



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



DÍA METEOROLÓGICO MUNDIAL 2014

*"Comprometiendo a los jóvenes con
el tiempo y el clima"*

Madrid, 4 de abril de 2014

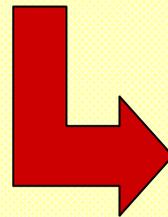
La nueva realidad del cambio climático

Javier Martín-Vide





Los límites físicos del planeta Tierra

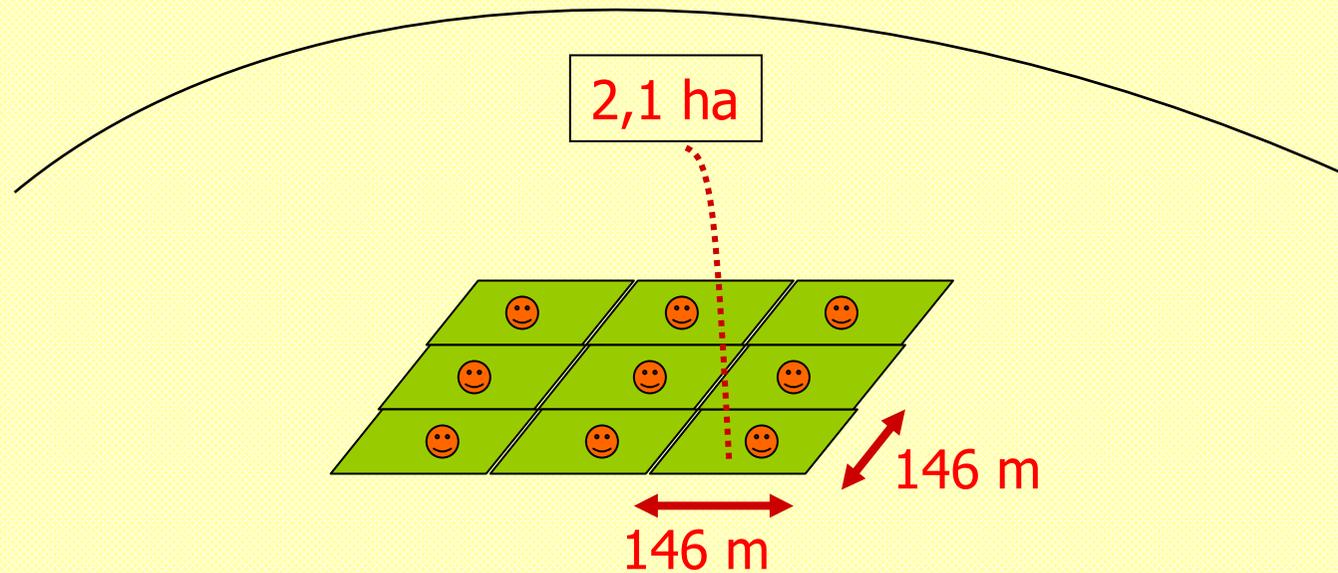


Sólo 40.000 km de
circunferencia (!).

Y 7.200 millones
de humanos.



A cada humano le corresponden **2,1 ha de superficie emergida**



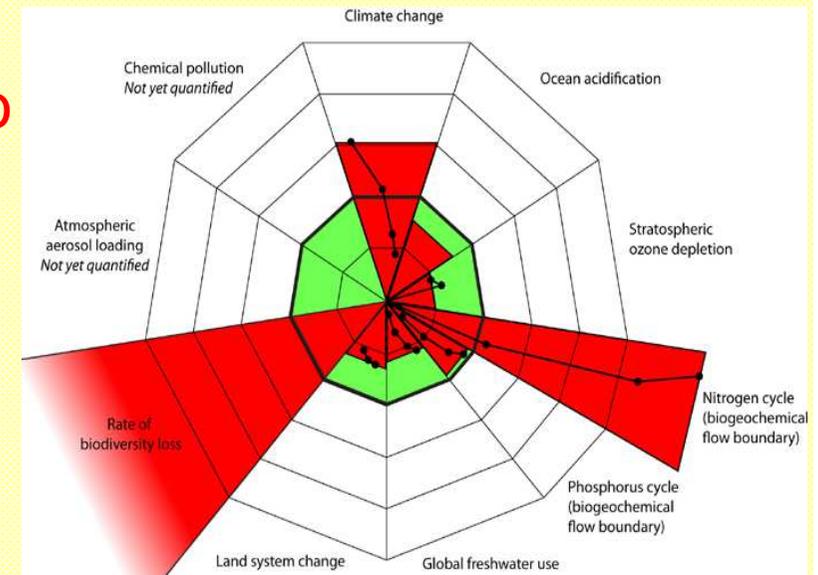
Contacto visual entre vecinos (!)

➔ Debate sobre la capacidad de carga del planeta: Otro debate.

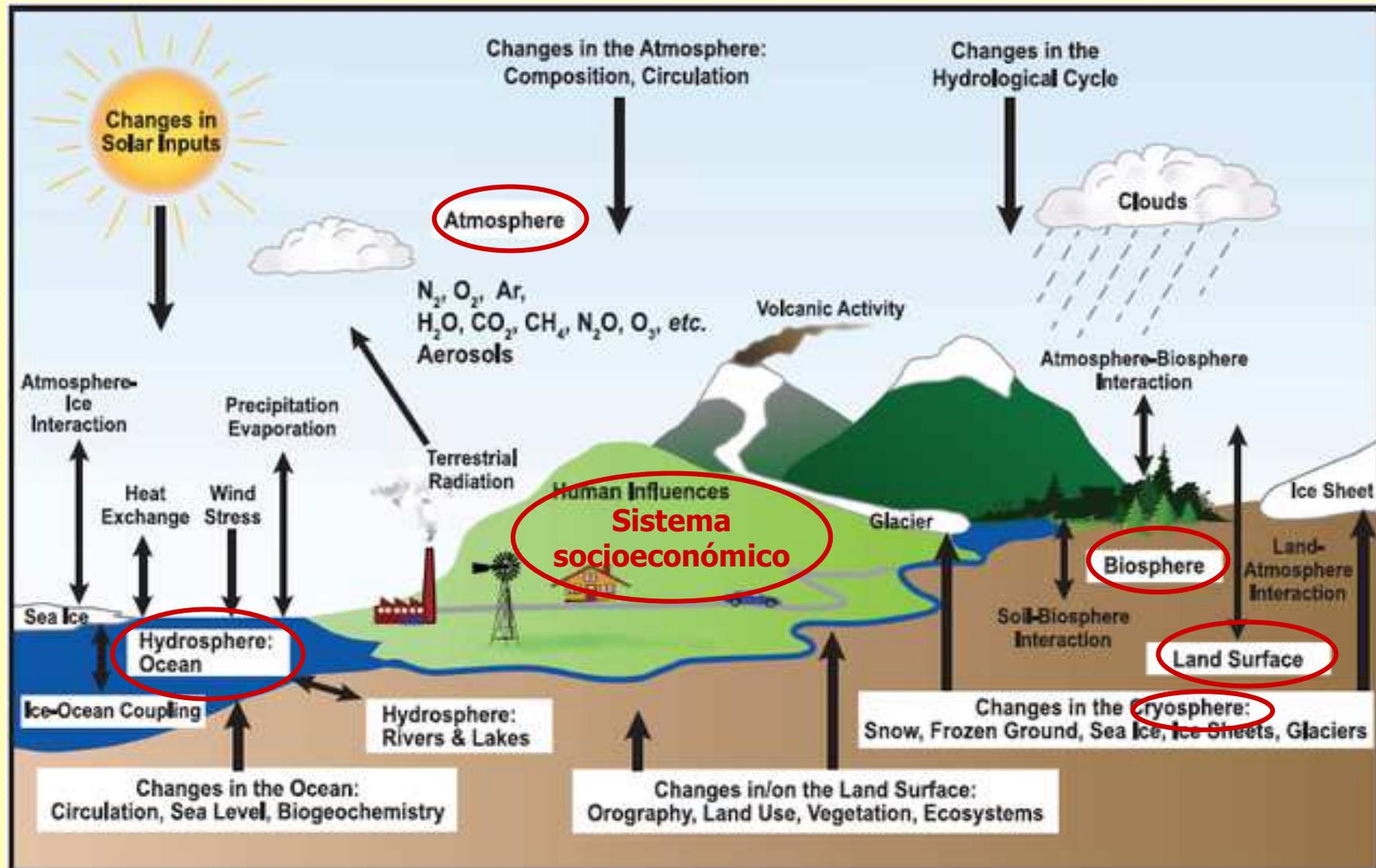
En Rockström, J., W....P. Crutzen...(2009) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32.

se identifican 9 problemas que llevan asociados sendos límites planetarios:

- **Cambio climático** (*2°C respecto a la temperatura preindustrial*)
- Acidificación del océano
- Cambios en los ciclos globales del P y N
- Agujero de ozono
- Carga de aerosol atmosférico
- Uso de agua dulce
- Cambios de usos del suelo
- Pérdida de biodiversidad
- Contaminación química



El sistema climático



La inercia del sistema climático: El océano, acumulador de calor, papel termorregulador



Metáfora del trasatlántico

- Even if atmospheric composition were fixed today, global-mean temperature and sea level rise would continue due to oceanic thermal inertia (Wigley, 20005, Science, Vol. 307 no. 5716 pp. 1766-1769)



El principio de cautela o de precaución obliga a la acción

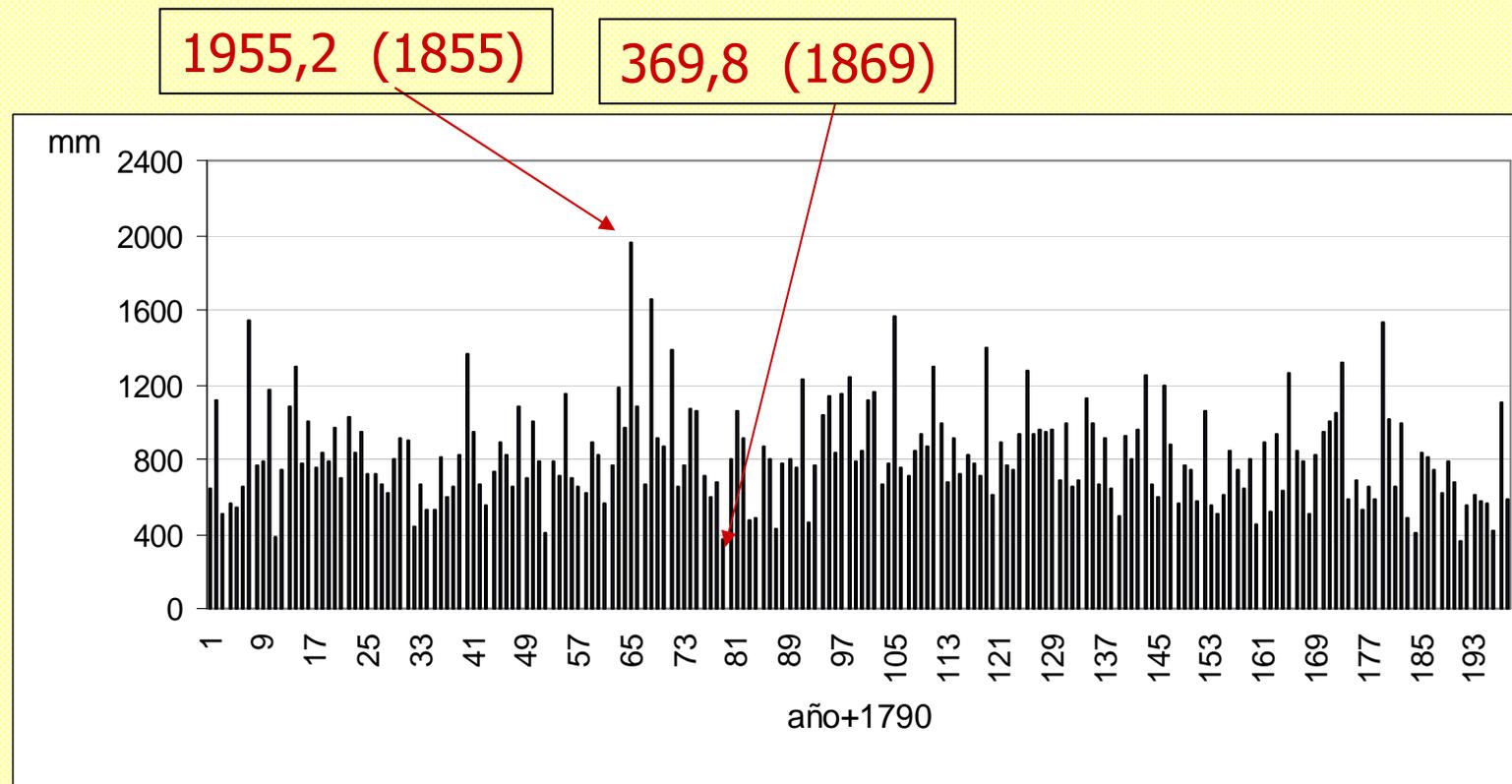
La variabilidad natural del clima: Solar, volcánica e interna

