

Cambio climático: Base científica y evidencia observacional

Amadeo E. Uriel González
Director del Centro Meteorológico Territorial
en Aragón, La Rioja y Navarra
Instituto Nacional de Meteorología

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Introducción
- El problema del cambio climático
- Evidencias observacionales del cambio climático
- Repercusiones locales
- Escenarios posibles

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

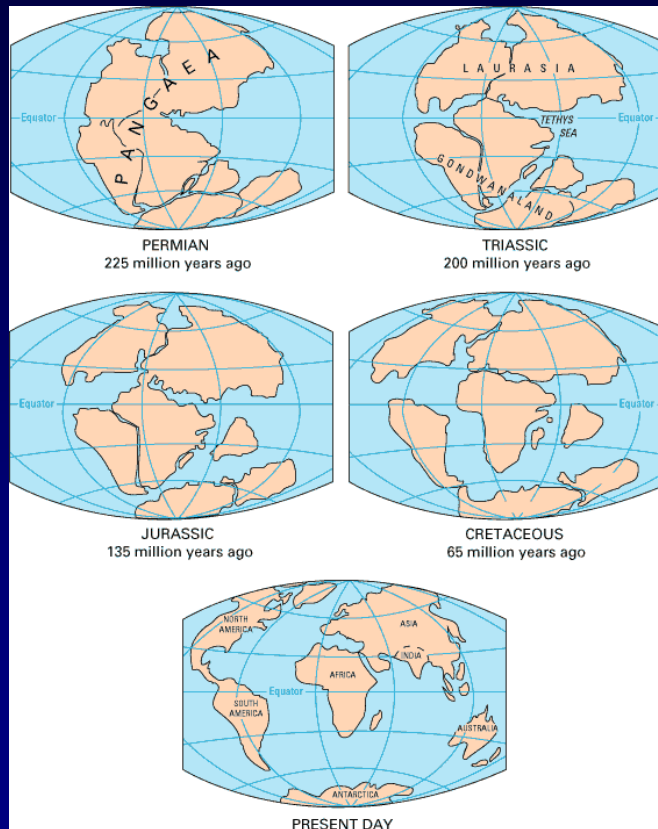
CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- **Introducción**

- El clima, síntesis del tiempo atmosférico
- El clima, resultado de la interacción de los elementos del sistema climático terrestre a diferentes escalas espaciales y temporales



- Distribución de océanos y continentes



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**

- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



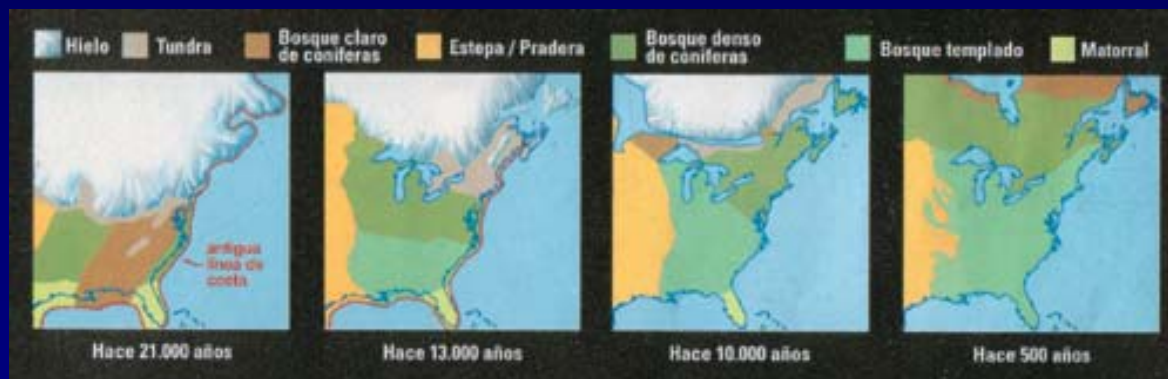
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas
- Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas
- Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)
- Composición atmosférica (gases, partículas ...)



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



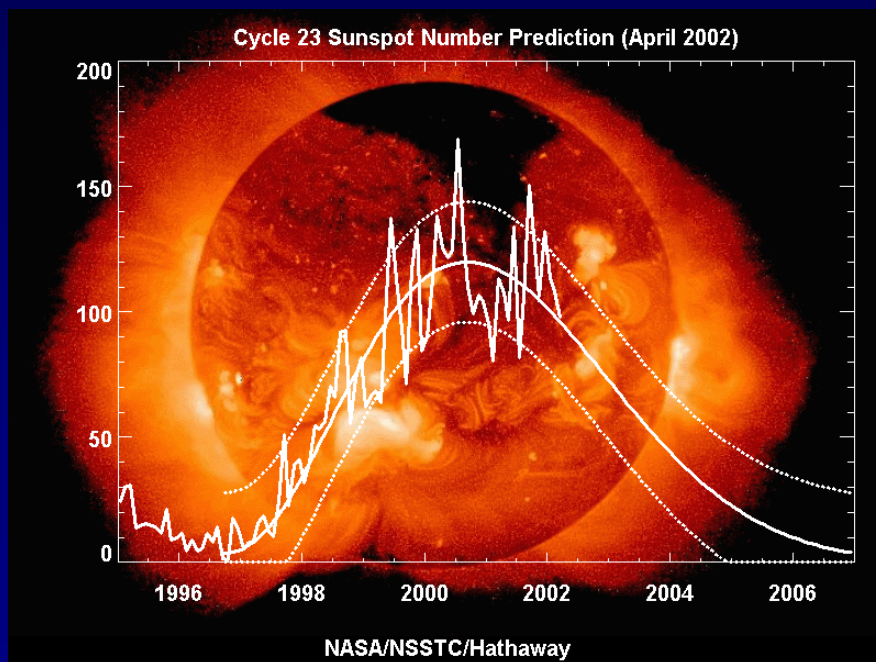
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas
- Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)
- Composición atmosférica (gases, partículas ...)
- Actividad solar



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



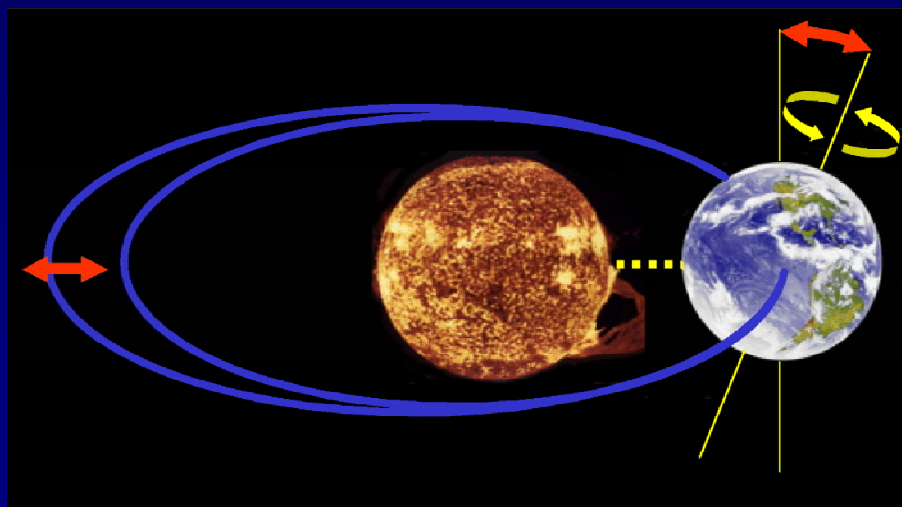
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

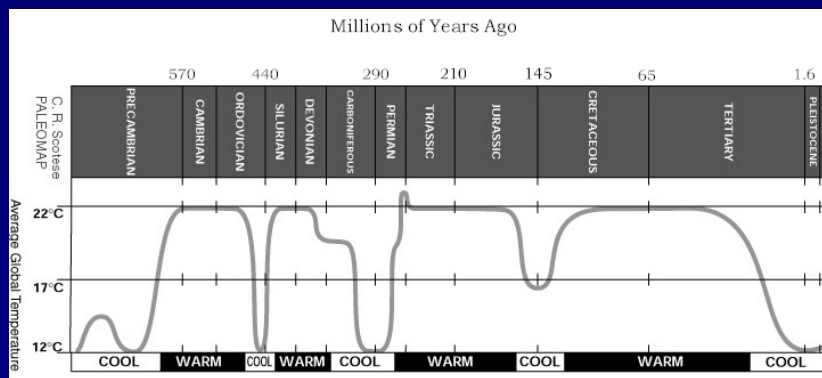
- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas
- Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)
- Composición atmosférica (gases, partículas ...)
- Actividad solar
- Parámetros orbitales terrestres (excentricidad, precesión y nutación del eje de la Tierra)



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

- Distribución de océanos y continentes
 - Corrientes marinas
 - Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)
 - Composición atmosférica (gases, partículas ...)
 - Actividad solar
 - Parámetros orbitales terrestres (excentricidad, precesión y nutación del eje de la Tierra)
- Todos estos factores otorgan al clima terrestre una gran **VARIABILIDAD NATURAL**

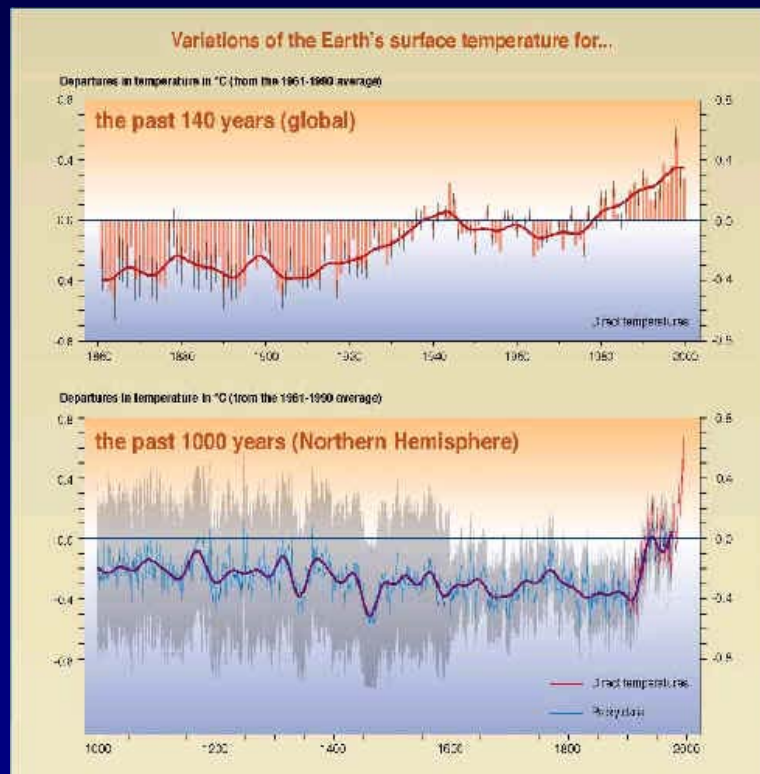


CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

- El problema del cambio climático
 - El término “cambio climático” hace referencia a la variabilidad del clima inducida por las actividades humanas

Especialmente, y a escala planetaria, la emisión de gases de efecto invernadero que están produciendo un calentamiento global



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



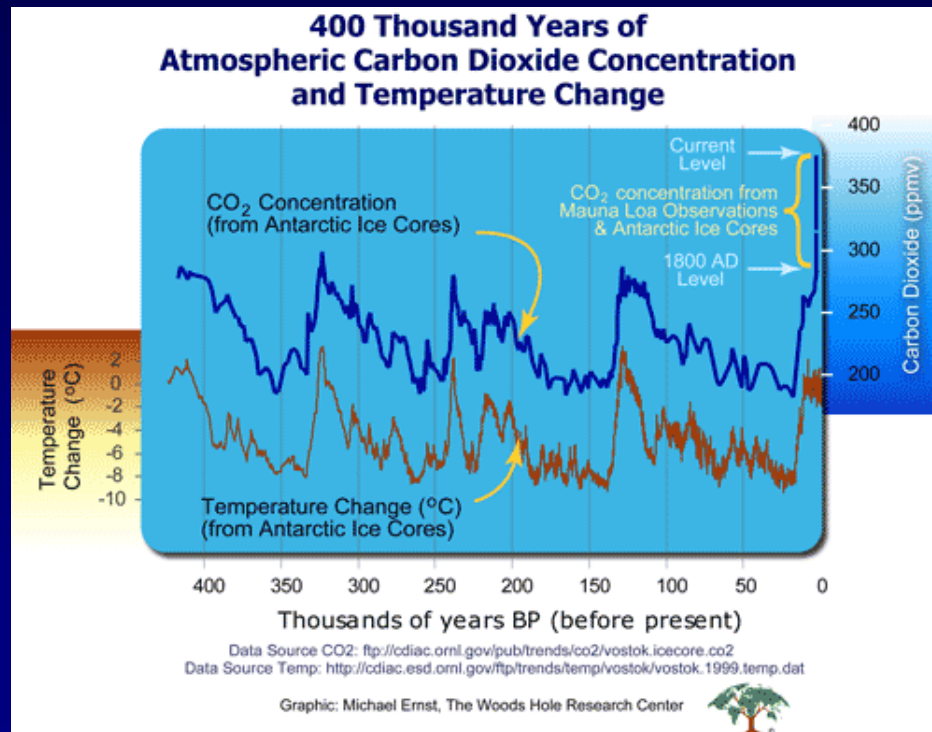
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Mayor concentración de gases de efecto invernadero (especialmente CO₂) siempre ha supuesto aumento de la temperatura



