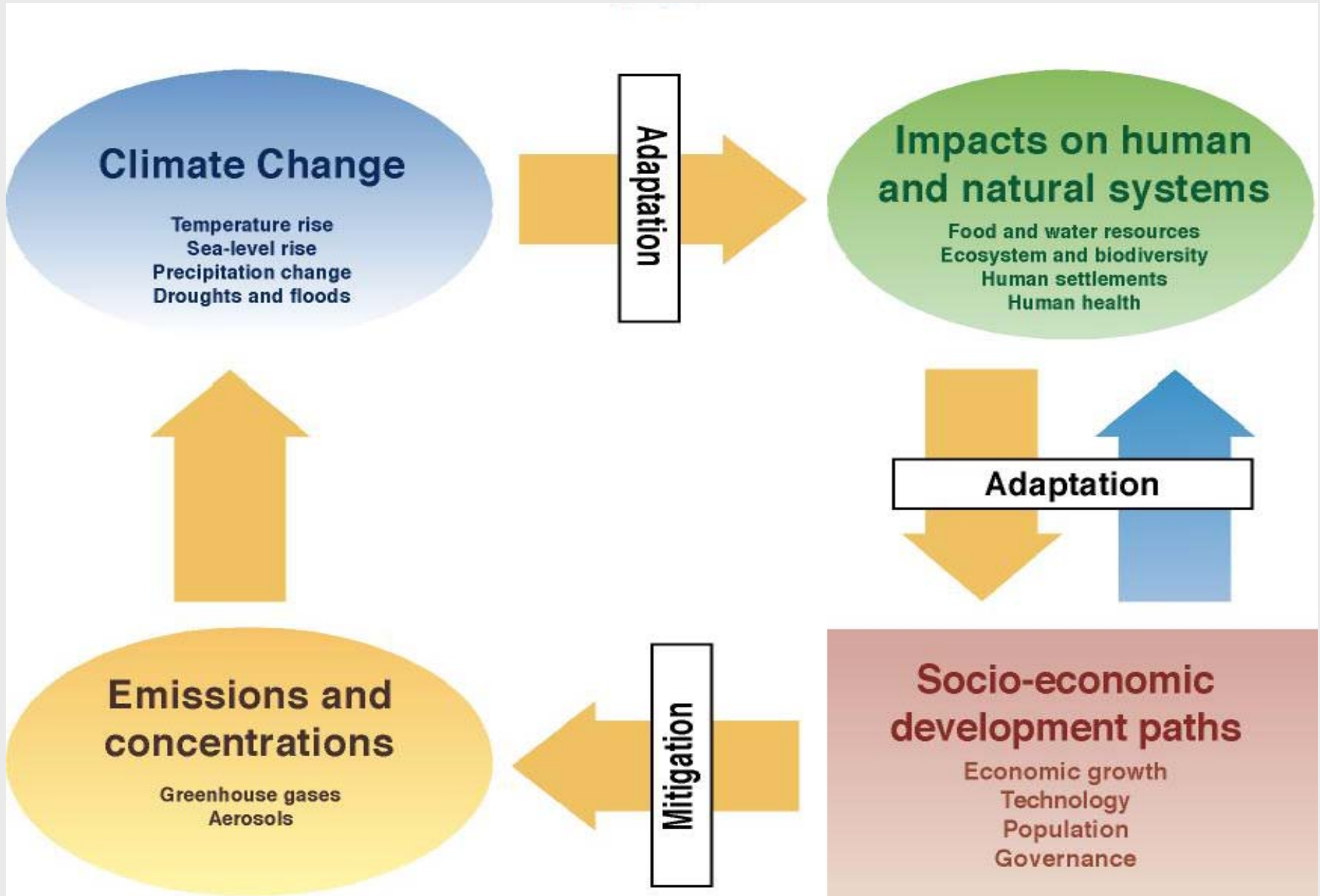
Grado de certidumbre de las predicciones de los modelos