Volcán Eyjafjallajokull
(The Boston Globe)



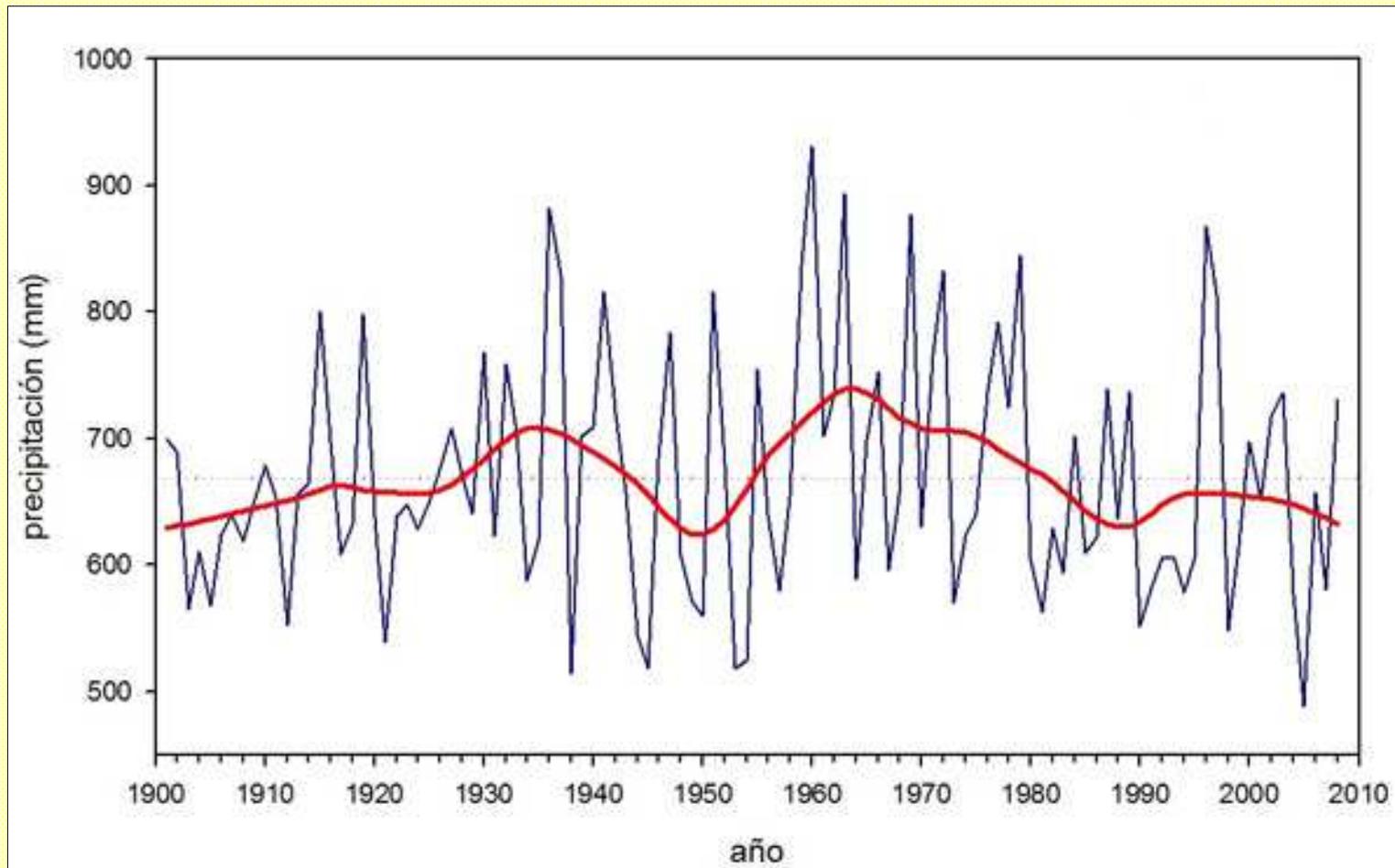
La variabilidad es una de las características esenciales del sistema climático

- A cualquier escala temporal, las variables climáticas presentan una acusada variabilidad



Precipitaciones anuales de Gibraltar (1791-1983)(Wheeler y Martín-Vide (1992))

Registro de precipitación anual de la Península Ibérica y Baleares, a partir de 66 observatorios, 1901-2010



Fuente: AEMET

El cambio climático no es una novedad. A lo largo de la historia geológica del planeta se han producido cambios climáticos numerosos y de notable magnitud

- Por causas naturales externas (cambios en la “constante” solar, ciclos de los parámetros orbitales, etc.)
- Por causas naturales endógenas (variación en la actividad volcánica, “desplazamiento” de los continentes, etc.)



Foto: Ramon Baylina

IPCC (elaboración)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)

WMO y UNEP
www.ipcc.ch

1er IPCC (1990)
2º IPCC (1995)
3er IPCC (2001)
4º IPCC (2007)
5º IPCC (2014)

4º IPCC

- 450 autores principales
- 800 autores contribuyentes
- Más de 2.500 revisores científicos expertos
- Más de 130 estados
- Período elaboración 2003-2007

5º IPCC WG1

- 259 autores principales
- 600 autores contribuyentes
- 54.667 comentarios

WG1, Base de
ciencia física

WG2,
Impactos,
adaptación y
vulnerabilidad

WG3,
Mitigación

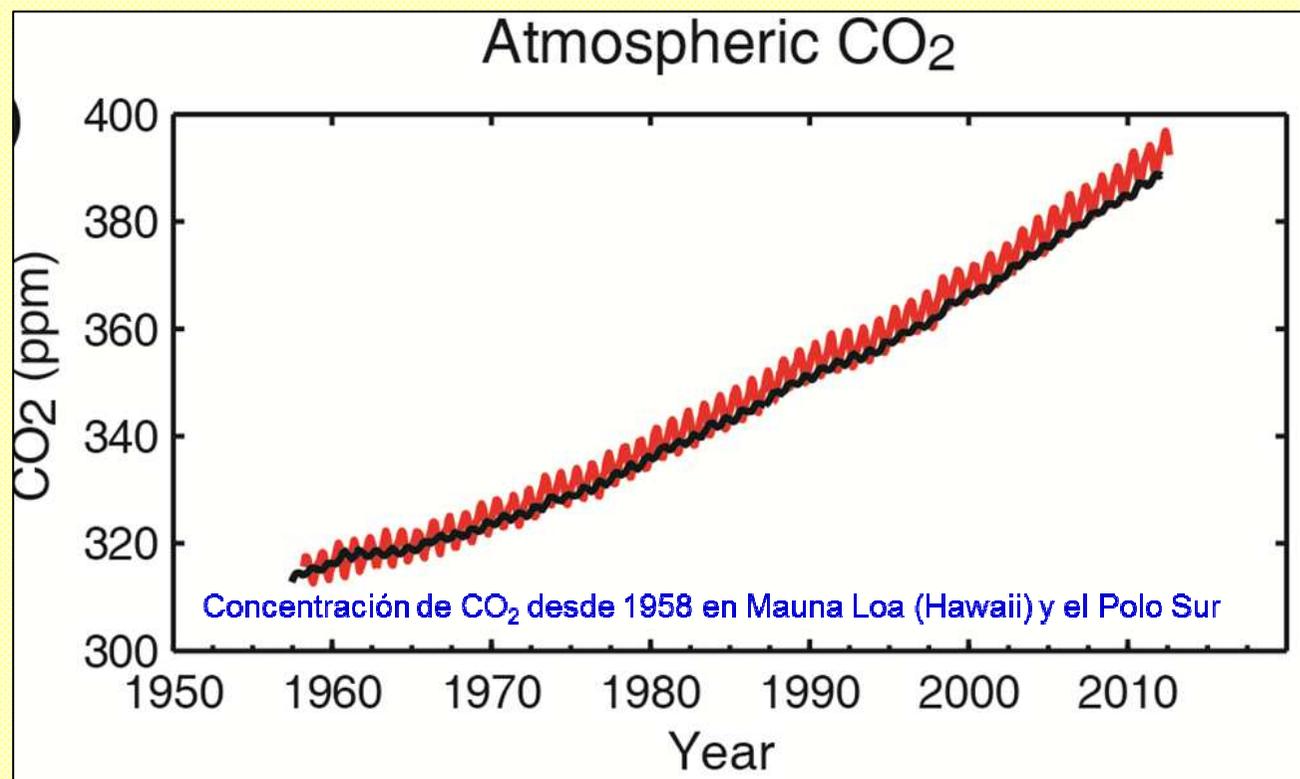
5º Informe IPCC, Grupo de Trabajo I (2014)

Resumen para políticos

“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y, desde los años 50 del siglo XX, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los totales de hielo y nieve han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado”

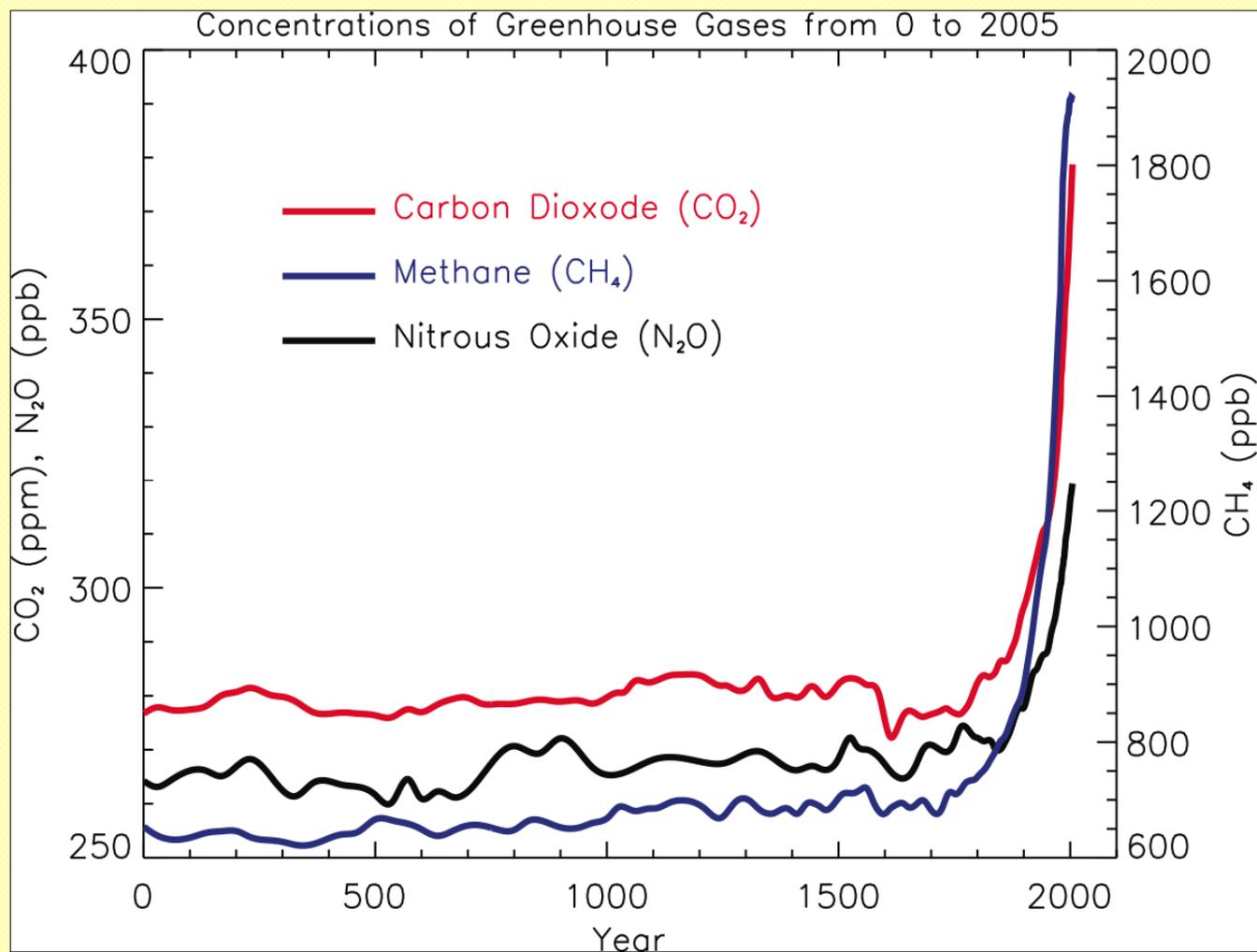
La composición química de la atmósfera se ha modificado desde el comienzo de la Revolución Industrial por causa antrópica