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



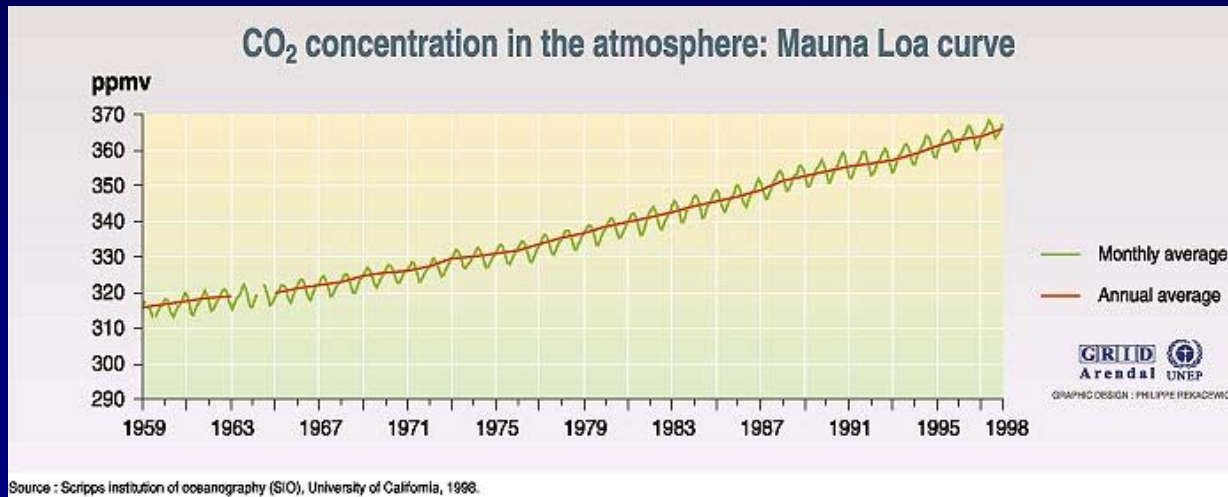
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

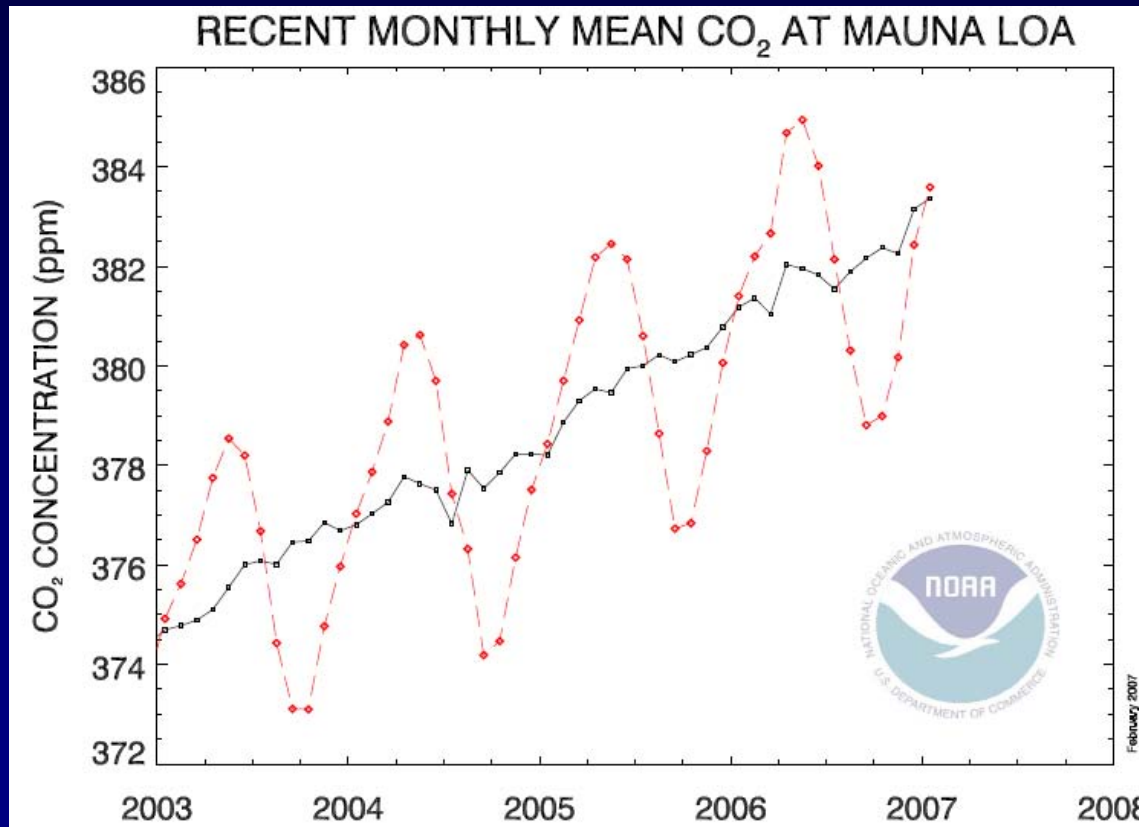
- El aumento de CO₂ atmosférico se comenzó a observar en la década de los 50 en el observatorio de Mauna Loa, origen de la preocupación actual



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

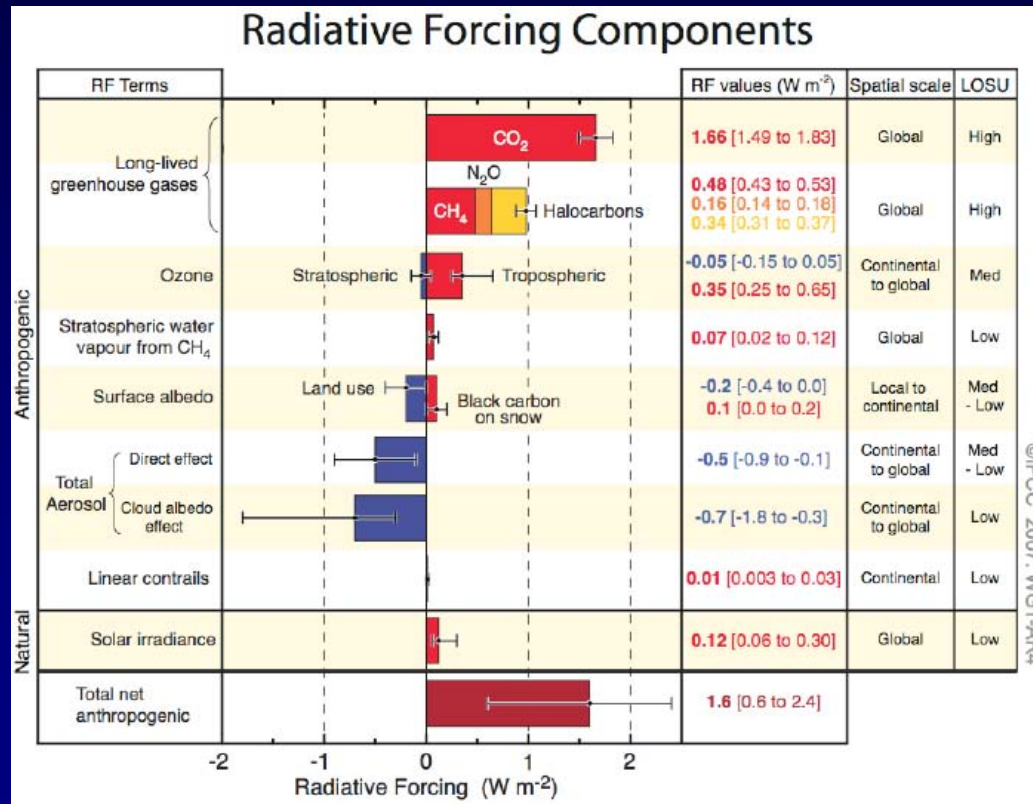
- El aumento de CO₂ atmosférico se comenzó a observar en la década de los 50 en el observatorio de Mauna Loa, origen de la preocupación actual



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

- Las actividades humanas producen un forzamiento radiativo artificial en el sistema climático terrestre, causa del calentamiento



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**

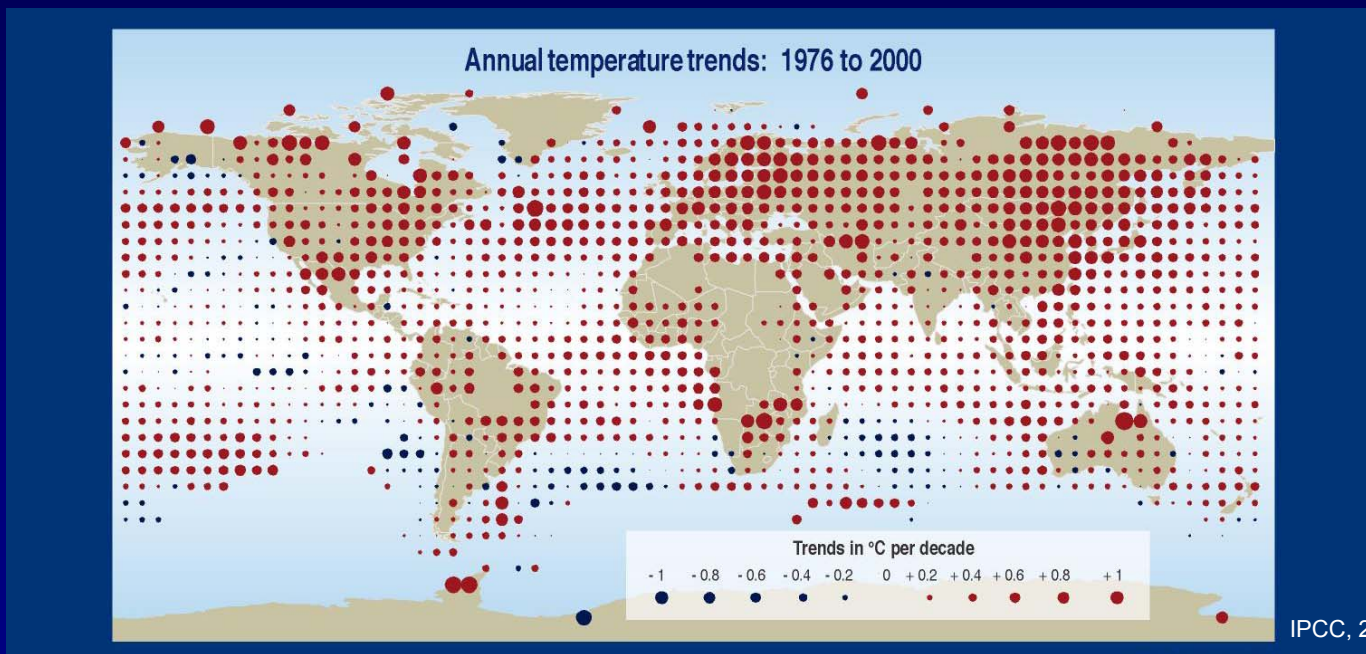
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Evidencias observacionales del cambio climático
 - La hipótesis del cambio climático se ha comenzado a constatar en el aumento global de la temperatura media a partir de la década de los 70

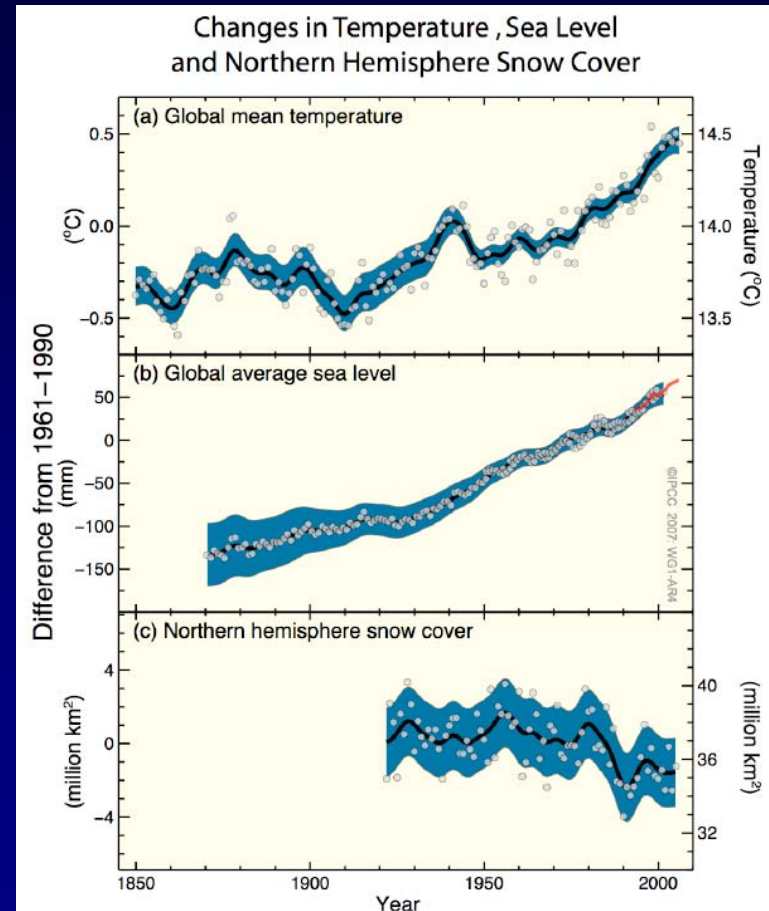


CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

– El calentamiento está produciendo alteraciones en los demás componentes del sistema climático:

- Aumento del nivel medio del mar
- Reducción de la criosfera

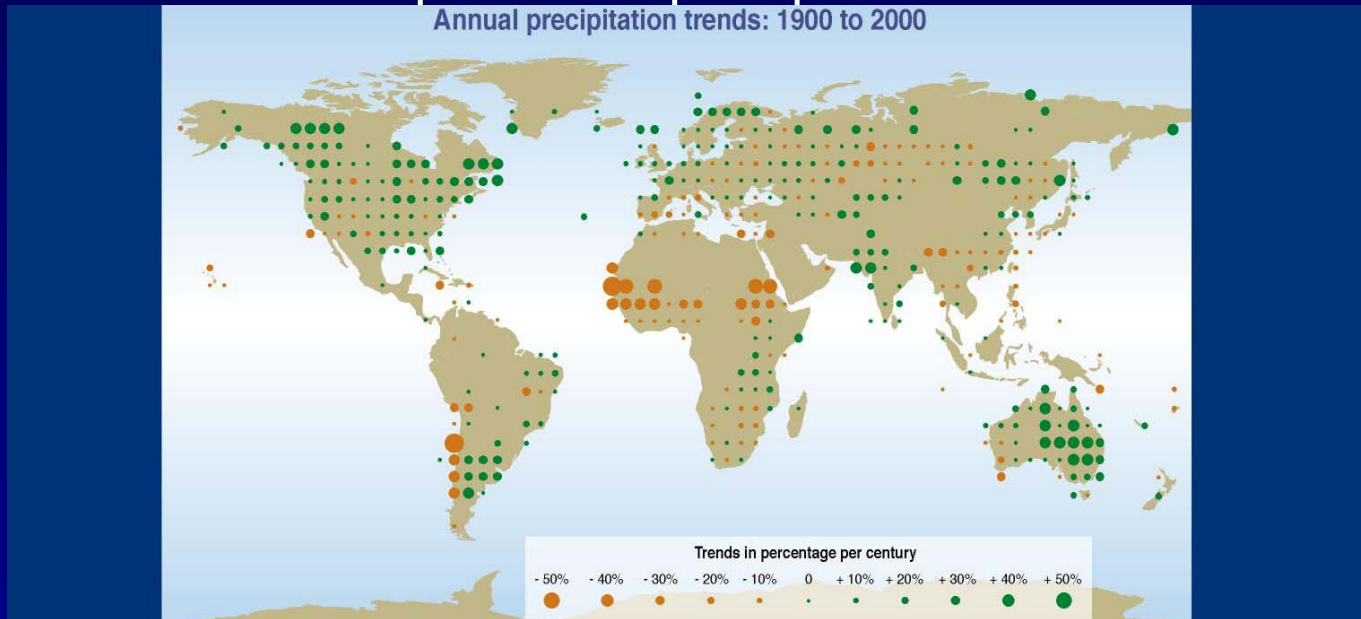


CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

– El calentamiento está produciendo alteraciones en los demás componentes del sistema climático:

- Aumento del nivel medio del mar
- Reducción de la criosfera
- Alteración del patrón de precipitaciones



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



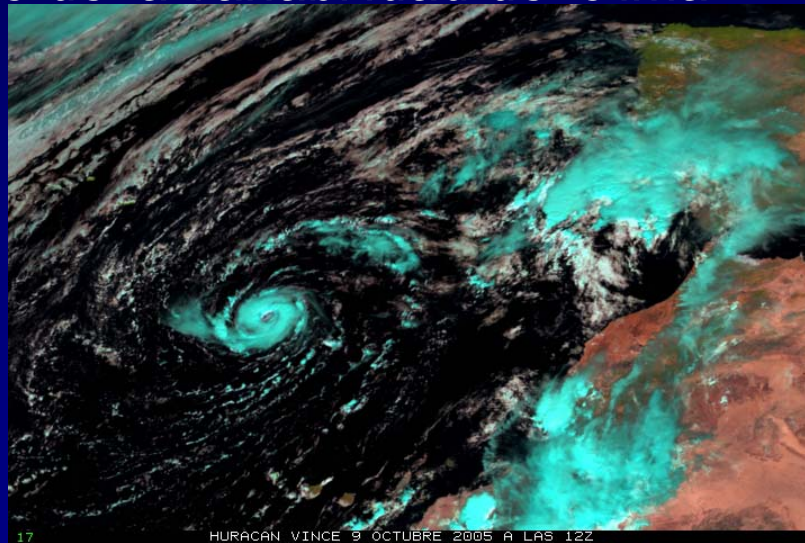
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- El calentamiento está produciendo alteraciones en los demás componentes del sistema climático:
 - Aumento del nivel medio del mar
 - Reducción de la criosfera
 - Alteración del patrón de precipitaciones
 - Aumento de la variabilidad del clima



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



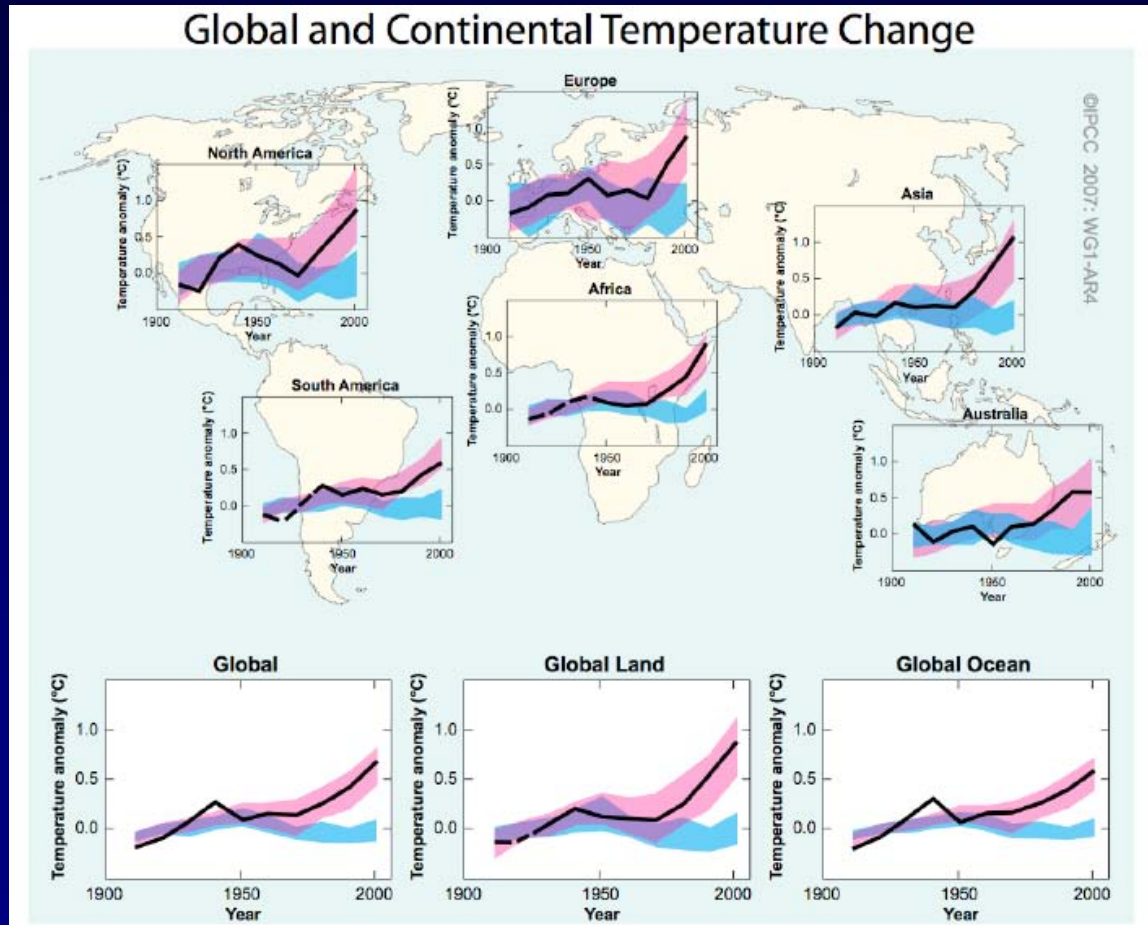
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

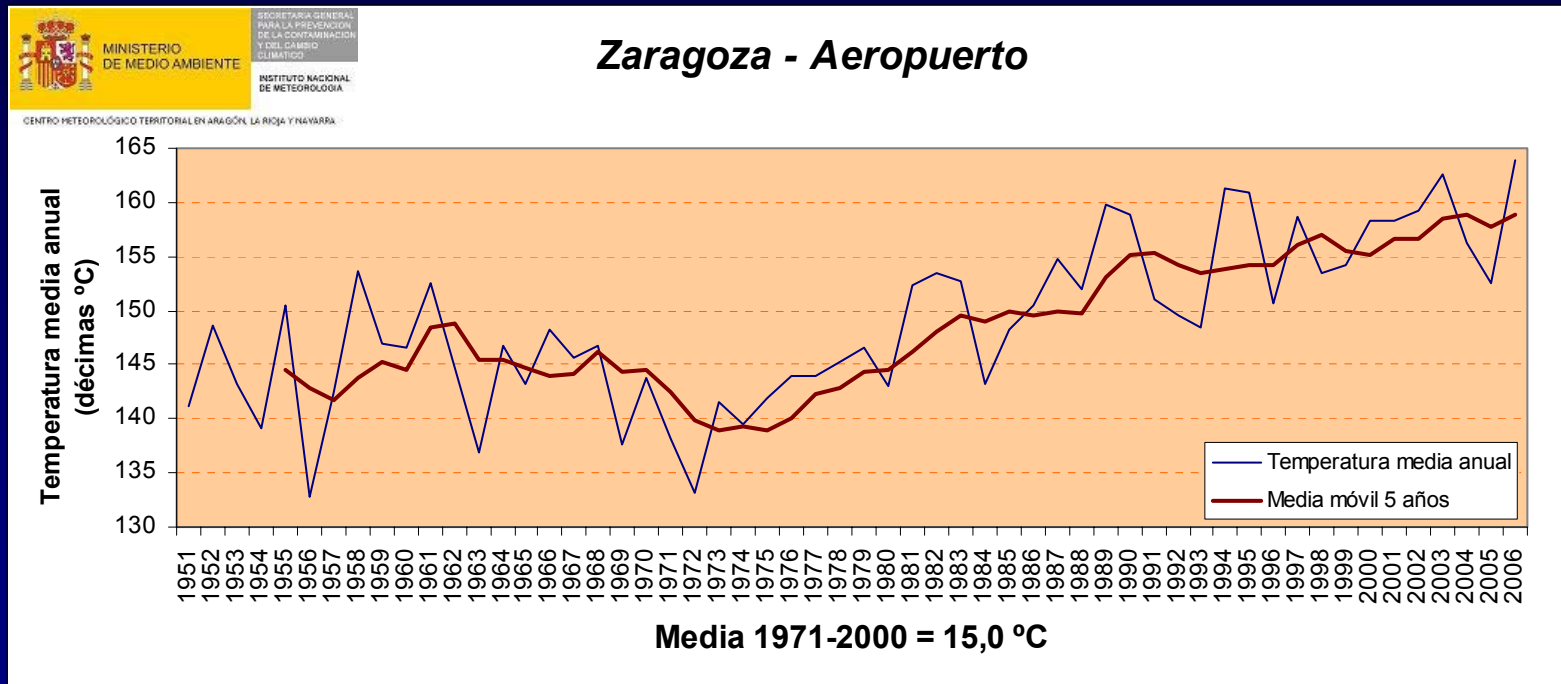
– Hoy día, no hay duda del origen antrópico del calentamiento global



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

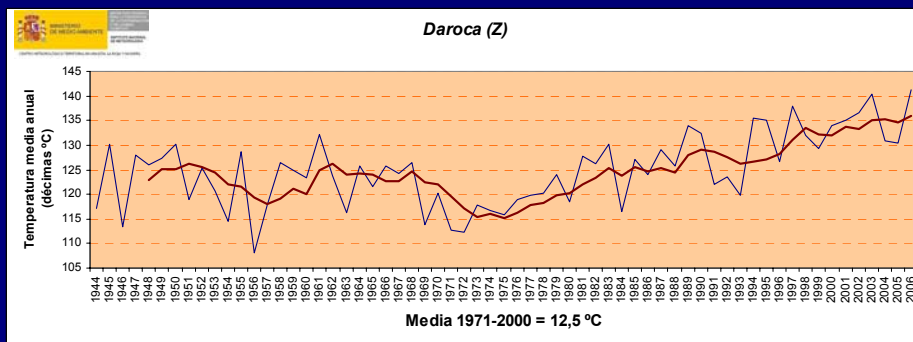
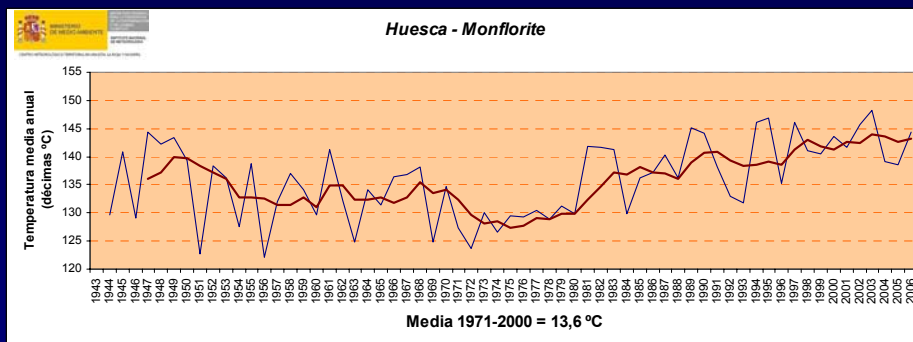
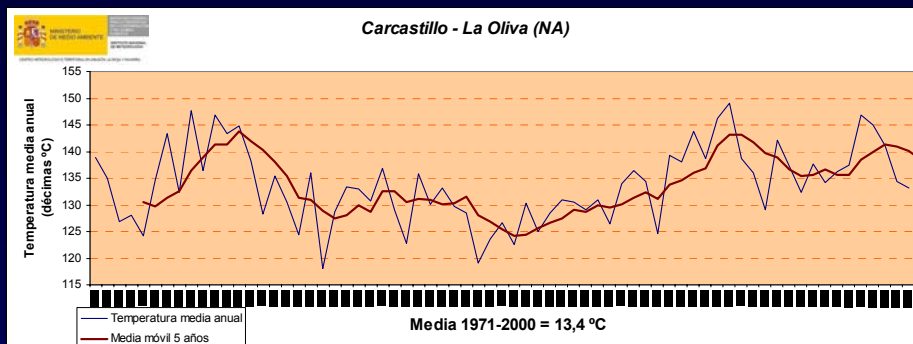
• Repercusiones locales