| Certidumbre | Cambios climáticos más relevantes proyectados en España |
|-------------|--|
| ***** | Tendencia progresiva al incremento de las temperaturas medias a lo largo del siglo |
| ***** | La tendencia al calentamiento es más acusada en el escenario de emisiones más aceleradas (SRES-A2) |
| ***** | Los aumentos de temperatura media son significativamente mayores en los meses de verano que en los de invierno, con valores intermedios en los demás. |
| **** | El calentamiento en verano es superior en las zonas del interior que en las cercanas a las costas o en las islas |
| **** | Tendencia generalizada a una menor precipitación acumulada anual en ambos escenarios de emisiones a lo largo del siglo |
| *** | Mayor amplitud y frecuencia de anomalías térmicas mensuales en relación al clima actual |
| *** | Más frecuencia de días con temperaturas máximas extremas en la Península, especialmente en verano |
| *** | La mayor reducción de precipitación en la Península se proyecta en los meses de primavera en ambos escenarios de emisiones para el último tercio del siglo |
| ** | Aumento de precipitación en el oeste de la Península en invierno y en el noreste en otoño. |
| ** | Los cambios de precipitación tienden a ser más significativos en el escenario de emisiones más aceleradas (SRES-A2) |

¿Qué es el protocolo de Kioto?

- Un tratado internacional auspiciado por la ONU para reducir las emisiones de CO₂ y controlar el Cambio Climático
- Es un primer paso necesario
- Mediante una fórmula asigna las emisiones que los países podrán realizar en el futuro
- La formula considera la riqueza y uso energético de cada país