- La concentración actual de CO₂ troposférico es de 398,0 ppmv (febrero 2014), cuando a finales del siglo XIX era de 290 ppmv



Evolución del CO₂ a partir de reconstrucción paleoclimática

“Somos los primeros seres humanos que respiramos aire con 400 ppm de CO₂” (Christiana Figueres)



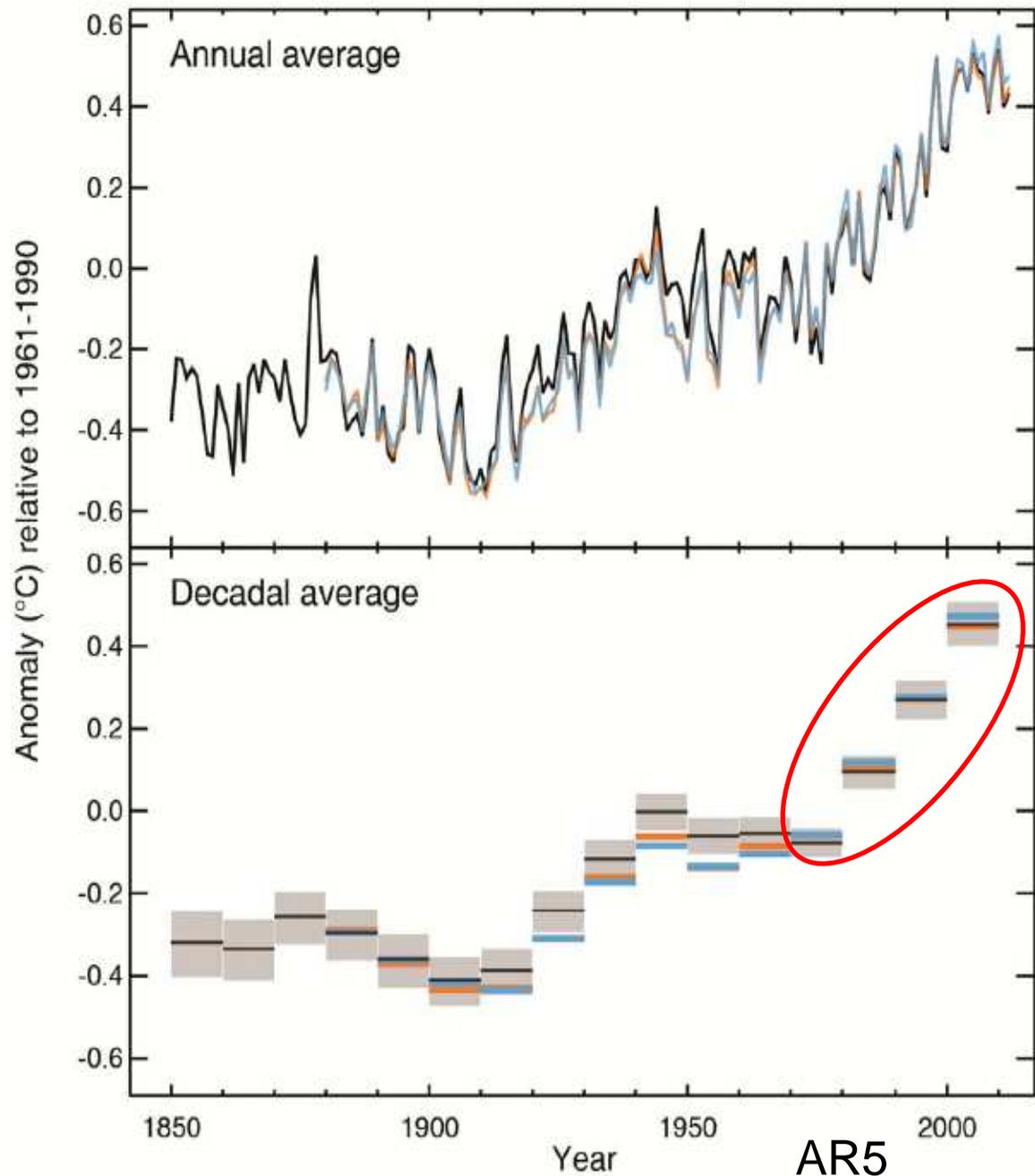
AR4

La temperatura media global ha aumentado $0,85^{\circ}\text{C}$ durante el período 1880-2012

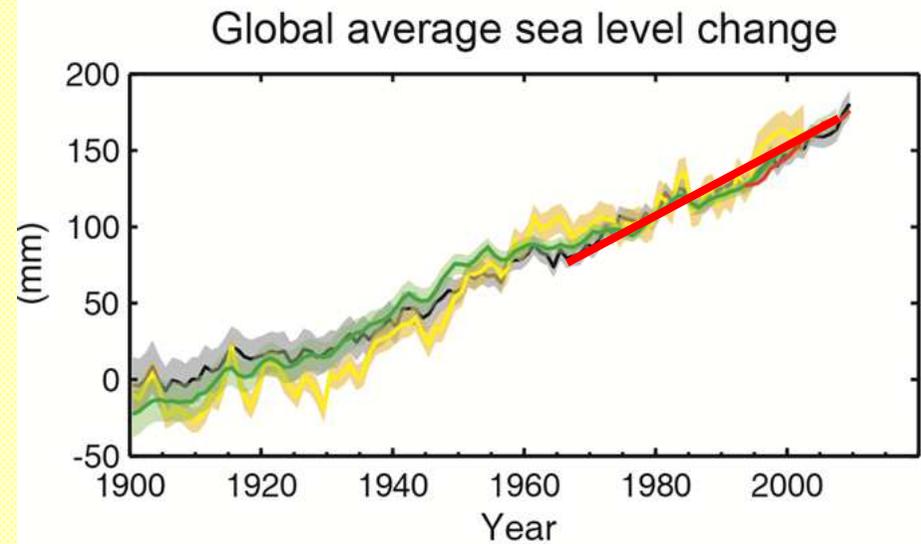
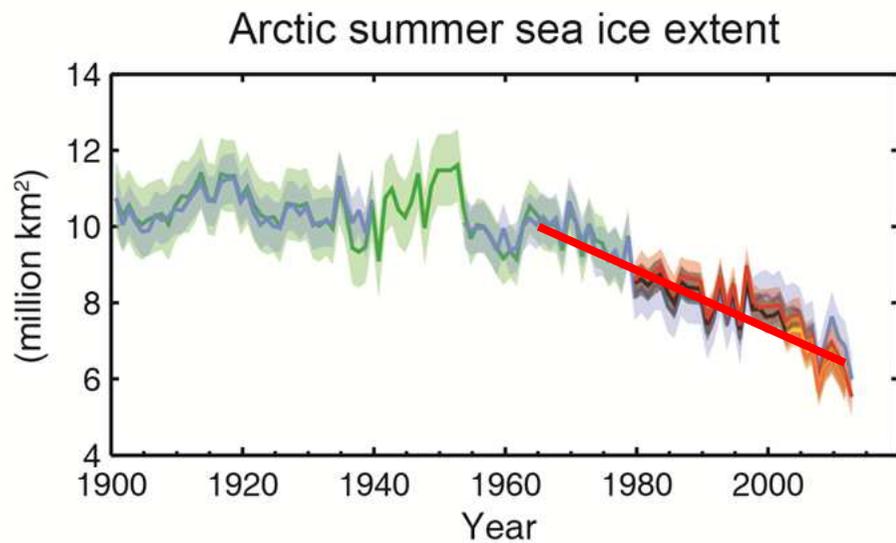
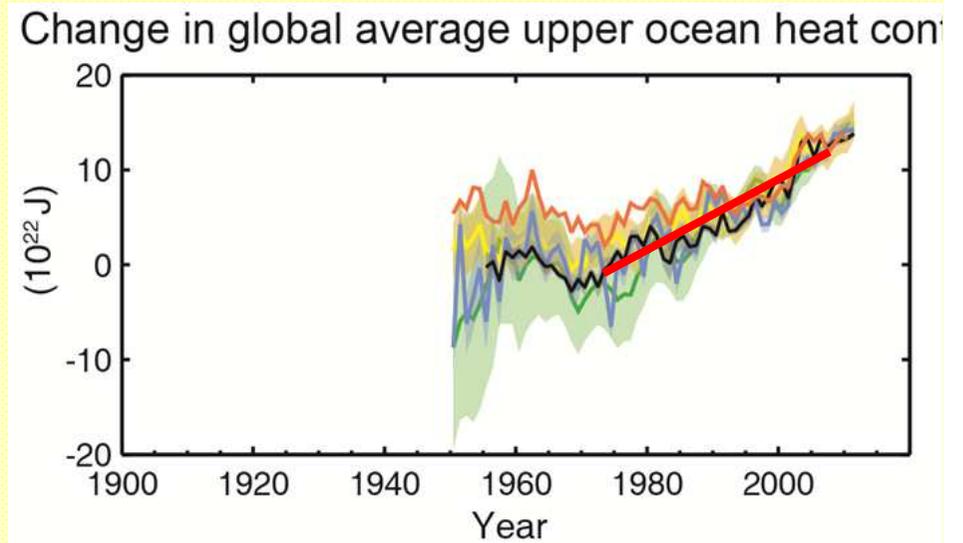
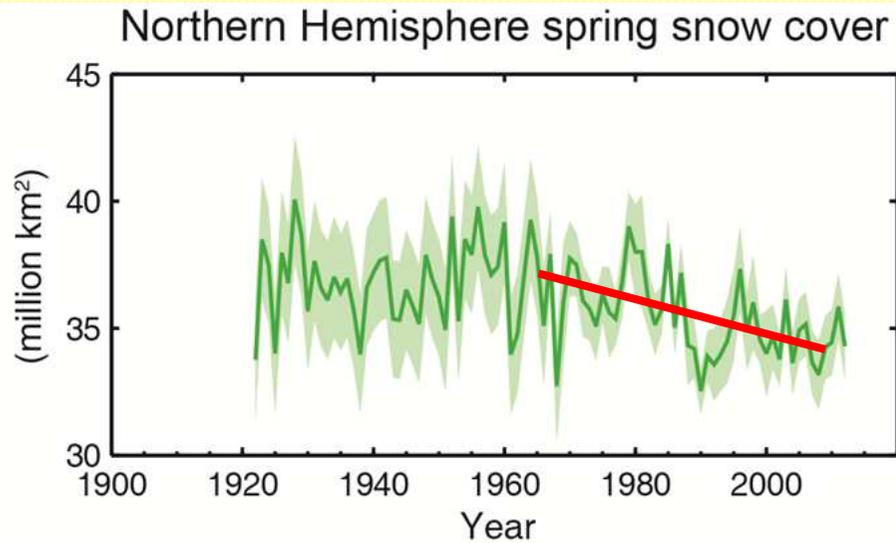
Las tres últimas décadas han sido, sin duda, sucesivamente las más cálidas de todo el período instrumental, período en el que hay suficientes registros meteorológicos, desde 1850

(a)

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012



Otros cambios observados



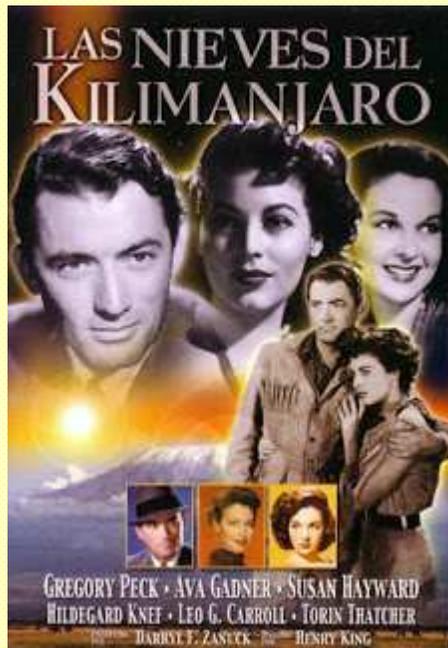
Ejemplo del retroceso glaciar

Evolución de la superficie del glaciar Chacaltaya (Bolivia)
en el período 1940-2005