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

Tendencia comparable en otras series de la Cuenca del Ebro



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



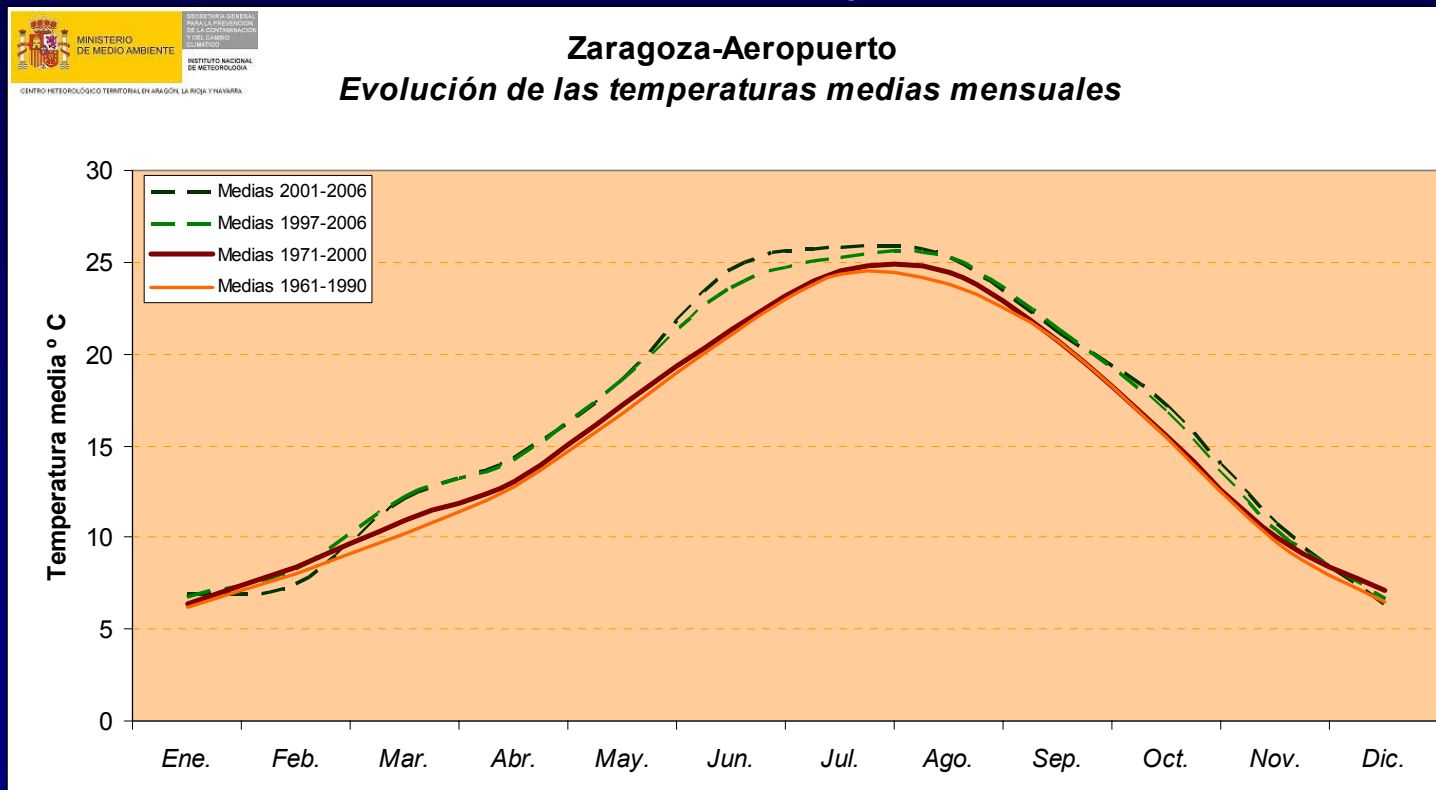
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Evolución de la temperatura media en Zaragoza-Aeropuerto
 - 1961-1990: 14,6° C
 - 1971-2000: 15,0° C
 - 1997-2006: 15,8° C
 - 2001-2006: 15,9° C
- Variaciones mensuales de la temperatura



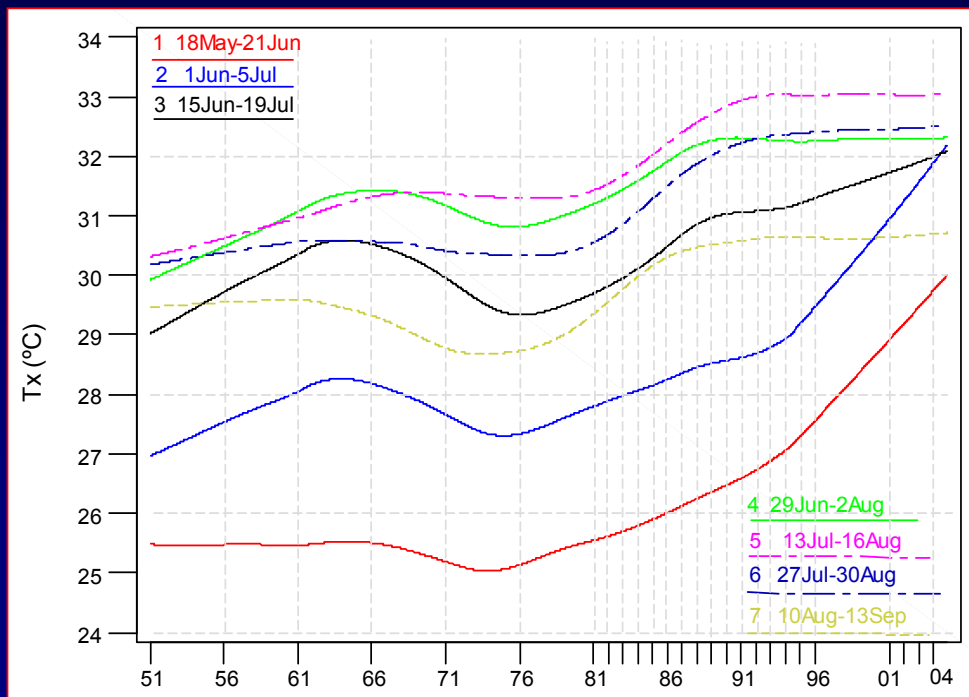
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**

– Evolución de la temperatura media en Zaragoza-Aeropuerto

- 1961-1990: 14,6° C
- 1971-2000: 15,0° C
- 1997-2006: 15,8° C
- 2001-2006: 15,9° C

– Variaciones mensuales de la temperatura



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

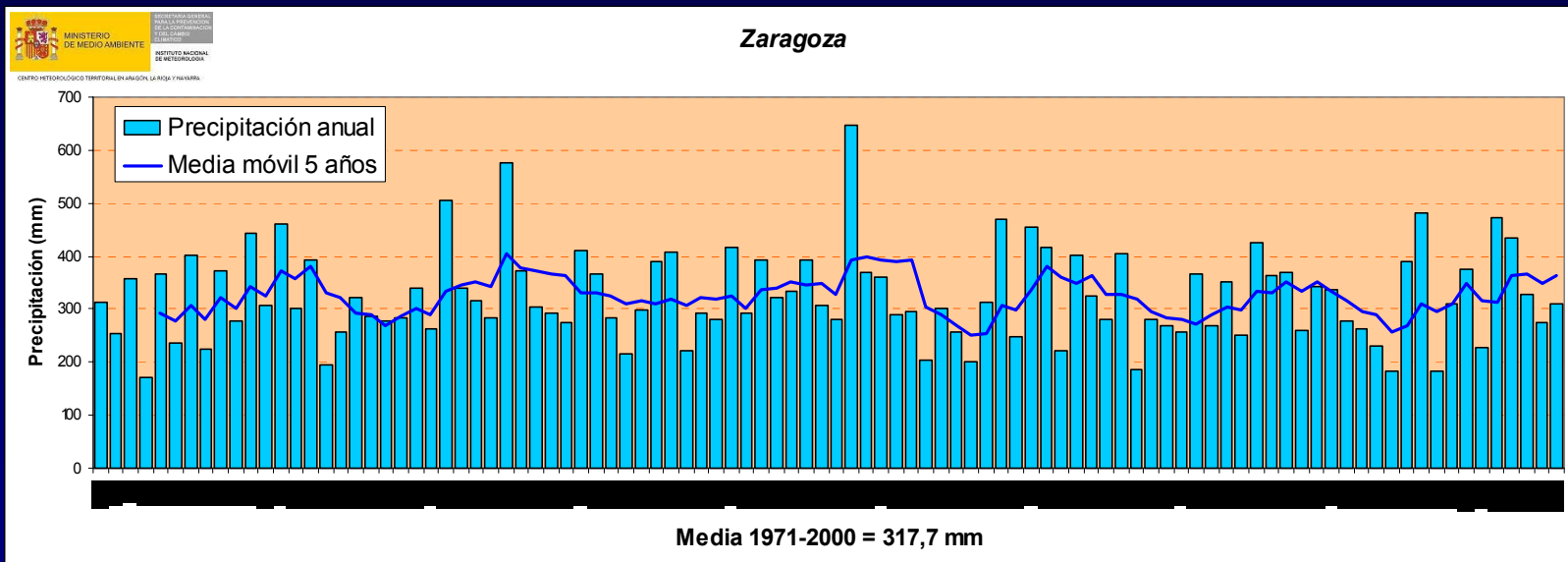
SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

– Evolución de la precipitación en Zaragoza

- Media 1971-2000: 317,7 mm
- Media 1997-2006: 339,8 mm



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**



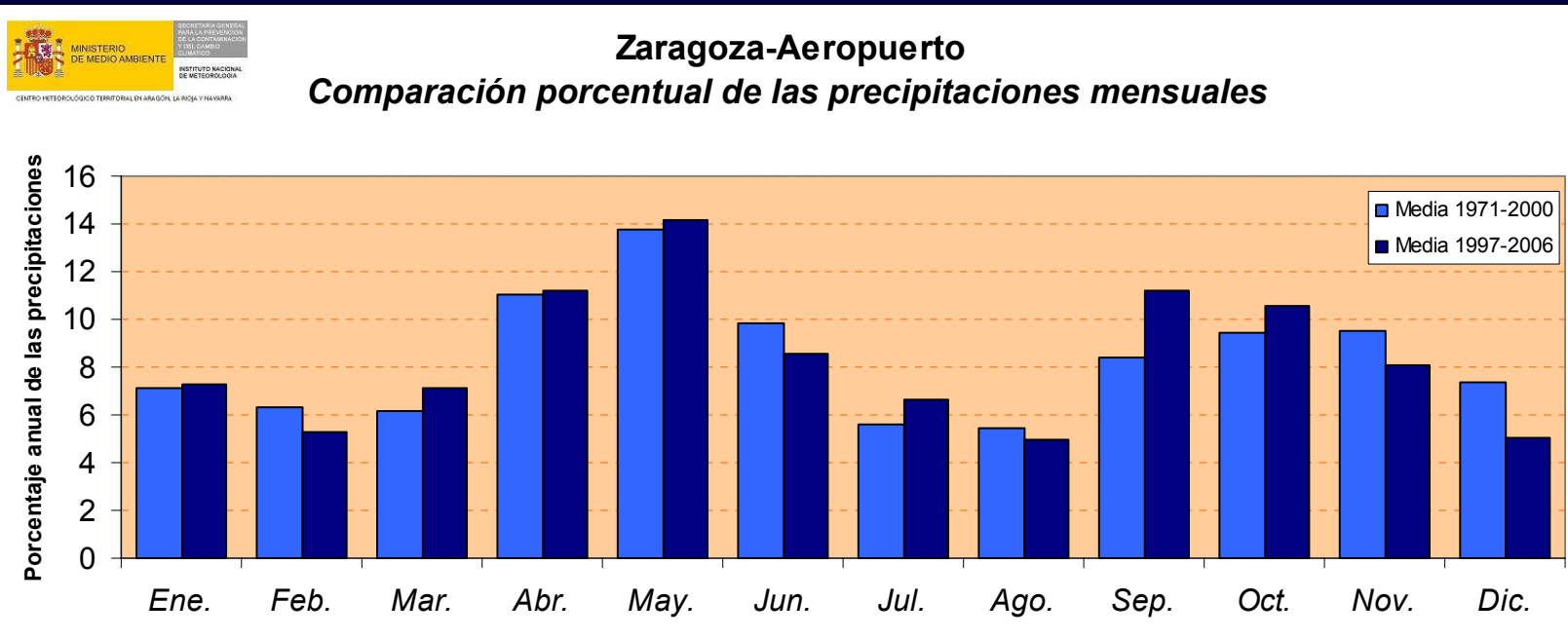
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