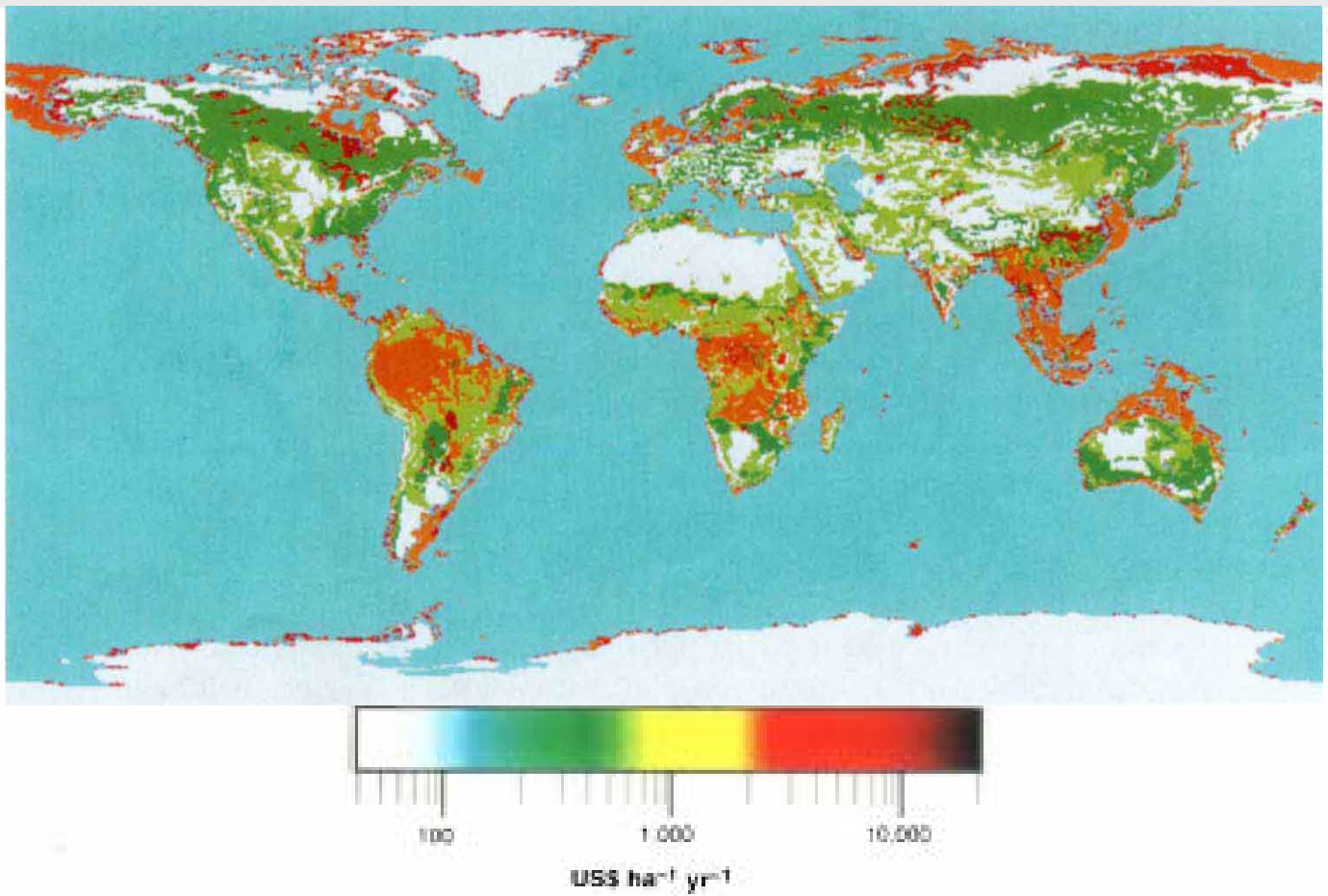
Cambio Global – Un Esquema Integrado



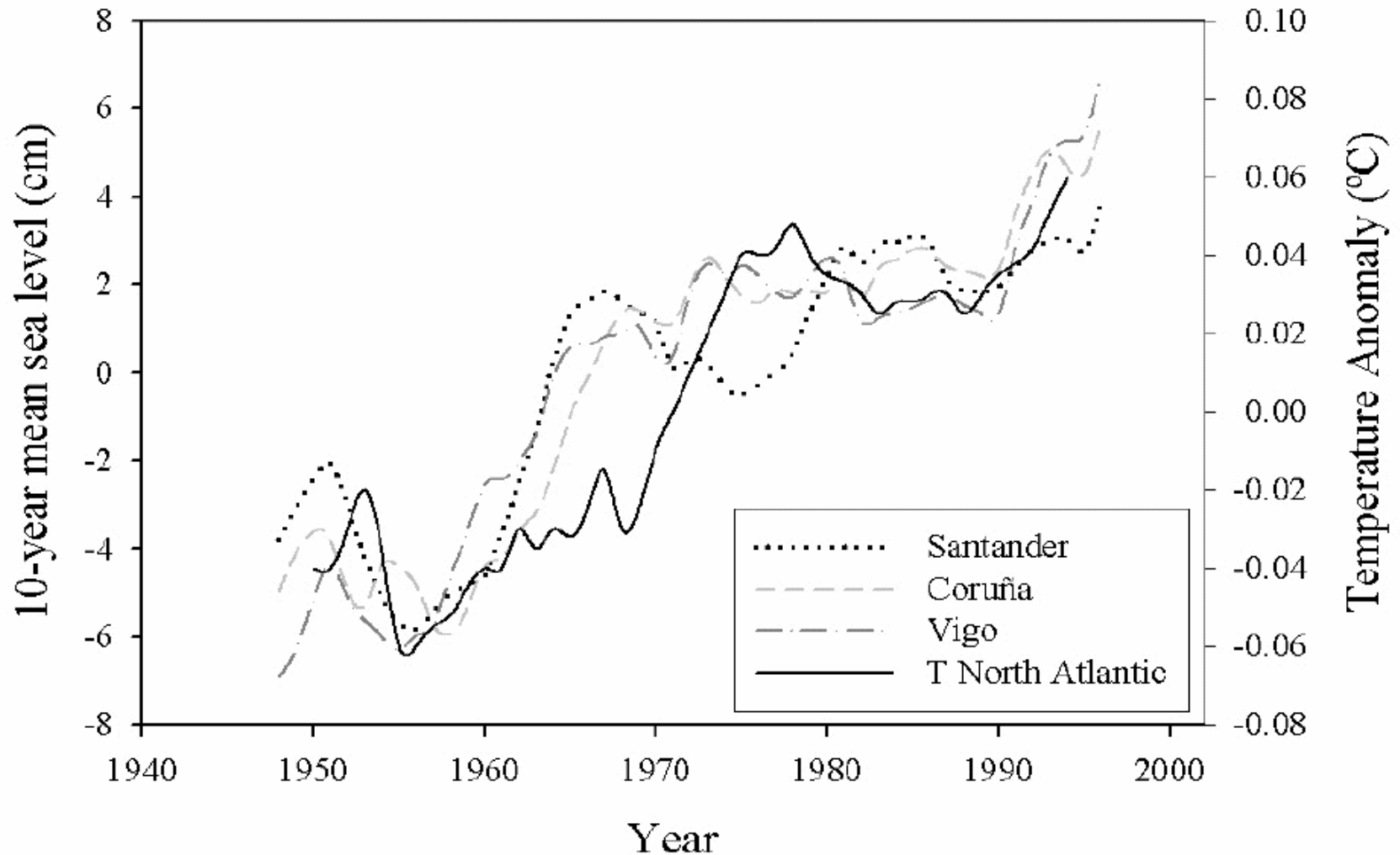
El valor de los servicios de los ecosistemas y del capital natural

Costanza et al, (1997)

Figure 2 Global map of the value of ecosystem services. See Supplementary Information and Table 2 for details.