Desapareció en 2010

IPCC AR4



Las nieves del Kilimanjaro



1952 13,3 km²

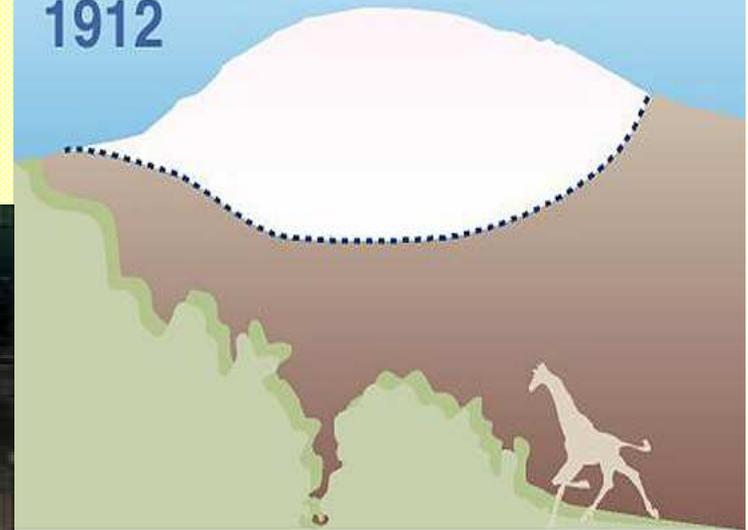
2011 2,1 km²



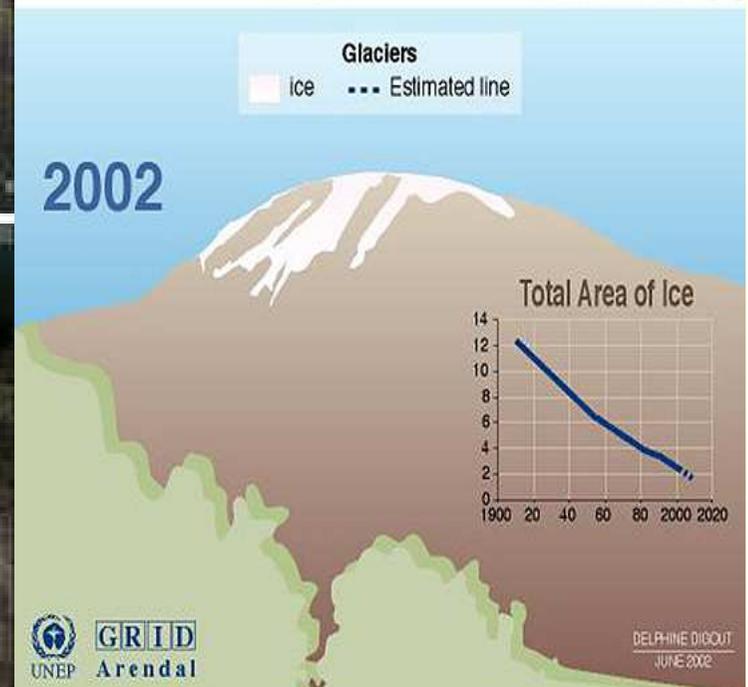
NASA

The Melting Snows of Kilimanjaro

1912



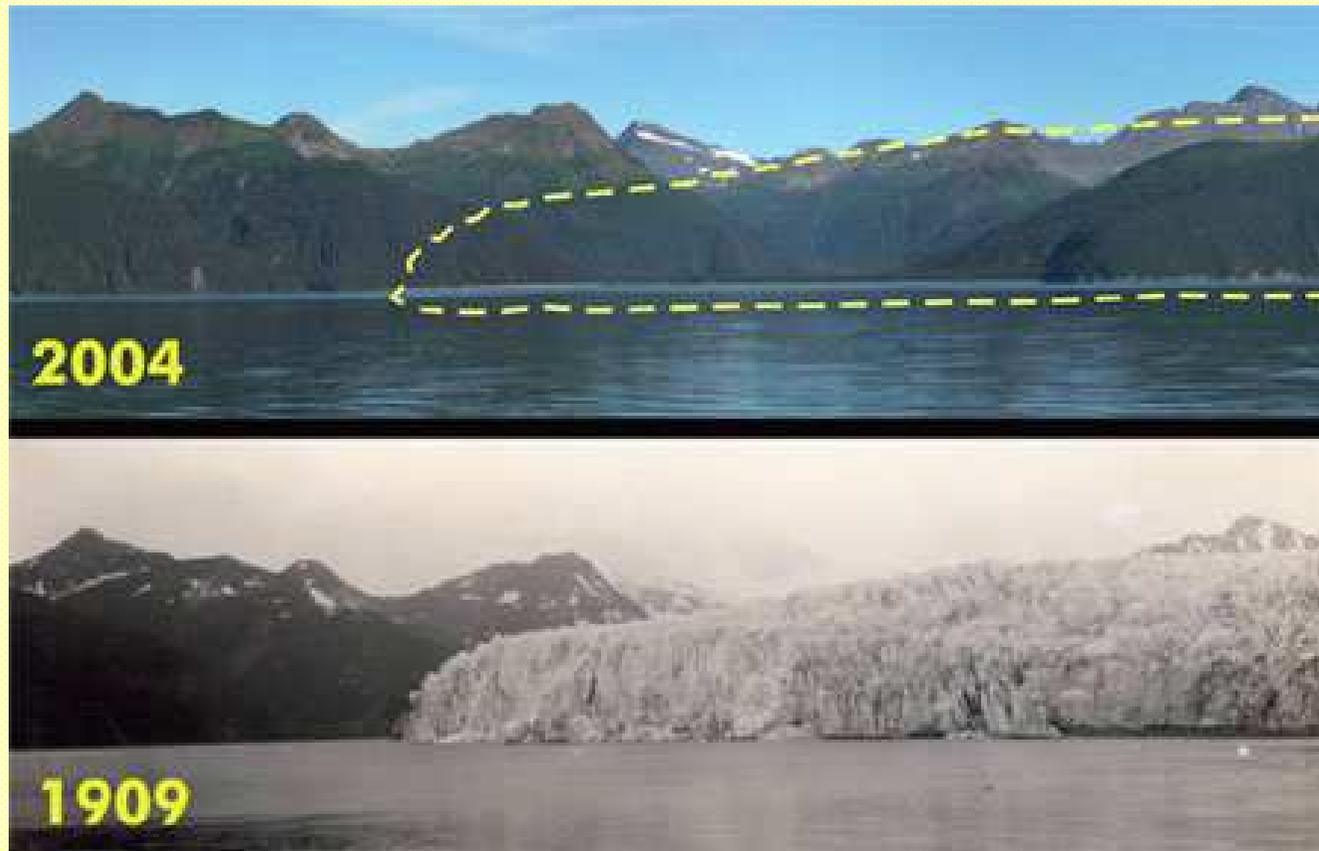
2002



UNEP GRID Arendal

DELPHINE DISOULT
JUNE 2002

Sources: Meeting of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), February 2001 ; Earthobservatory.nasa.gov.



McCarty Glacier en Alaska.

<http://www.wrd.org/engineering/central-west-coast-basin-climate-change.php>



Glaciares Oriental (1) y Occidental (2) de la Maladeta, desde el pico de Paderna.
Los 100 últimos glaciares del sur de Europa, de Jordi Camins (2013)

La elevación del nivel marino



- La elevación del nivel marino medio global ha sido de 0,19 m en el período 1901-2010, por la expansión térmica del agua y la fusión de glaciares y capas de hielo.

“Es extremadamente probable que la influencia humana haya sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX” (AR5)

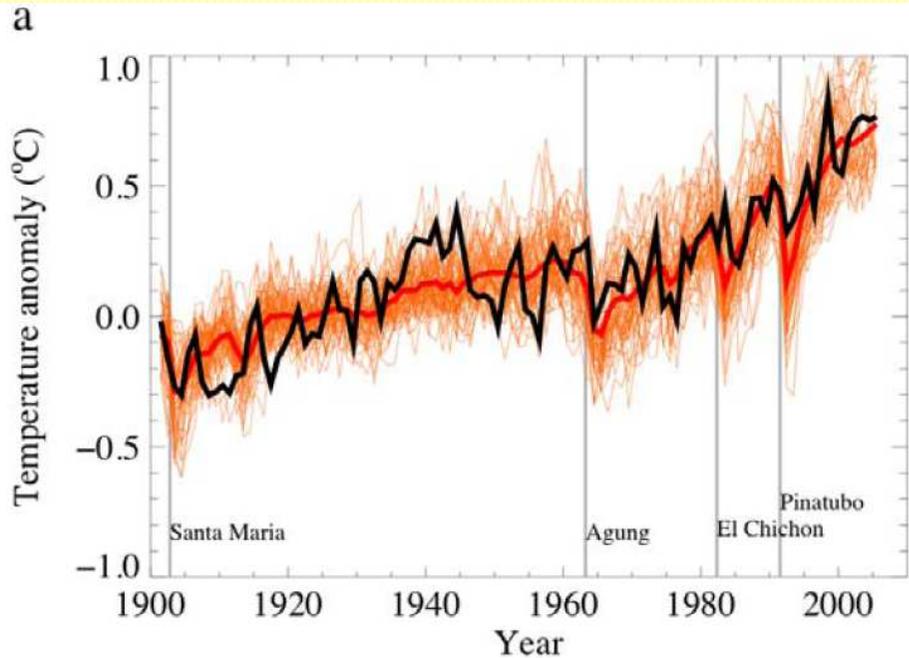
$\geq 95\%$

La certidumbre sobre la causa antrópica del cambio climático

66% **3°IPCC 2001** “Most of the observed warming over the last 50 years is **likely** to have been due to the increase in greenhouse gas concentrations”

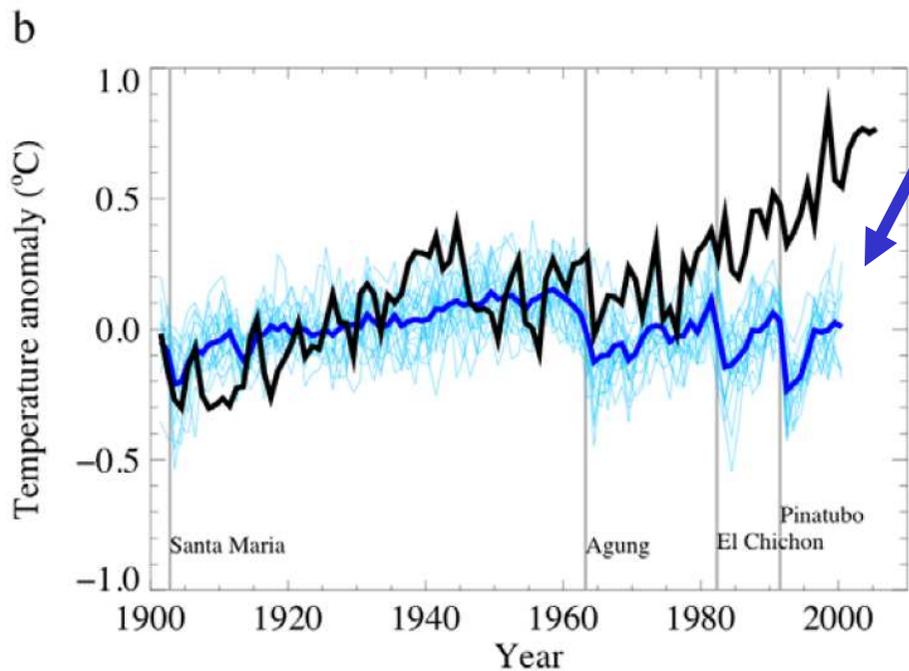
90% **4°IPCC 2007** “Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is **very likely** due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations”

95% **5°IPCC 2013** “It is **extremely likely** that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century”



Observaciones
Forzamientos naturales y antrópicos

El calentamiento actual no es explicable considerando sólo la variabilidad natural