– Características de la precipitación en Zaragoza (1)

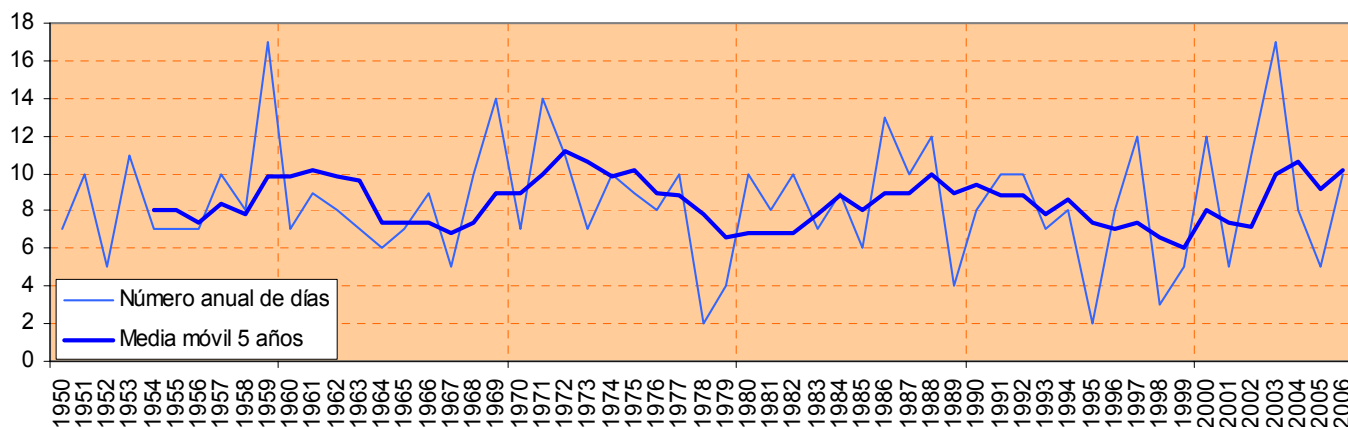


CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**

- Características de la precipitación en Zaragoza (2)

Zaragoza-Aeropuerto Número anual de días con precipitación igual o superior a 10 mm



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

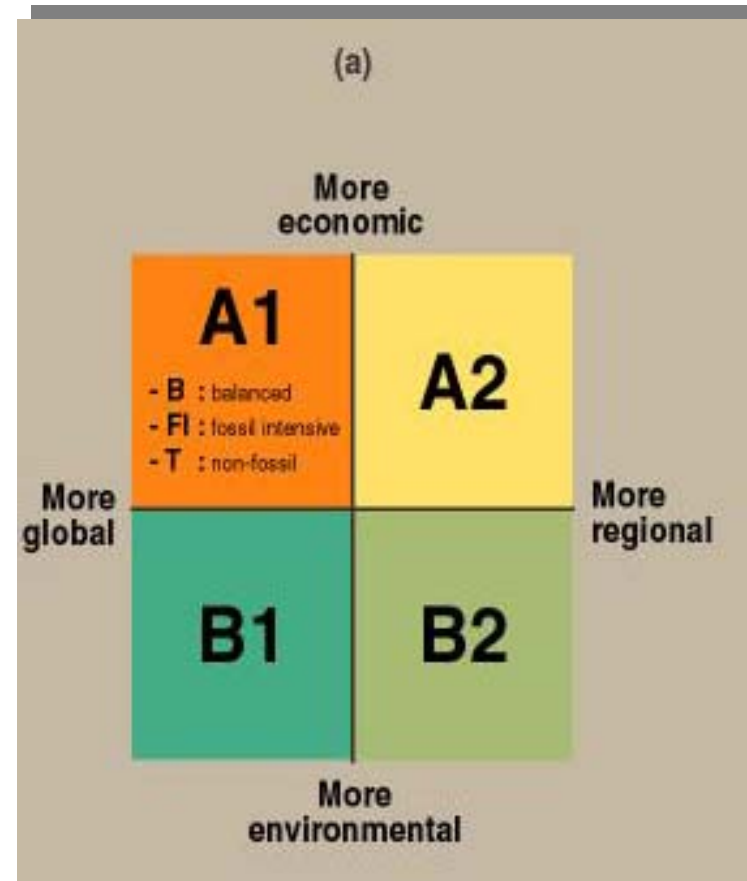
PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



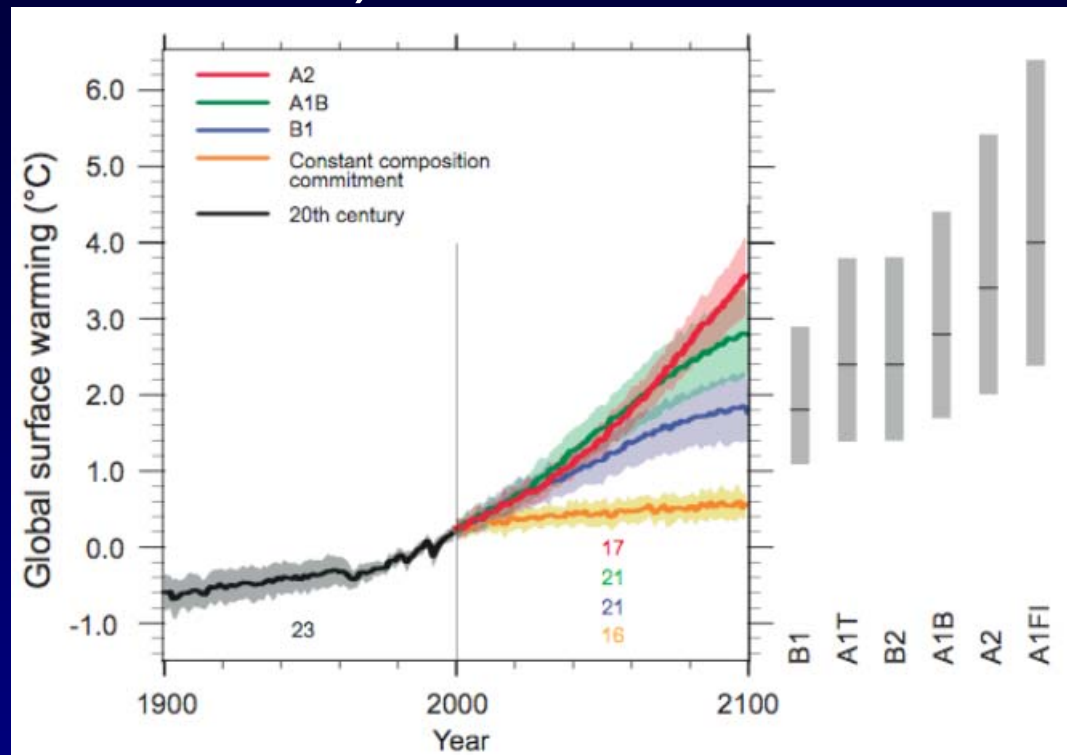
SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO
INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- **A1**: Un mundo en rápido crecimiento con rápidas introducciones de nuevas y más eficientes tecnologías. Se divide en:
 - **FI** : Fósil intensivo
 - **T** : Tecnológico o no-fósil
 - **B** : Equilibrado o en balance.
- **A2**: Un mundo muy heterogeneo 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 a las soluciones locales a la sostenibilidad económica y medioambiental
- **IS92a**: Escenario de 1992 "business as usual" del Segundo Informe del IPCC.



• Escenarios (IPCC 2007)



B1: Énfasis medioambiental

A1T: Énfasis económico, energías renovables

B2: Énfasis medioambiental, regional

A1B: Énfasis económico, equilibrado

A2: Énfasis económico, regional

A1FI: Énfasis económico, uso intensivo de combustibles fósiles

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

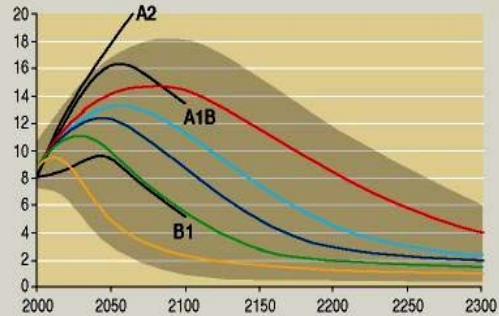
SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

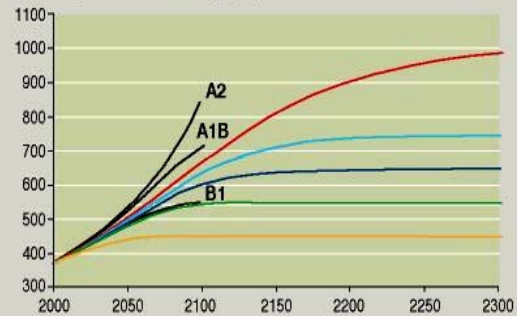
CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

Emissions, concentrations, and temperature changes corresponding to different stabilization targets for CO₂ concentrations

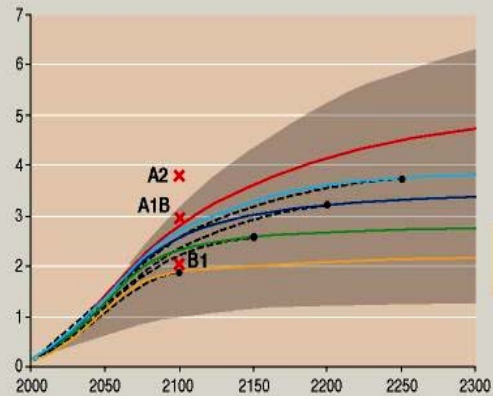
(a) CO₂ emissions (Gt C)



(b) CO₂ concentration (ppm)



(c) Global mean temperature change (°C)