El nivel del Mar en el Noroeste Ibérico



Ten-year moving average of sea-level recorded at the three IEO stations (discontinuous lines) and mean temperature of the North Atlantic ocean compiled by Levitus et al. (2000) (solid line).

El nivel del agua de mar se incrementa y puede afectar a una población humana importante

Potential impact of sea-level rise on Bangladesh



Today

Total population: 112 Million

Total land area: 134,000 km²



1.5 m - Impact

Total population affected: 17 Million (15%)

Total land area affected: 22,000 km² (16%)

Un ejemplo mas cercano

Potential impact of sea level rise: Nile Delta

Potent

e Delta

Population: 3 800 000

Cropland (Km²): 1 800



Population: 6 100 000

Cropland (Km²): 4 500



50 km

GRID Arendal UNEP

GRID Arendal UNEP IUGG INTERNATIONAL UNION OF GEODETIC AND GEOPHYSICAL SCIENCES

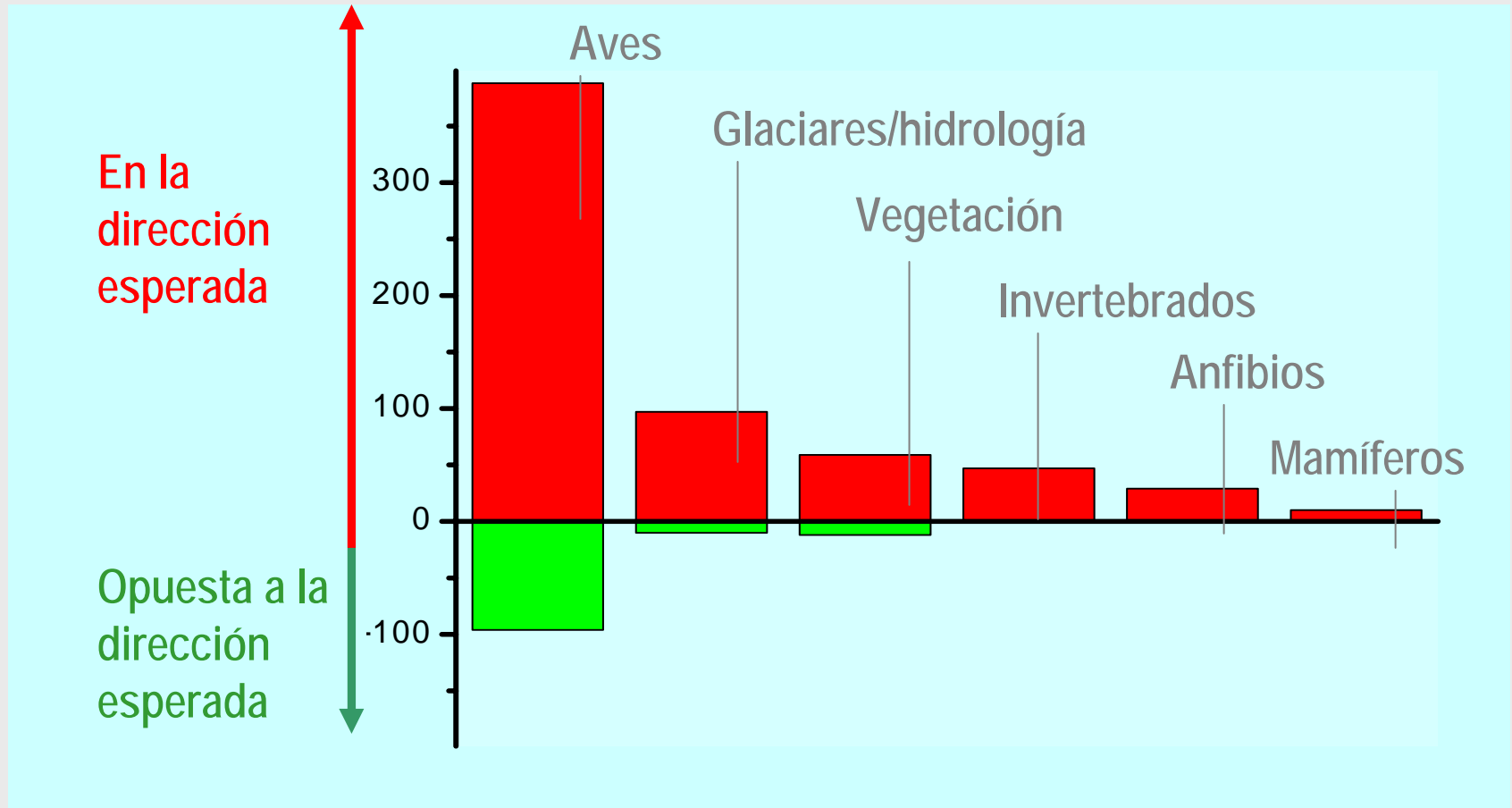
0 50 km

Sources: Otto Simonett, UNEP/GRID

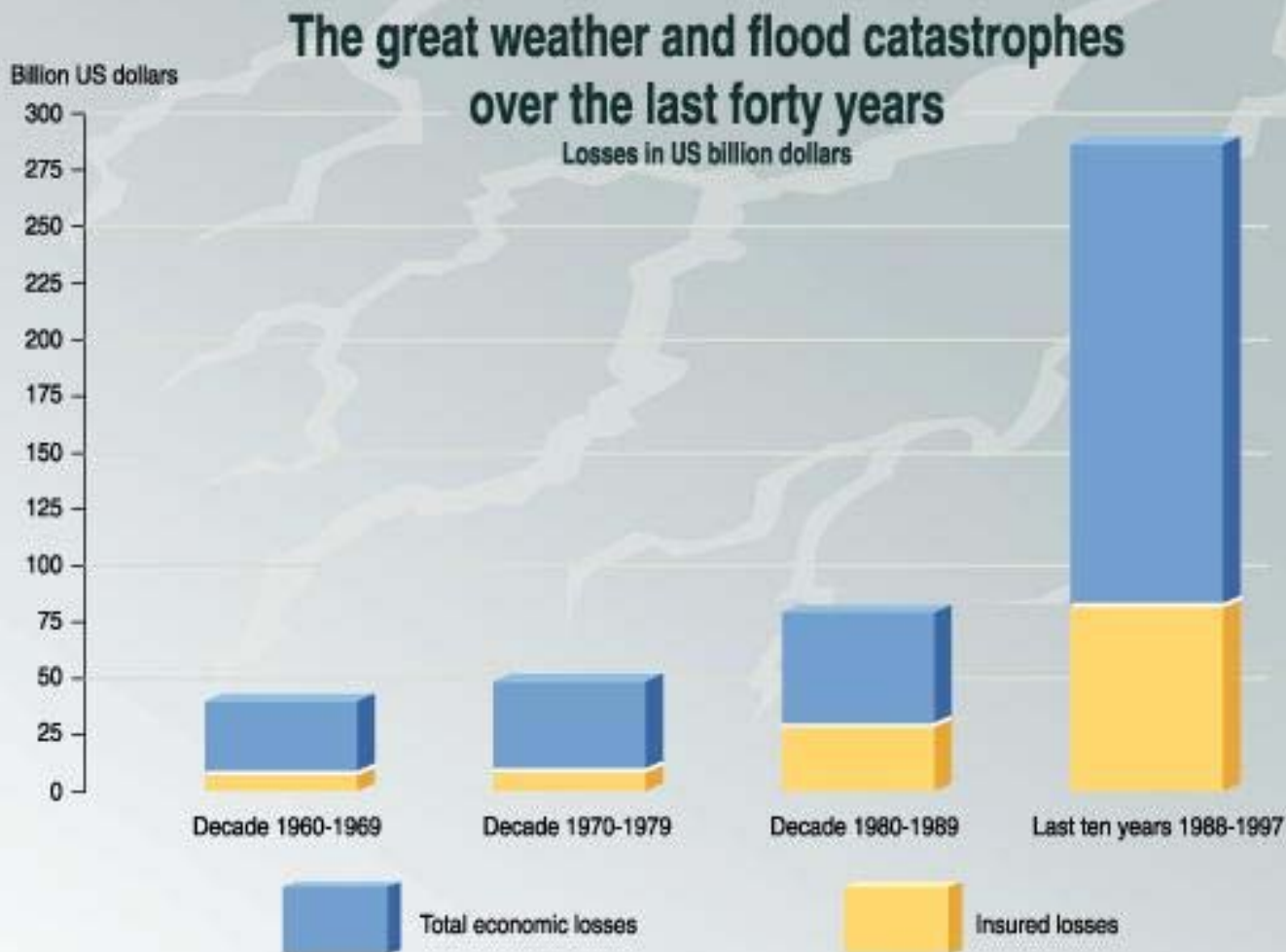
ERCKE Weltwirtschaftsatlas.