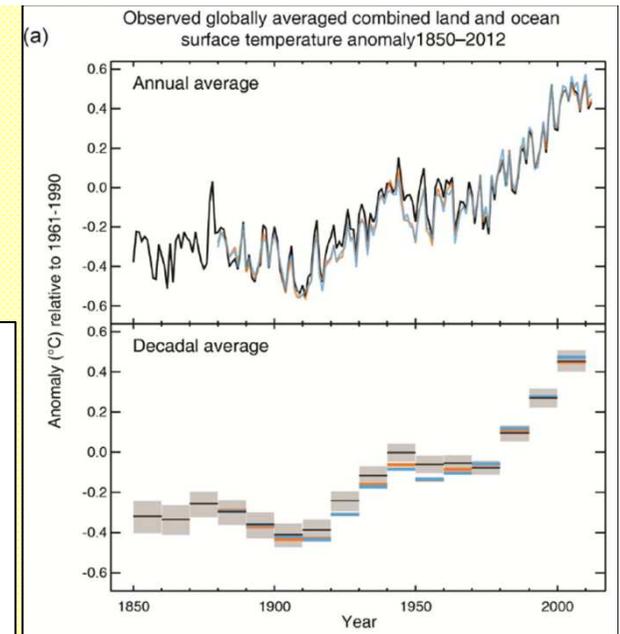
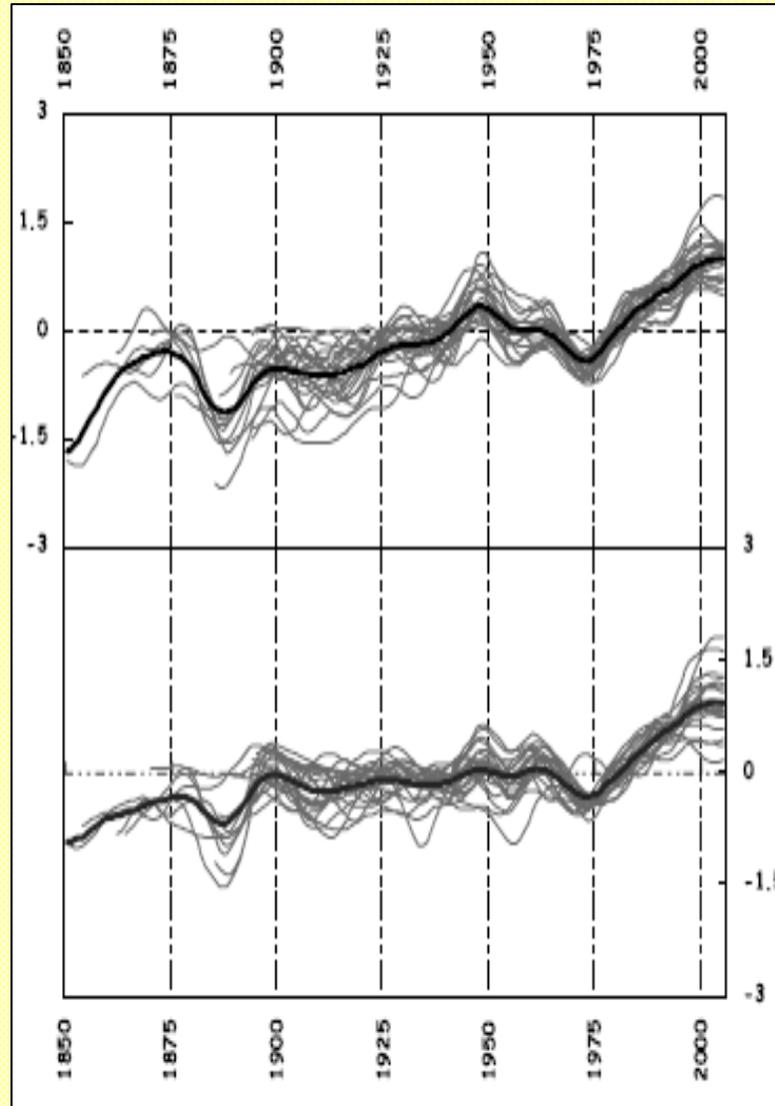
Observaciones

Forzamientos naturales (solar+volcánico)

AR4

La evolución térmica en la Península Ibérica ha sido paralela a la planetaria

Evolución temporal de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas de 22 observatorios españoles durante el período 1850–2005, expresada como anomalías (en °C) respecto a 1961-90 y suavizada con un filtro gaussiano de 13 años

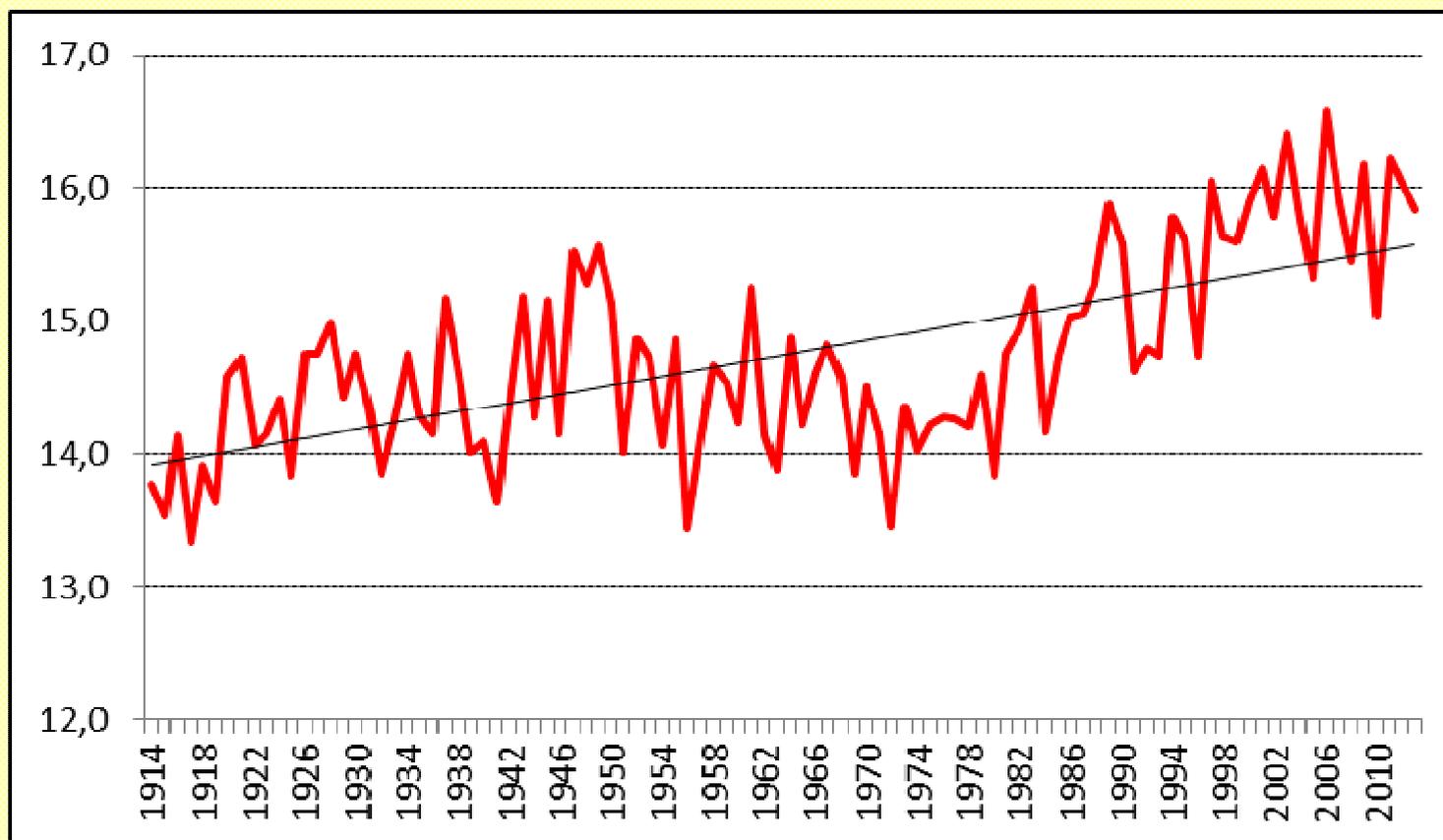


Brunet *et al*, 2007

Evolución de la temperatura media anual en Barcelona (Fabra) (1914-2013)

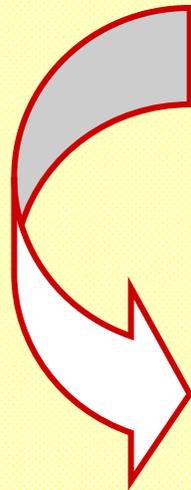


http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fabra_observatory_in_Barcelona.jpg

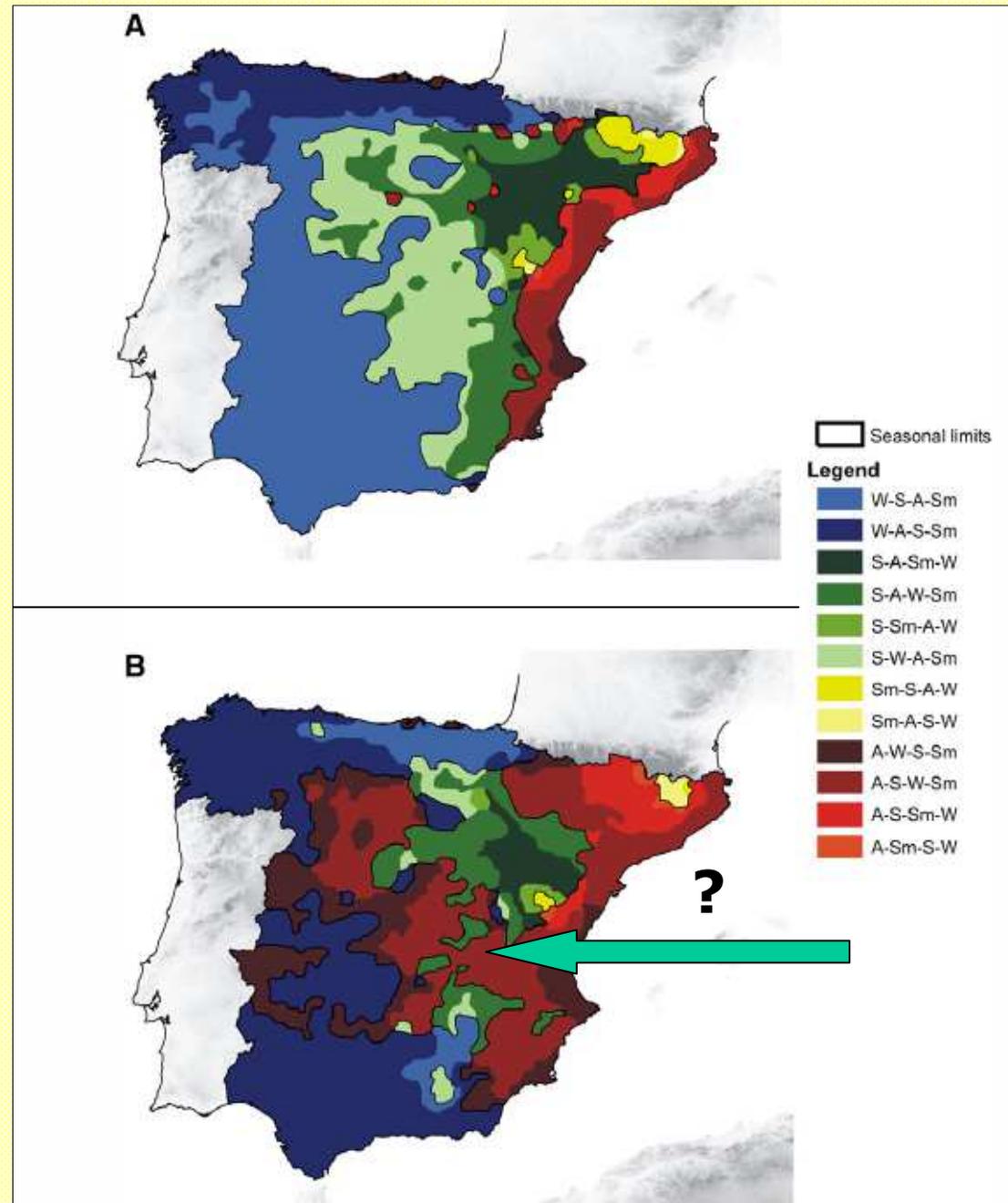


Un cambio significativo: Los regímenes pluviométricos estacionales en España

1946-1975



1976-2005



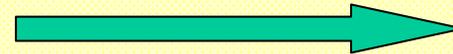
De Luis, Brunetti, González-Hidalgo, Longares y Martín-Vide (2010)