WRE profiles

- WRE 1000
- WRE 750
- WRE 650
- WRE 550
- WRE 450

S profiles

SRES scenarios

—

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

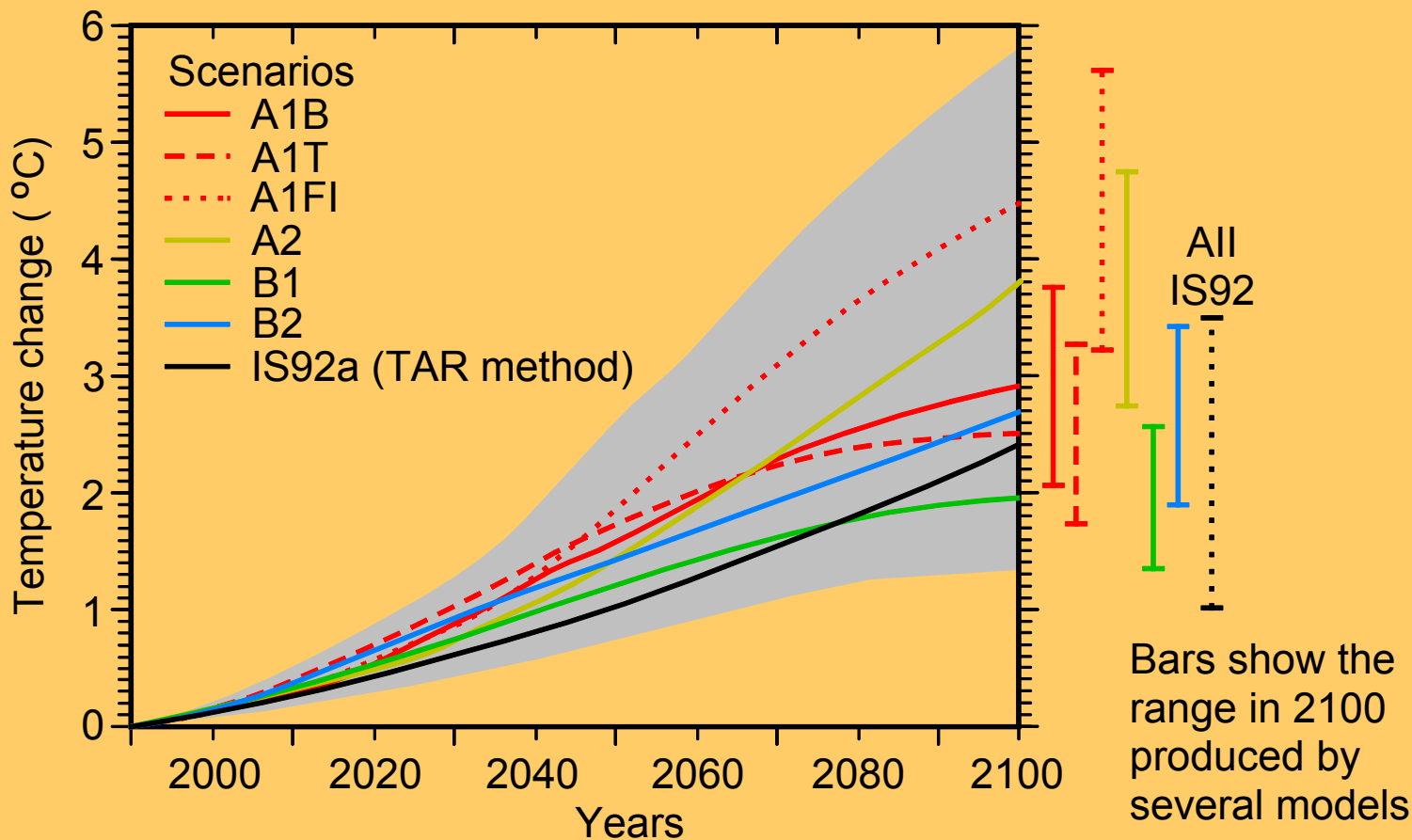


MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



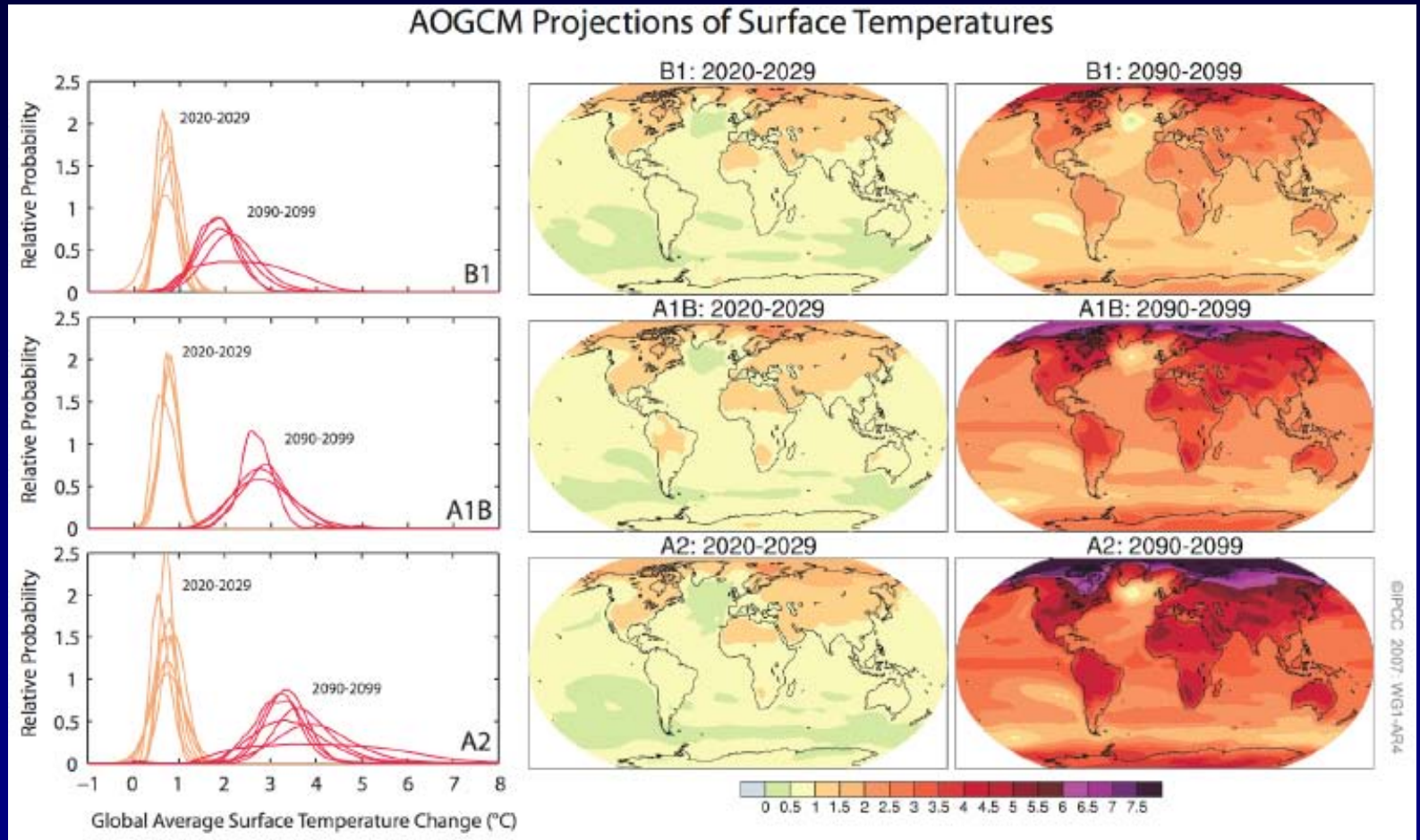
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

- Tendencias previstas para la temperatura

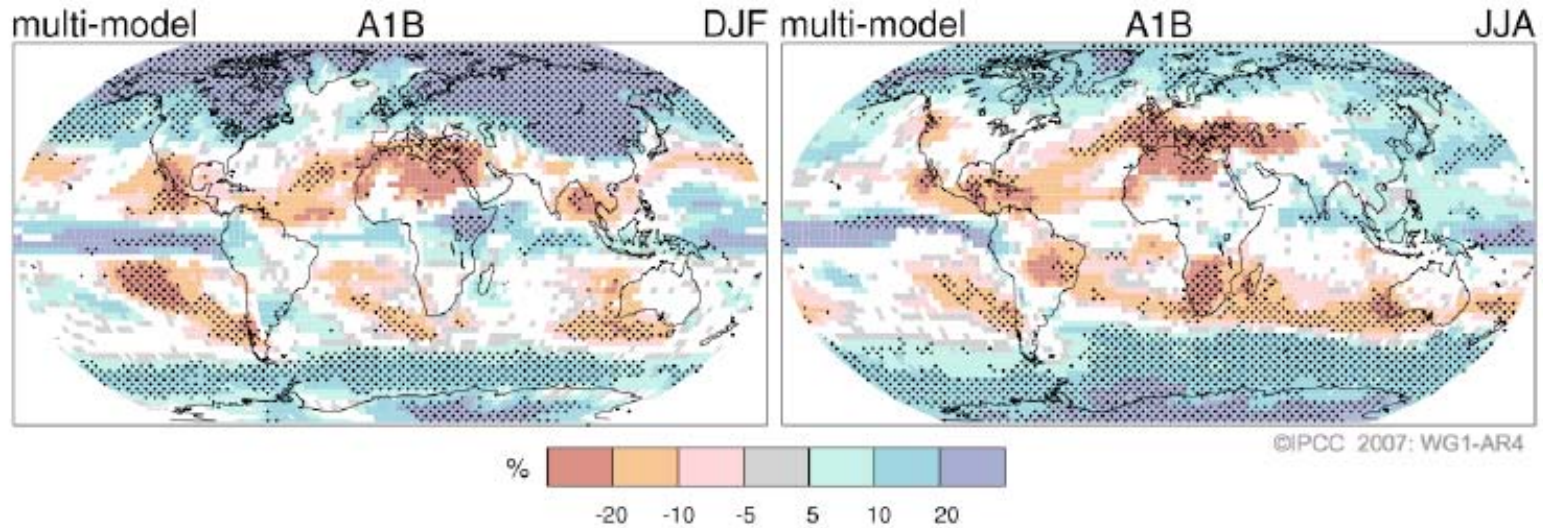


CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

**PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07**

– Tendencias previstas para la precipitación

Projected Patterns of Precipitation Changes



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



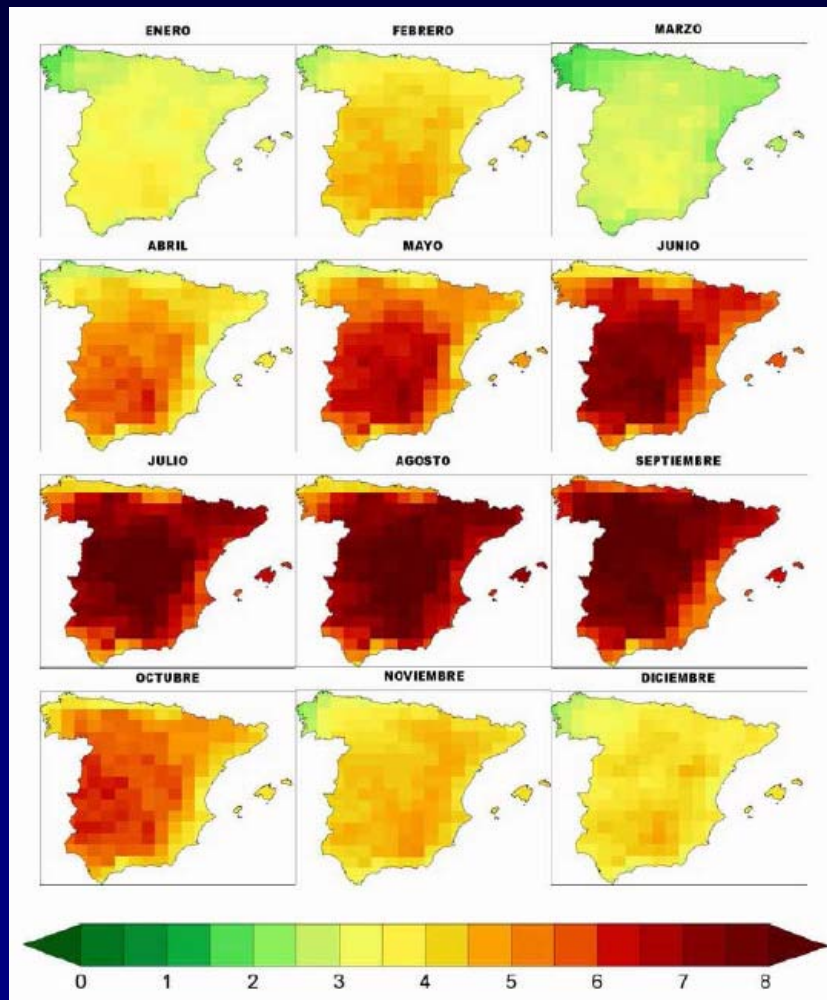
MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

– Escenarios regionalizados para la temperatura

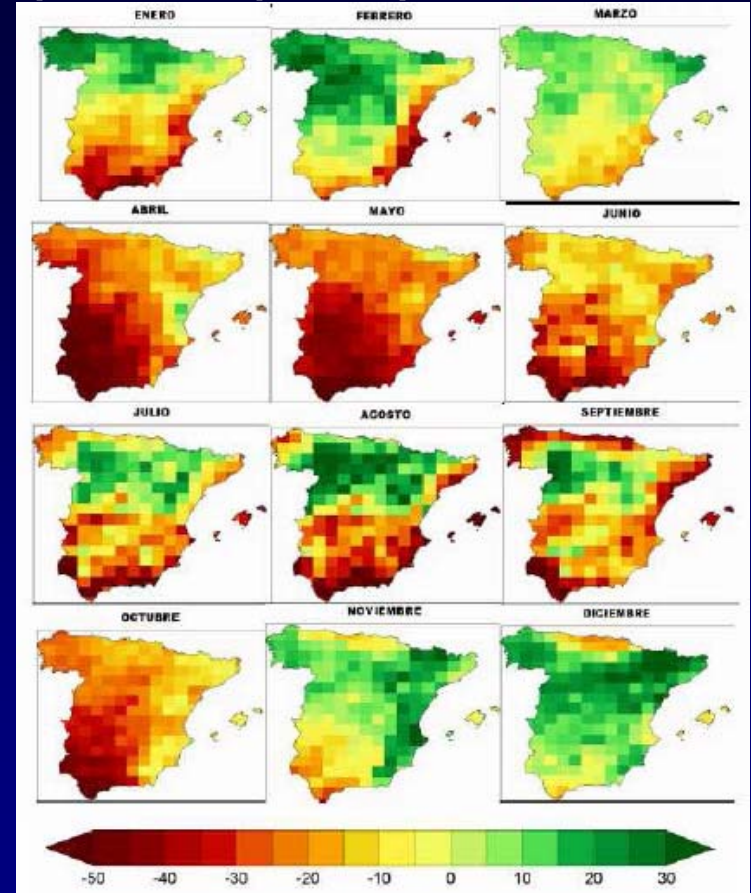
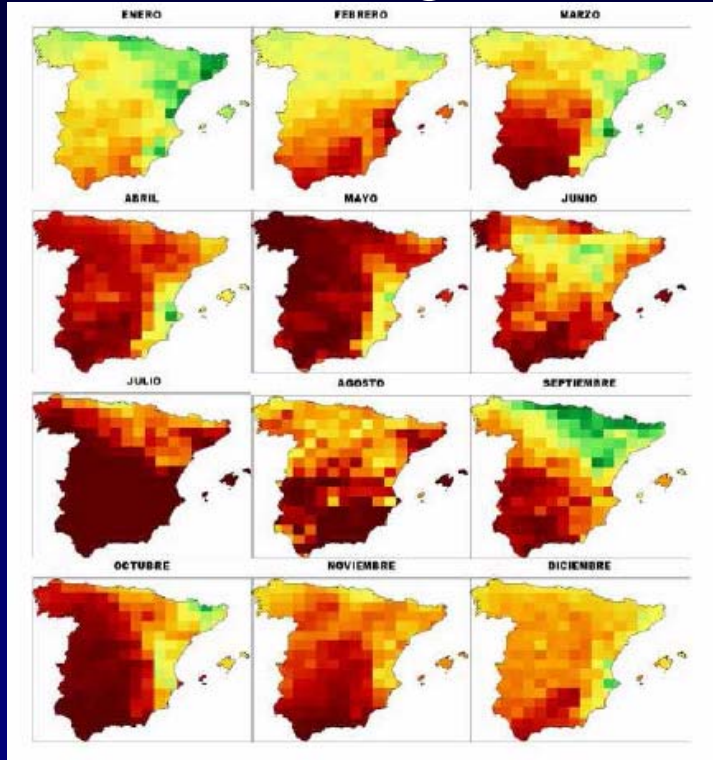


Variaciones previstas en el periodo 2071-2100 para la temperatura mensual con respecto a las medias del periodo 1961-1990, con el escenario A2 (INM, 2007).