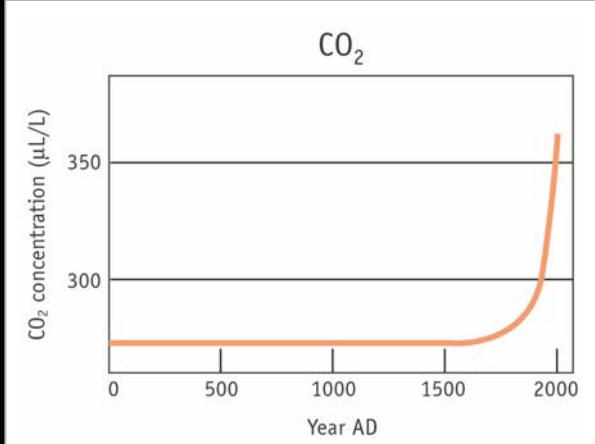
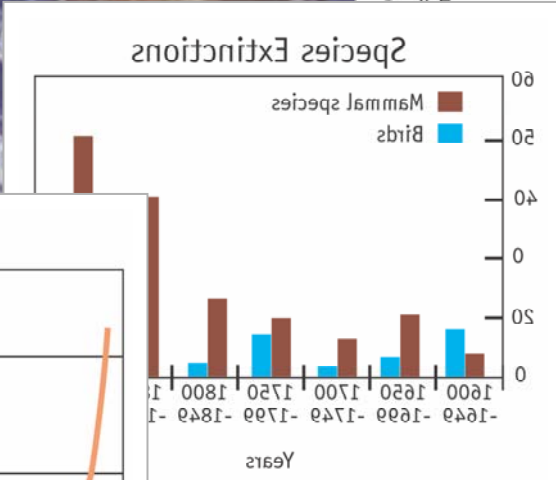
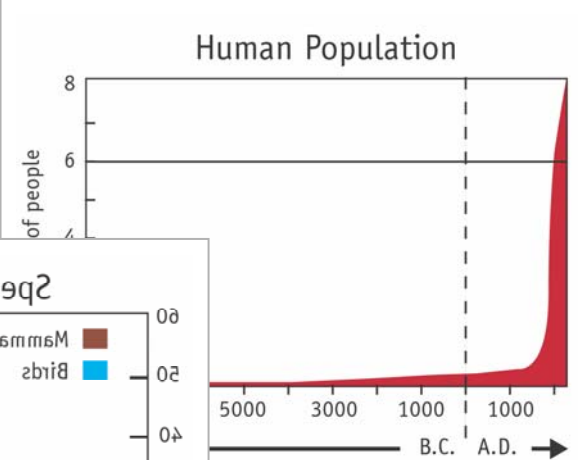
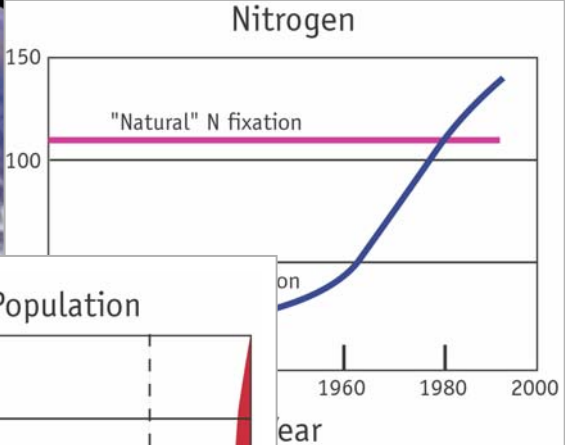
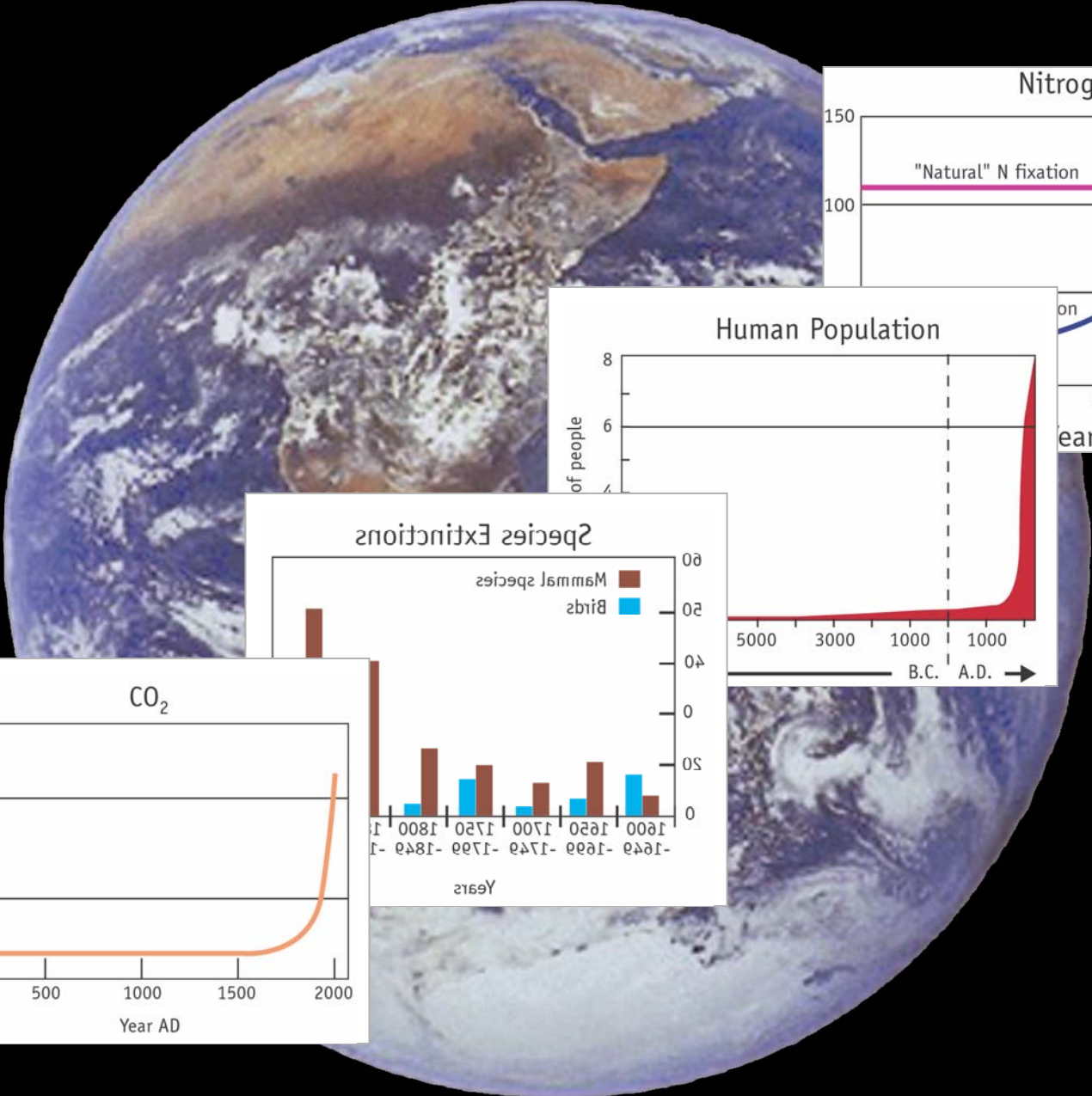
Numero de especies o procesos que cambian

90% de los casos físicos y 80% de los biológicos identificados están cambiando en la dirección prevista en relación a los cambios de temperatura



Los daños económicos relacionados con el clima se han incrementado





El Desafío: Gestión Sostenible de un Planeta siempre cambiante

A satellite view of Earth showing the Americas and surrounding oceans. The text is overlaid on the image.

**Nuestros descendientes nos
han dejado temporalmente
La Tierra**

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