Los riesgos climáticos: Los episodios meteorológicos extremos no tienen que ver con el cambio climático, aunque éste producirá, probablemente, su aumento e intensificación



$$\text{Riesgo} = f(P, V, E)$$

P: Peligro (riesgo) natural



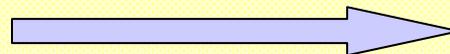
NATURALEZA

V: Vulnerabilidad



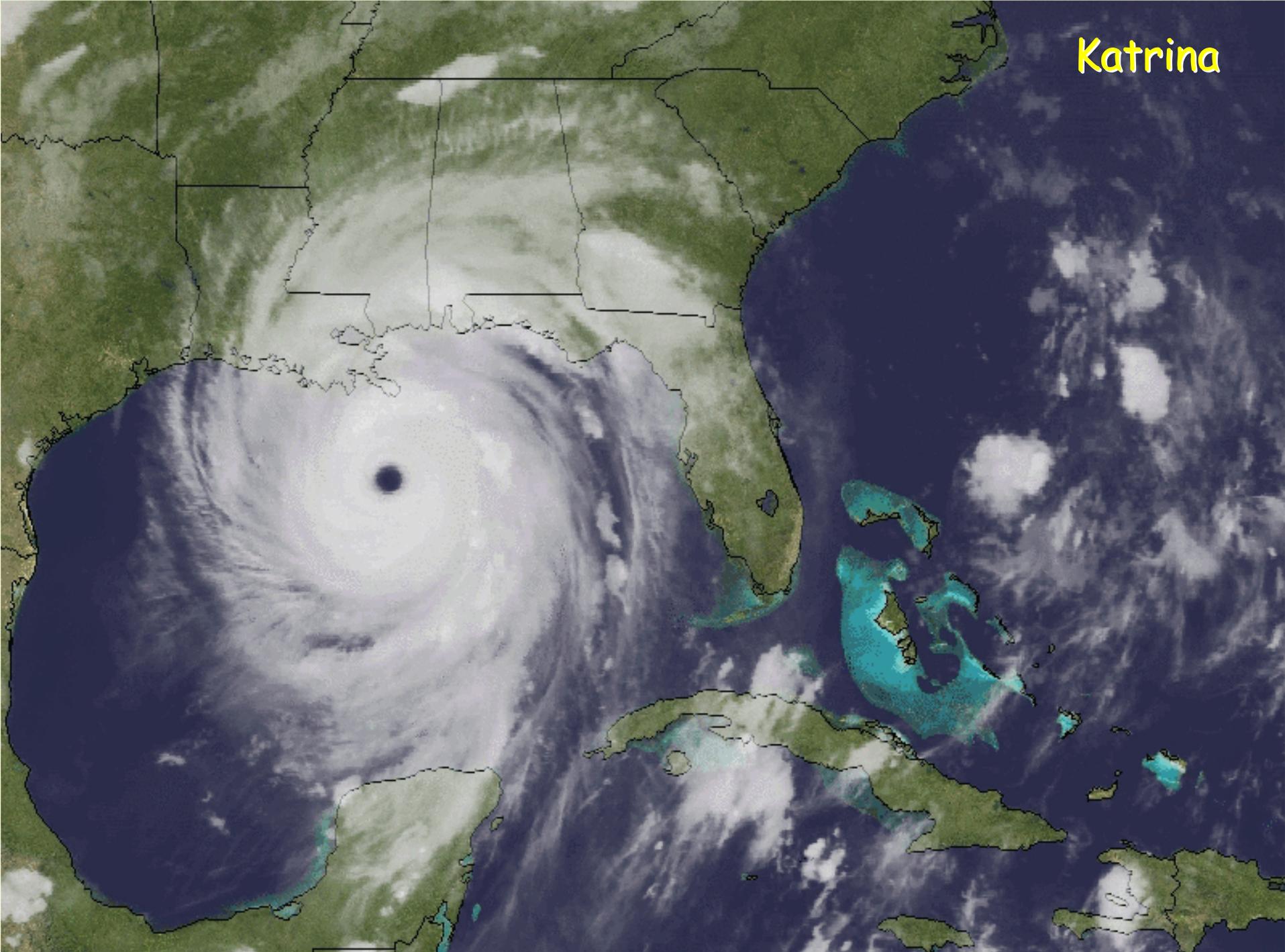
SOCIEDAD

E: Exposición

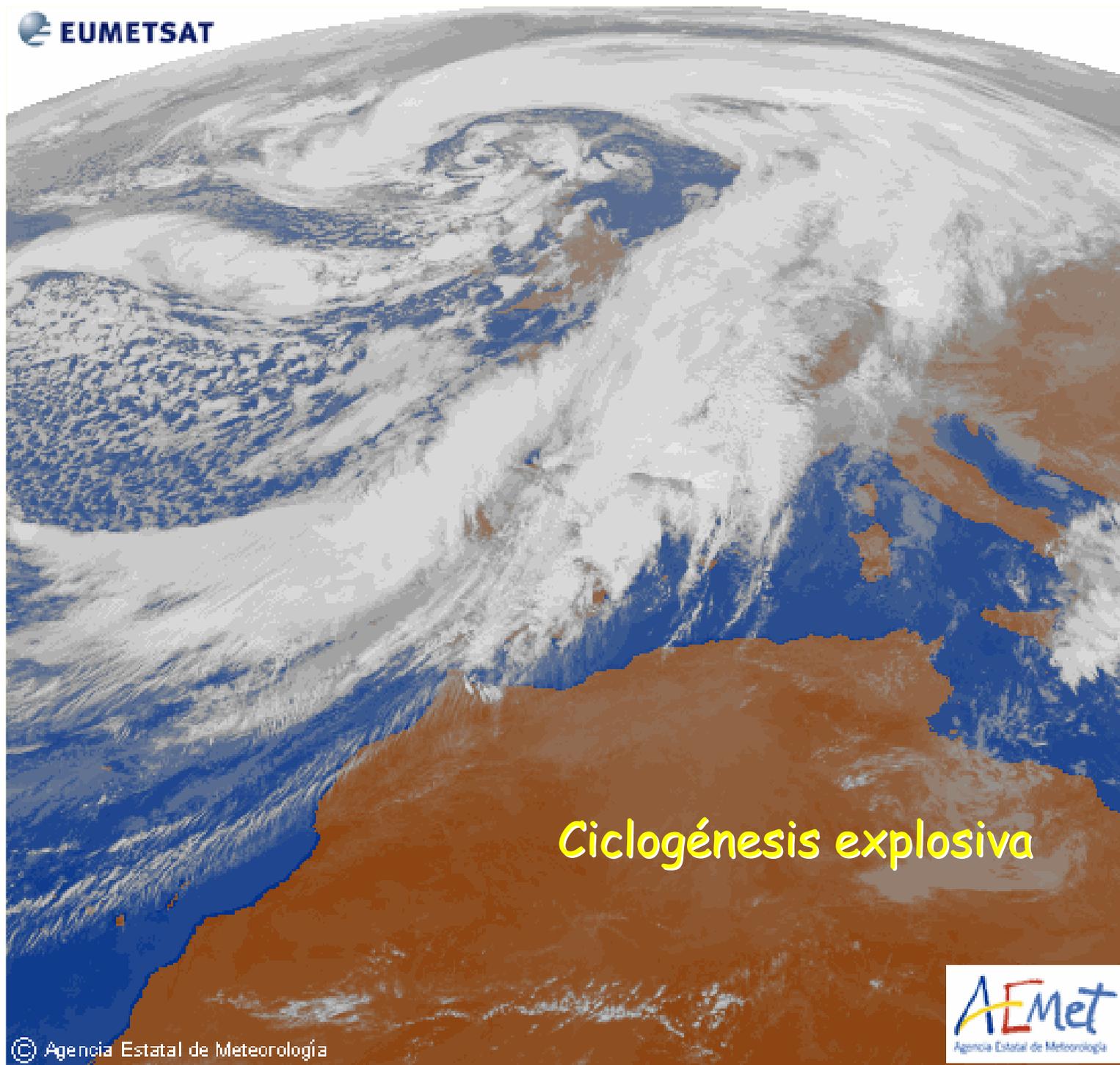


TERRITORIO

Katrina



29 AUG 2005 - G-12 IMG - 01:15:00UTC



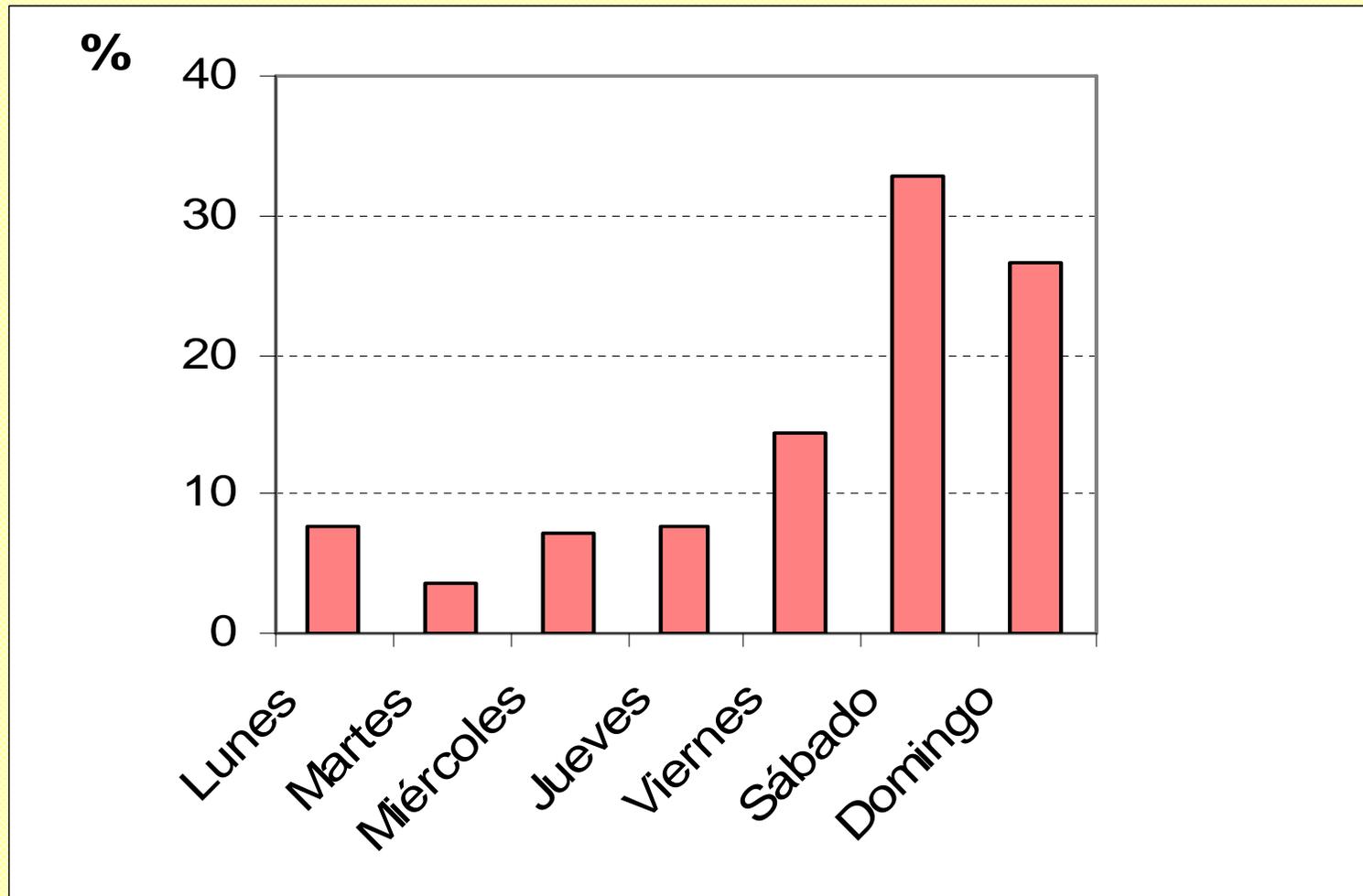
Ciclogénesis explosiva

La percepción climática difiere a menudo de la realidad climática, por lo que los presuntos cambios climáticos “percibidos” casi nunca cuentan con el aval de los registros instrumentales

- De todos modos, es interesante conocer lo que percibe el ciudadano, dado que los humanos nos comportamos no tal como es la realidad, sino tal como la percibimos



¿Qué día de la semana es más lluvioso?