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

– Escenarios regionalizados para la precipitación



Variaciones porcentuales previstas para el periodo 2071-2100 con respecto al periodo 1961-1990, para el escenario A2 y dos modelos diferentes (INM, 2007)

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

CONCLUSIONES

- **CC CONFIRMADO Y SU ORIGEN ANTRÓPICO**
- **INFORME DEL IPCC DEL 2007 CONFIRMA EL DEL 2001 EN RASGOS GENERALES**
- **TENDENCIA T SEGURAS**
- **TENDENCIA P MÁS INCERTIDUMBRES. INTENSIDADES**
- **OTRAS INCERTIDUMBRES (NIVEL DEL MAR, PAPEL DE LOS AEROSOLES, EFECTOS NO LINEALES, EFECTOS POSITIVOS DE LA GLOBALIZACIÓN (TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA, EQUIPARACIÓN DE NIVEL DE VIDA Y TASAS DE NATALIDAD)**

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL
PARA LA PREVENCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN
Y DEL CAMBIO
CLIMÁTICO

INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

CENTRO METEOROLÓGICO TERRITORIAL EN ARAGÓN, LA RIOJA Y NAVARRA

NOTAS DE LAS DIAPOSITIVAS

Amadeo E. Uriel González
Director del Centro Meteorológico Territorial
en Aragón, La Rioja y Navarra
Instituto Nacional de Meteorología

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



- Introducción
- El problema del cambio climático
- Evidencias observacionales del cambio climático
- Repercusiones locales
- Escenarios posibles

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



La presentación consta de cinco apartados: Una introducción, donde se explica muy brevemente lo que es el clima y su variabilidad, después se explica el problema del cambio climático, especificando su origen antrópico. En la tercera parte se hace referencia a las evidencias observacionales a diferentes escalas globales y regionales. La sección cuarta hace referencia a las repercusiones locales (observaciones, resultados en las series), en Aragón y especialmente en Zaragoza y por fin se introduce algo sobre los posibles escenarios, globales y regionalizados.

- Introducción

- El clima, síntesis del tiempo atmosférico
- El clima, resultado de la interacción de los elementos del sistema climático terrestre a diferentes escalas espaciales y temporales

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

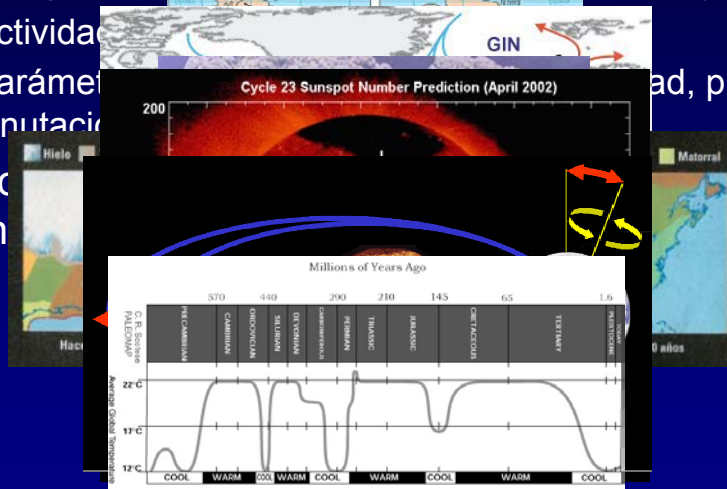
PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Se comienza en la introducción por una elemental definición del clima, para diferenciarlo del tiempo y para enfatizar que es el resultado de la interacción de factores variables, y por tanto variable en sí mismo

- Distribución de océanos y continentes
- Corrientes marinas
- Estado de la superficie terrestre (hielos, vegetación ...)
- Composición atmosférica (gases de efecto invernadero, aerosoles ...)
- Actividades humanas
- Parámetros astronómicos (variación de la órbita, inclinación, precesión)

– Todo esto genera una gran



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

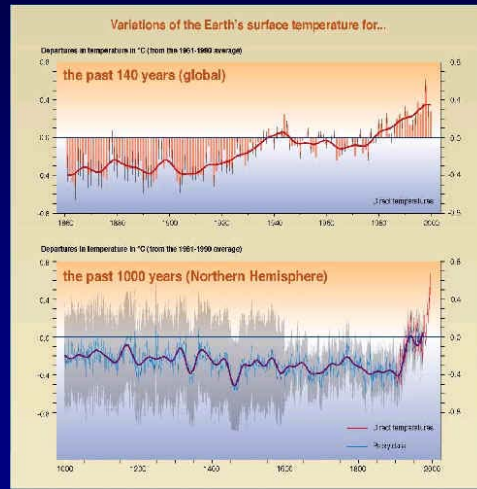


Se enumeran los diferentes factores que componen y afectan al clima terrestre. Debe quedar claro que se trata de factores a diferentes escalas temporales (muy lentos, como la alteración de la superficie terrestre por la deriva continental, o muy rápidos, como los efectos de una erupción volcánica –la foto es del Pinatubo, en 1991-, o los cambios en la actividad solar). Algunos son cíclicos y previsible, como los ciclos de Milankovitch o los de la actividad solar, y otros no, como los de las erupciones volcánicas. Otros, como el estado de la superficie terrestre (el albedo planetario) es resultado de los anteriores pero también retroalimentan al sistema.

Todo ello conduce a la definición de la variabilidad natural del clima, que se muestra en la gráfica de la evolución de la temperatura media del planeta (ahora estamos sobre los 15°) para casi los últimos 1000 millones de años. Casi siempre ha sido más cálida.

- El problema del cambio climático
 - El término “cambio climático” hace referencia a la variabilidad del clima inducida por las actividades humanas

Especialmente, y a escala planetaria, la emisión de gases de efecto invernadero que están produciendo un calentamiento global



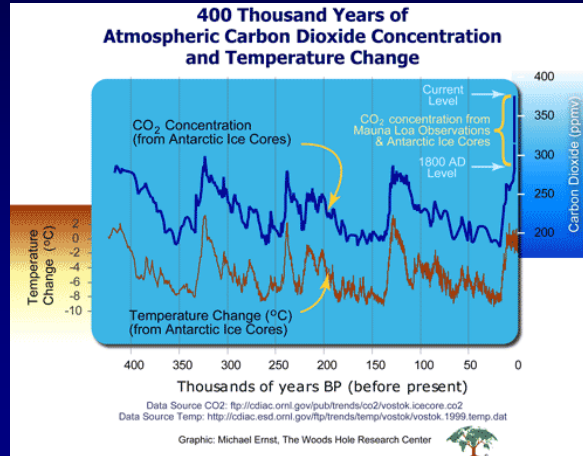
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Aquí se introduce el problema del cambio climático, dejando claro que hace referencia al cambio reciente de origen antrópico, que se pone de manifiesto de forma más evidente en el aumento de la temperatura media global posterior a la revolución industrial y al uso masivo de combustibles fósiles, con el consiguiente aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles.

- Mayor concentración de gases de efecto invernadero (especialmente CO₂) siempre ha supuesto aumento de la temperatura



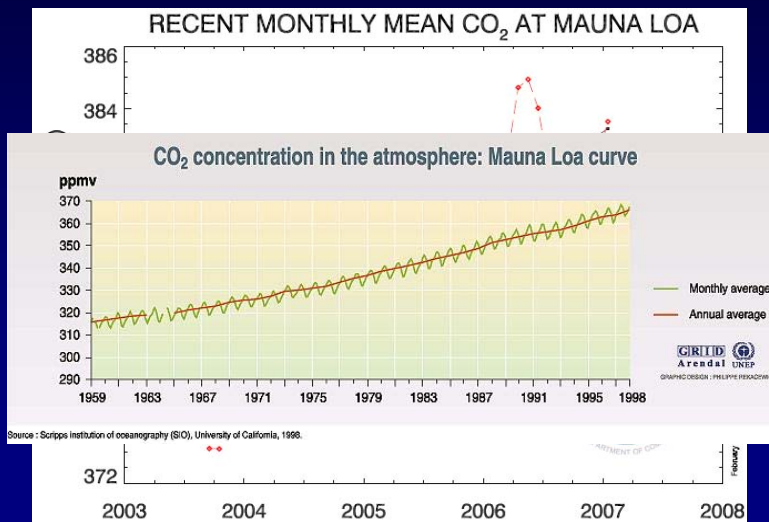
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Muestra la relación íntima que hay entre el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera y el aumento de la temperatura media terrestre, obtenida a partir de muestras de la corteza de hielo antártica. Se usa para justificar la hipótesis de que a mayor concentración de CO₂, es de esperar un aumento de las temperaturas.

- El aumento de CO₂ atmosférico se comenzó a observar en la década de los 50 en el observatorio de Mauna Loa, origen de la preocupación actual



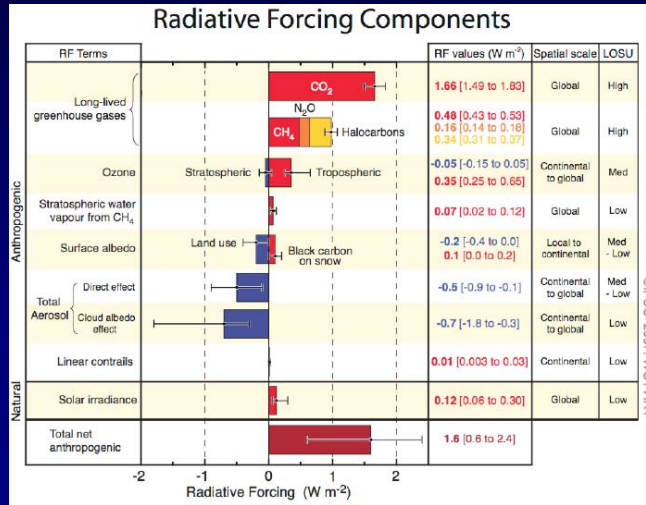
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Este aumento de la concentración de CO₂ se comenzó a observar en Mauna Loa a finales de los 50, y de ahí se comenzó a hipotetizar que se iba a producir un calentamiento global, mucho antes de que hubiera evidencias de observación. En realidad, se esperaba un cierto enfriamiento para esta época, consecuencia de los ciclos de la variabilidad natural antes enunciados. Se añade otro gráfico con la continuación de los datos hasta la actualidad.

– Las actividades humanas producen un forzamiento radiativo artificial en el sistema climático terrestre, causa del calentamiento



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

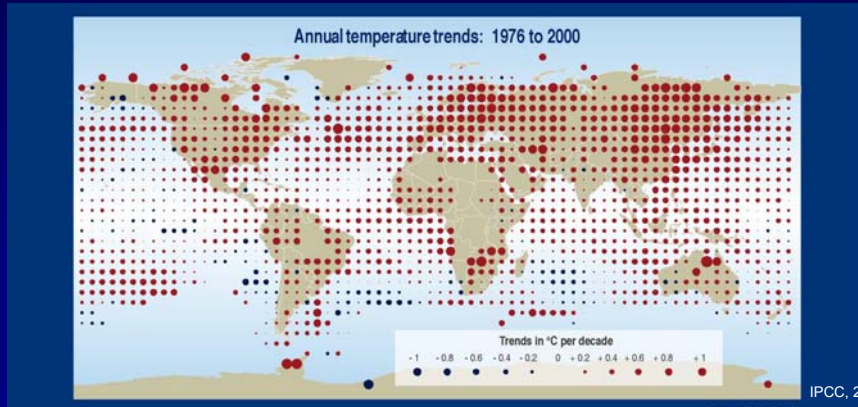
PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Se define el forzamiento radiativo como aquél que se añade al balance energético terrestre y que es la causa de este calentamiento. Este gráfico, del IPCC 2007, enumera los valores para el CO₂, el resto de los gases invernadero, el ozono, los cambios en el albedo superficial (derivados de la deforestación y la reducción de las masas de hielo/nieve), el aumento de los aerosoles y las estelas de condensación de los aviones, así como los debidos a los cambios en la irradiancia solar. Ello produce un forzamiento radiativo de 1,6W/m². Aparece también la escala de afección y el LOSU, que es el nivel de entendimiento científico de los fenómenos.

- Evidencias observacionales del cambio climático

- La hipótesis del cambio climático se ha comenzado a constatar en el aumento global de la temperatura media a partir de la década de los 70



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

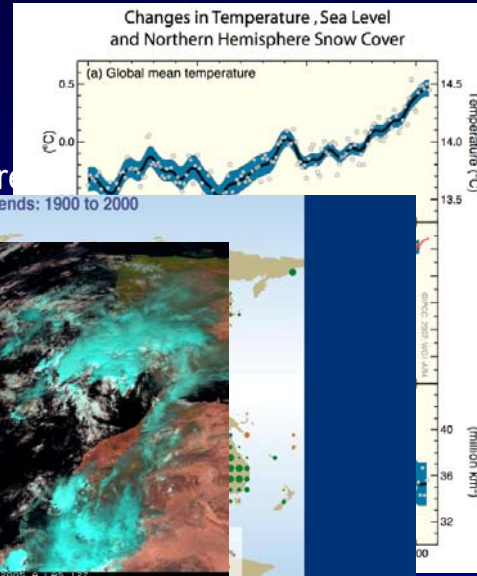
PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



La hipótesis de cambio climático debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero se comienza a constatar a partir de la segunda mitad de los años 70, con una tendencia al calentamiento en casi todas las zonas del planeta, especialmente en el hemisferio N.