Martín Vide (1991)

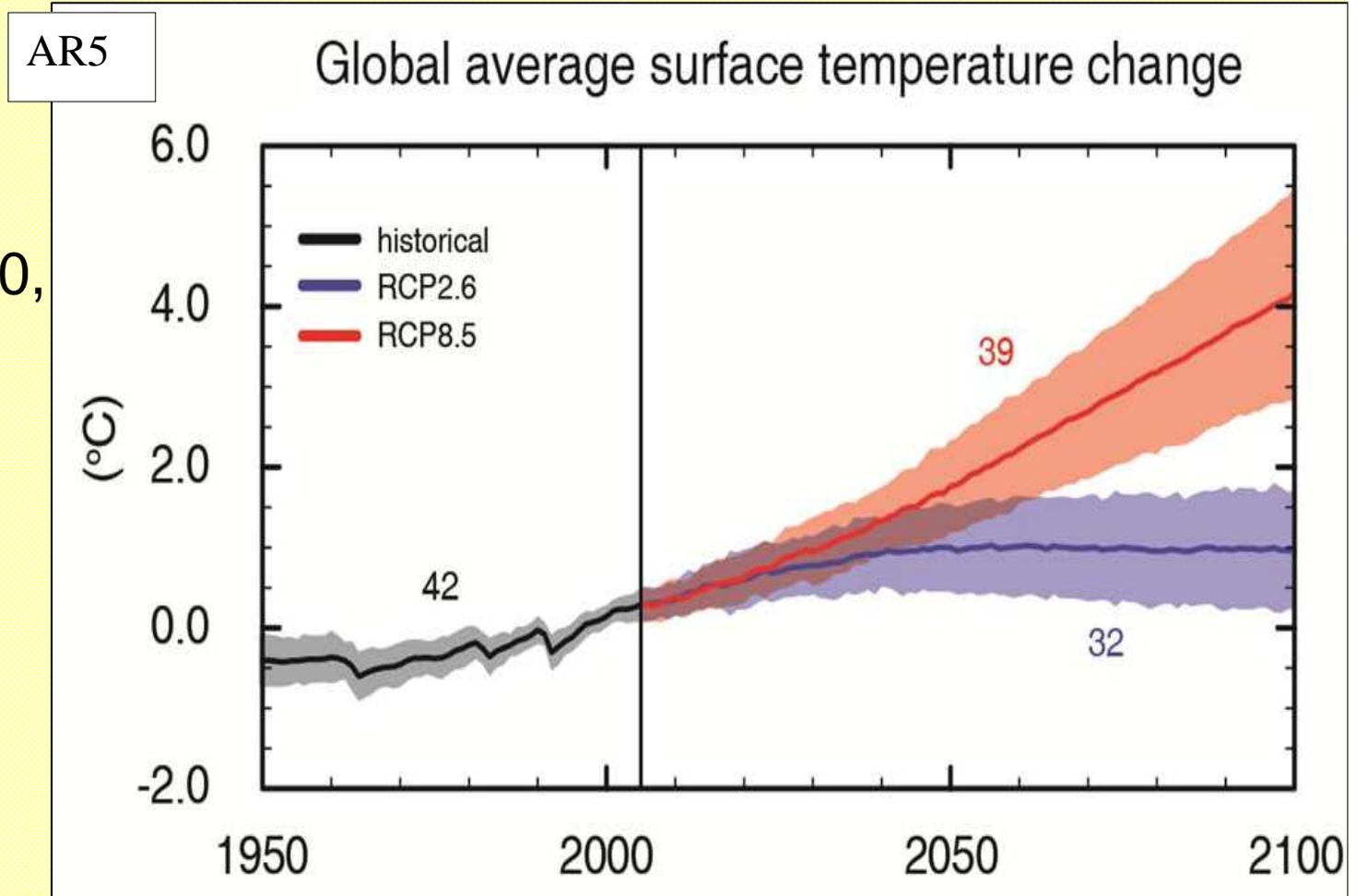
Las proyecciones climáticas...no predicciones



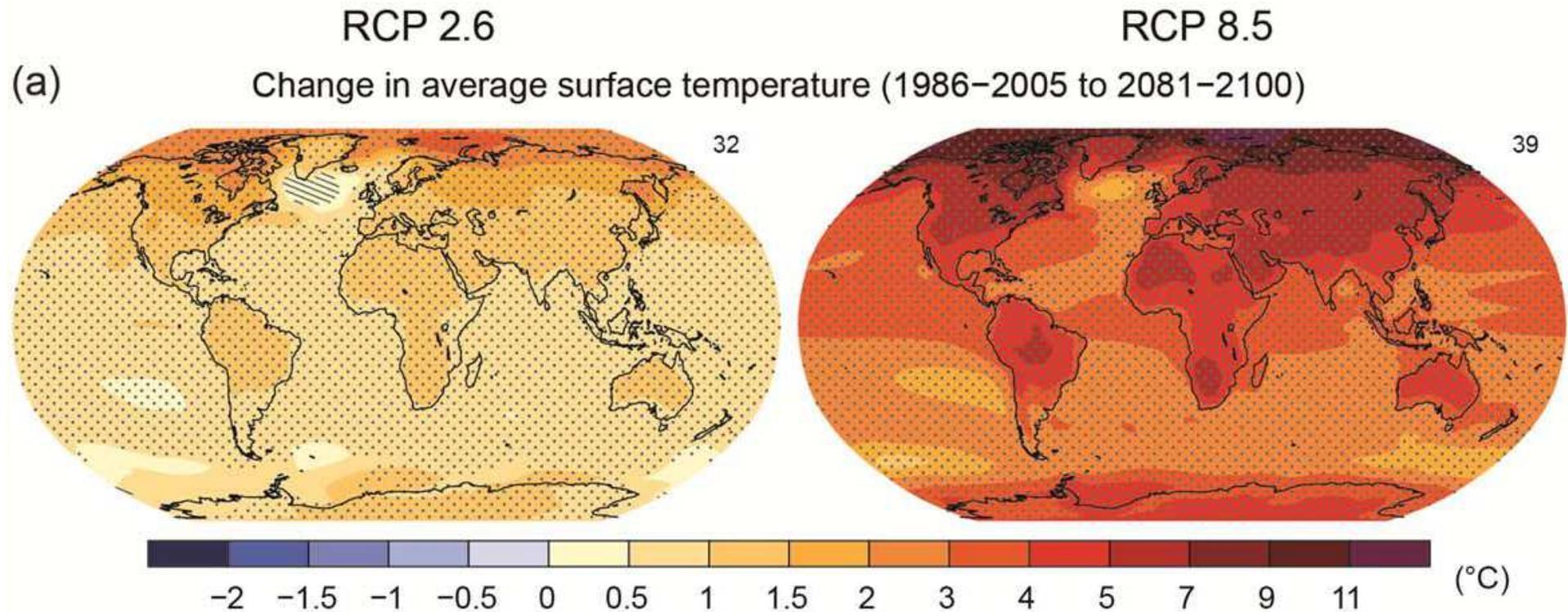
La Patagonia desconocida, Linde
Waidhofer (libro electrónico)

Proyecciones de temperatura

Aumento proyectado de temperatura para 2081-2100, respecto a 1986-2005: Entre **1,0** y **3,7°C**.

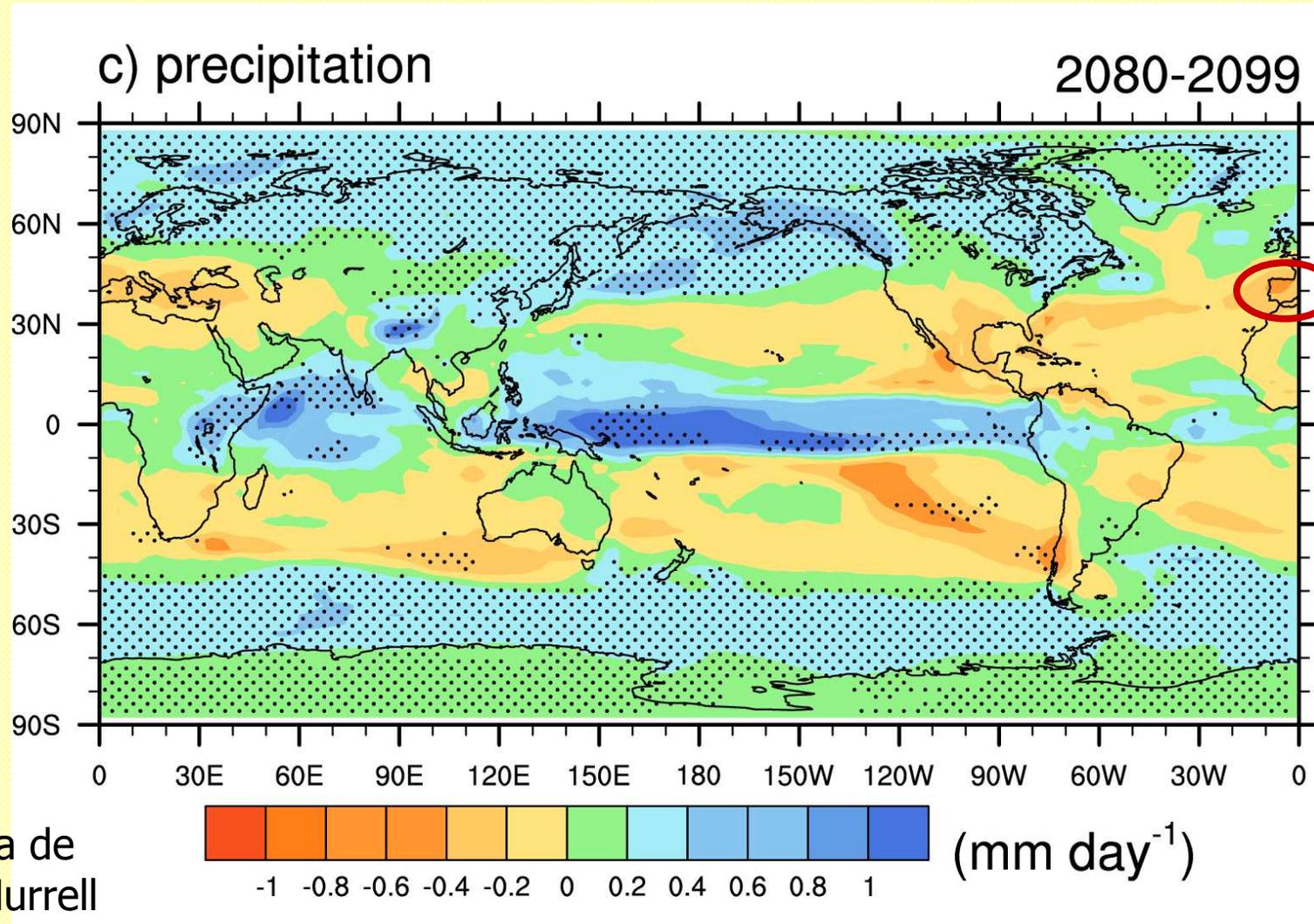


Proyecciones planisféricas de la temperatura



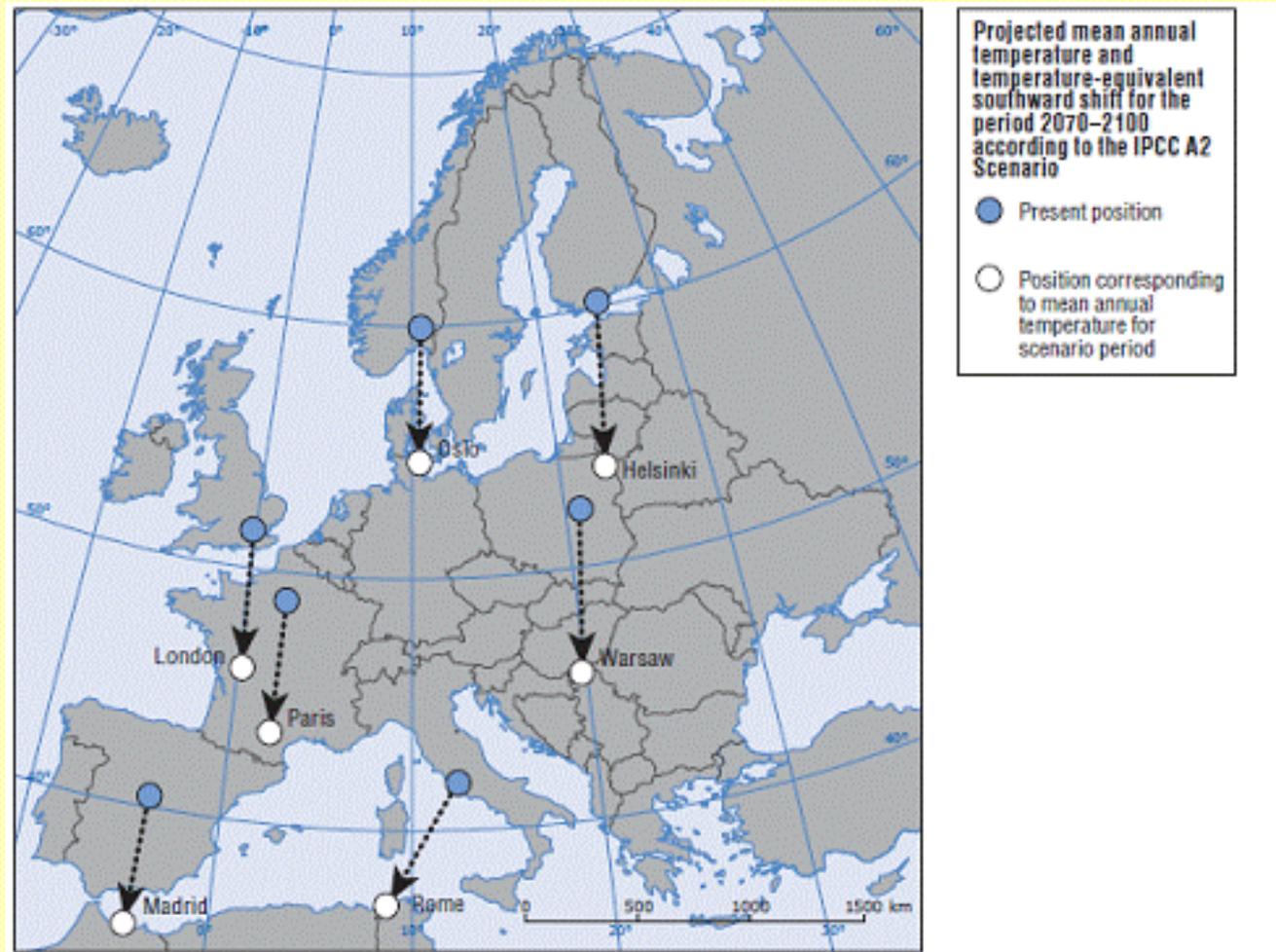
Calentamiento más acusado sobre los continentes y en las altas latitudes boreales y menor en el océano austral y en partes del norte del océano Atlántico.

Cambios futuros en la precipitación



AR5: Mayor contraste entre áreas lluviosas y secas

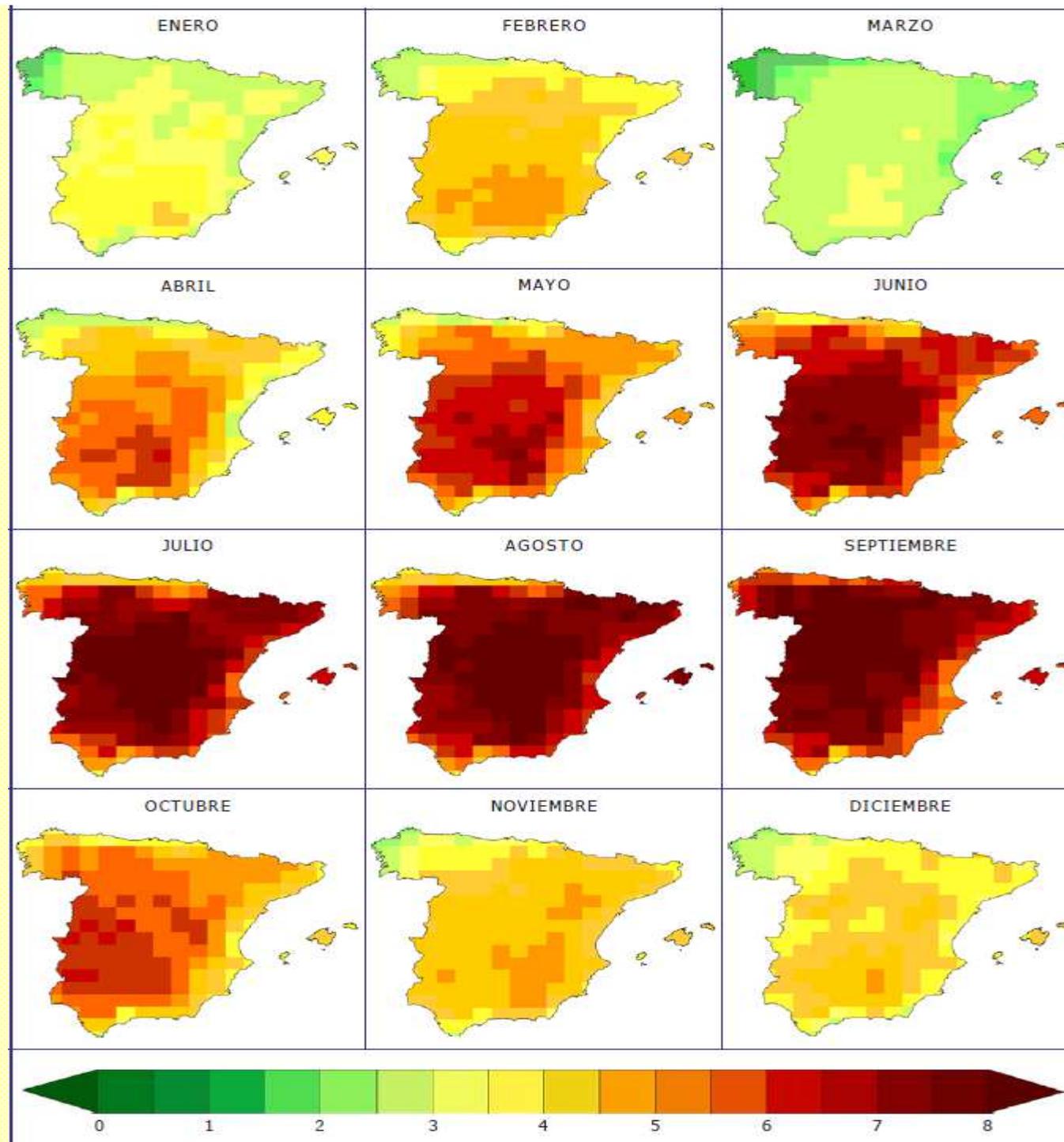
Desplazamiento latitudinal equivalente al calentamiento en varias ciudades europeas



http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/programas/energiacambioclimatico/publicaciones/ari56-2011

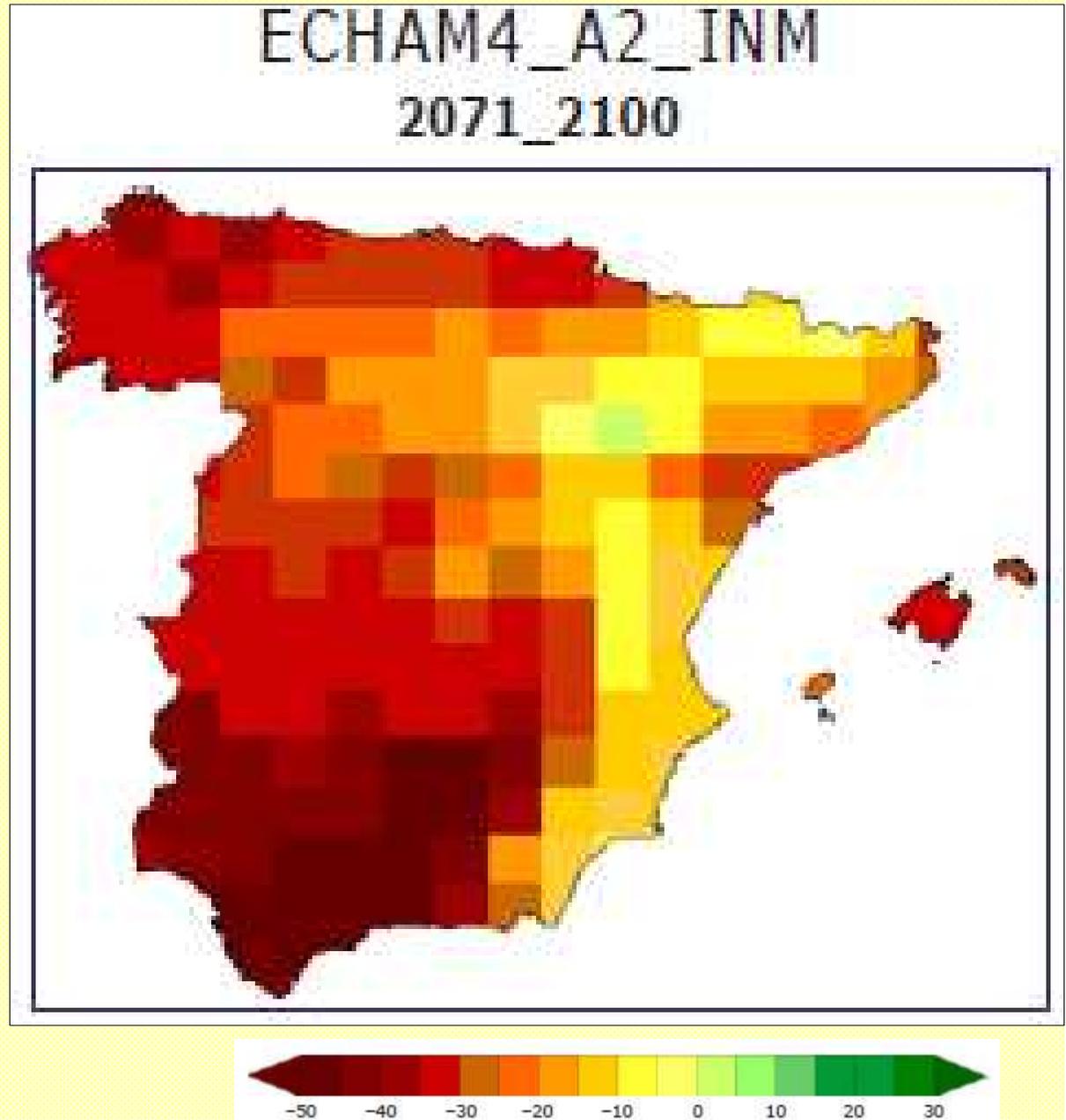
Variación media mensual (°C) de la temperatura máxima para el período 2071-2100, respecto a 1961-1990, y el escenario A2, mediante el modelo global HadAM3H regionalizado por el método de los análogos del INM.

(Fuente: AEMet, 2009).



Variación media de la precipitación (en %) para el período 2071-2100, respecto a 1961-1990, y el escenario A2, mediante el modelo global ECHAM4 y el método de regionalización de análogos del INM.

(Fuente: AEMet, 2009).



Dos acciones clave

- **Mitigación:** Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para que el calentamiento sea el mínimo posible.
- **Adaptación:** Ajustarse a las nuevas condiciones ambientales reduciendo el efecto de los impactos y aprovechando las nuevas oportunidades.



Mitigación: La central nuclear de fusión solar



<http://tecnoblog-tecno.blogspot.com/2010/04/centrales-nucleares.html>

A elevadísimas presiones y temperaturas, núcleos de hidrógeno se fusionan dando núcleos de helio, con desprendimiento de energía

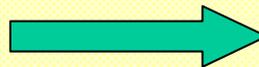
“Combustible”:
Hidrógeno (90%)

“Residuo”:
Helio (9%)

Adaptación, un ejemplo: El turismo de montaña

- El calentamiento dificultará seriamente la viabilidad económica de las estaciones de esquí, de un modo progresivo a lo largo del siglo, aunque aún habrá buenas temporadas para los deportes blancos.
- Se abren nuevas oportunidades (adaptarse es también aprovechar las nuevas oportunidades), de disfrute de las potencialidades que ofrece la naturaleza y el paisaje en un calendario ampliado.

Estaciones de esquí



Estaciones de montaña

A dramatic sunset or sunrise over a beach. The sky is filled with large, dark, textured clouds, with a bright sun partially obscured by a cloud in the upper left. The foreground shows the silhouettes of palm trees, fishing nets, and a utility pole against the dark beach and sea.

¡Gracias!

Carboneras (Almería)