– El calentamiento está produciendo alteraciones en los demás componentes del sistema climático:

- Aumento del nivel medio del mar
- Reducción de la criosfera
- Alteración del patrón de pr



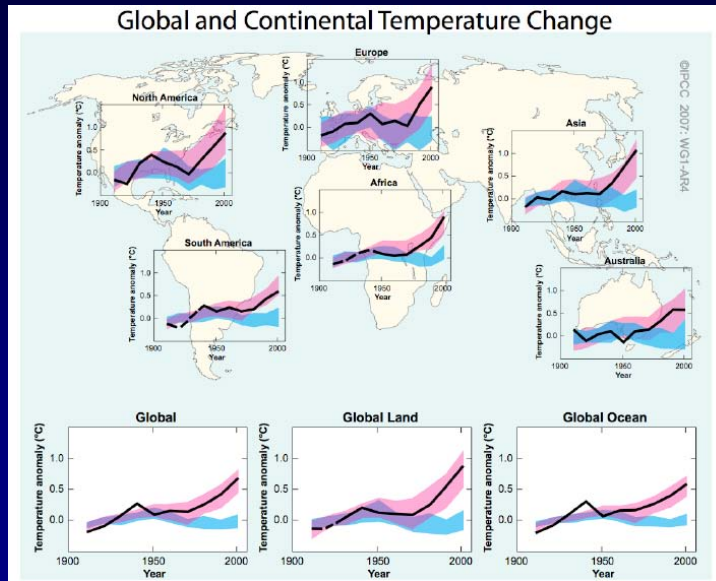
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



El calentamiento (constatado) afecta a otros componentes del sistema, como el aumento del nivel medio del mar (constatado), la reducción de la criosfera (hielo/nieve –constatado-) (el gráfico es del IPCC 2007), alteraciones en el patrón de precipitación (bastante probable su atribución al CC, el gráfico es del IPCC 2001) y un aumento de la variabilidad del clima (probable, la imagen es de la tormenta tropical Vince, en 2005).

– Hoy día, no hay duda del origen antrópico del calentamiento global



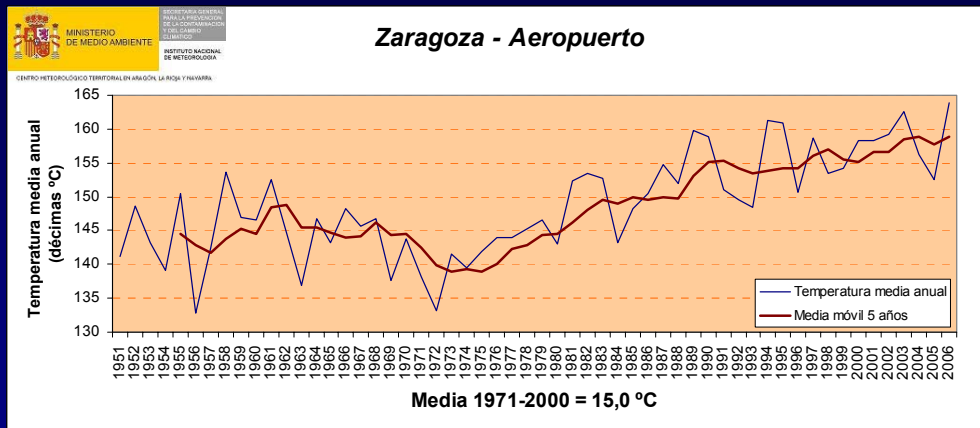
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Hoy está claro que el origen del calentamiento global es antrópico. (Gráfico y conclusión del IPCC 2007). Las líneas azules hacen referencia a los resultados de los modelos climáticos sin tener en cuenta los factores antrópicos, o sea, sólo con la variabilidad natural, que efectivamente hubieran producido un enfriamiento para la segunda mitad del S.XX. La franja roja es el resultado de todos los modelos teniendo en cuenta las variaciones naturales más el aumento de las emisiones antrópicas. La línea negra es la observación. Está claro que sin el aporte al sistema de las emisiones derivadas de las actividades humanas el aumento global de temperaturas no tiene explicación científica.

• Repercusiones locales



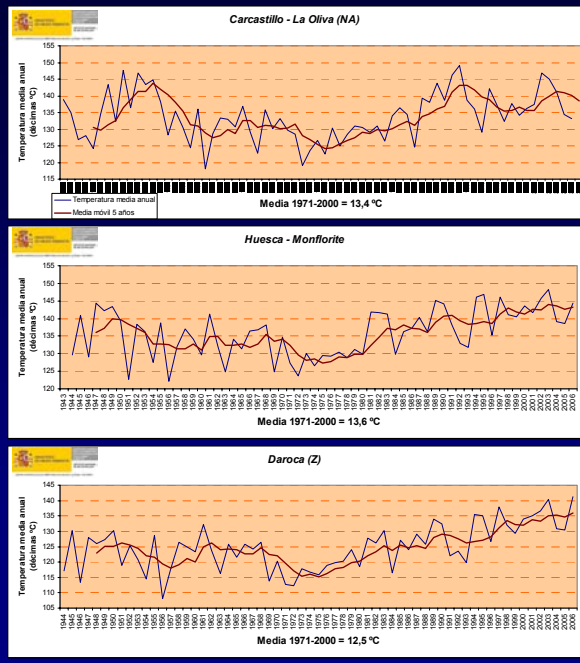
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



En Zaragoza Aeropuerto, se aprecia una tendencia similar (comparar con las bandas rojas y la línea negra de la diapositiva anterior) de calentamiento desde la segunda mitad de los 70. También se aprecia un cierto enfriamiento en los años 91 y 92 (que aparecen a escala global) como consecuencia de la erupción del Pinatubo –por si se quiere añadir el dato y el comentario-. Podría aducirse que el calentamiento de Zaragoza se debe a la proximidad de la ciudad en crecimiento y al efecto de isla de calor urbana (en realidad no porque está bastante lejos del núcleo), por eso se añade la diapositiva siguiente, donde se comparan varias series largas próximas cuyas condiciones no han variado en los últimos años.

Tendencia comparable en otras series de la Cuenca del Ebro



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07

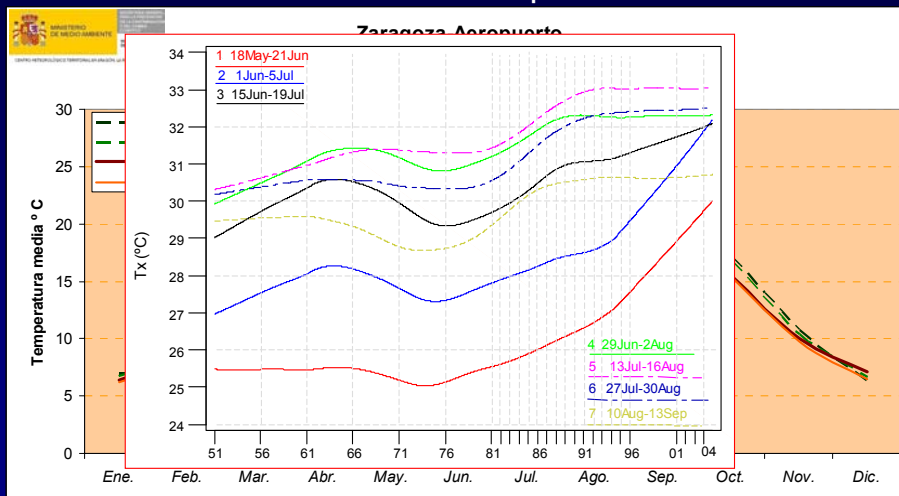


Estas series con un comportamiento similar son La Oliva, Monflorit y Daroca. En realidad, el calentamiento afecta a todas las series observadas.

– Evolución de la temperatura media en Zaragoza-Aeropuerto

- 1961-1990: 14,6° C
- 1971-2000: 15,0° C
- 1997-2006: 15,8° C
- 2001-2006: 15,9° C

– Variaciones mensuales de la temperatura



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



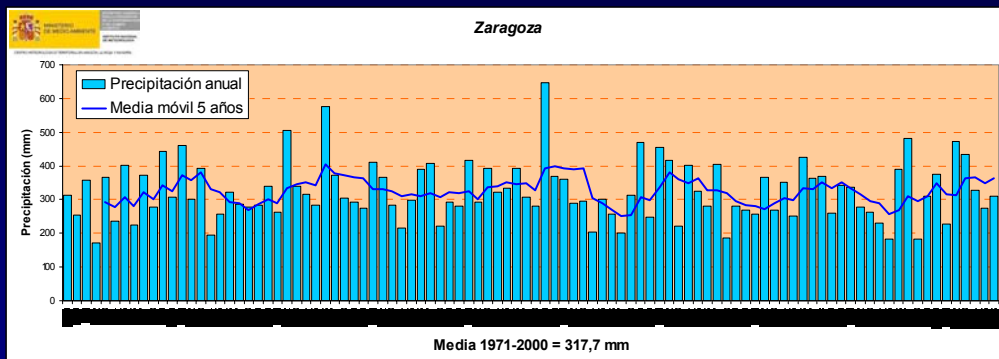
Se vuelve a Zaragoza para tratar de la evolución de la temperatura media en cifras en los dos periodos de referencia 61-90, 71-00, en los diez últimos años y en los cinco últimos años.

La gráfica siguiente compara la evolución mensual de las temperaturas, mostrando un cierto calentamiento entre las medias 61-70 y 71-00, pero un clarísimo calentamiento en los dos periodos siguientes, con un aumento del verano térmico, que supera las anteriores medias de agosto entre junio y septiembre, y un aumento de la temperatura en todos los meses salvo diciembre y enero. Todo hace indicar que este año se mantiene esa tendencia.

La otra gráfica es un poco redundante con la anterior, pero muestra la evolución de las temperaturas máximas por periodos (Álvarez-Abaurrea) en el aeropuerto de Zaragoza.

– Evolución de la precipitación en Zaragoza

- Media 1971-2000: 317,7 mm
- Media 1997-2006: 339,8 mm



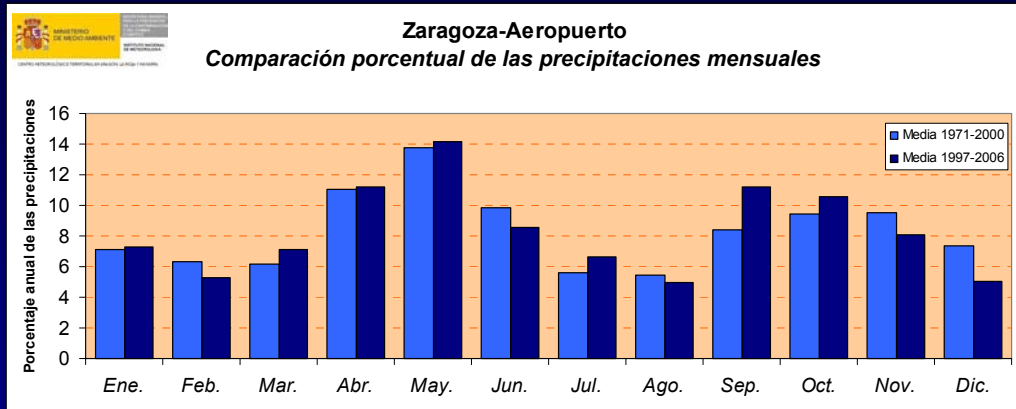
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



La precipitación muestra ciclos, y un cierto descenso con respecto a los años 50 y 60, pero sin una tendencia marcada en Zaragoza (ojo, hay estudios de Cuadrat que muestran un descenso de las precipitaciones en la Cuenca del Ebro en los últimos años del orden del 20 %) En realidad, se observa un cierto aumento local entre la media 71-00 y los diez últimos años del orden del 10%.

– Características de la precipitación en Zaragoza (1)



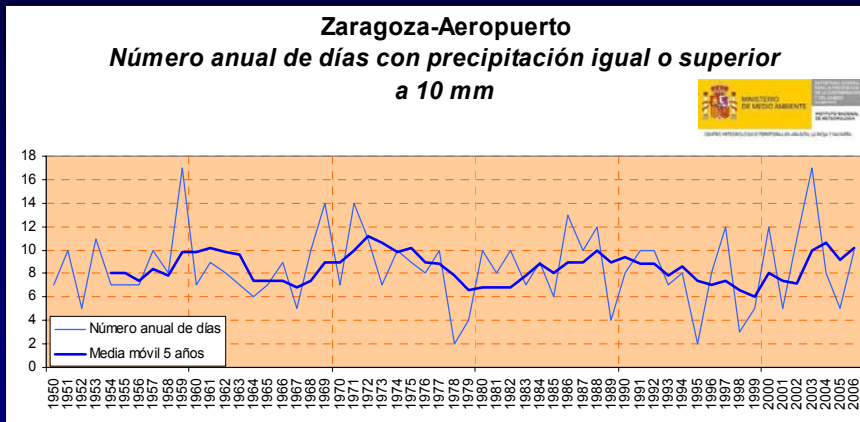
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



La variación porcentual de las precipitaciones por meses entre el periodo 71-00 y los últimos 10 años, no muestran grandes variaciones, salvo quizá un descenso de las precipitaciones en las estaciones de invierno y verano y un aumento en primavera y otoño.

– Características de la precipitación en Zaragoza (2)



CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

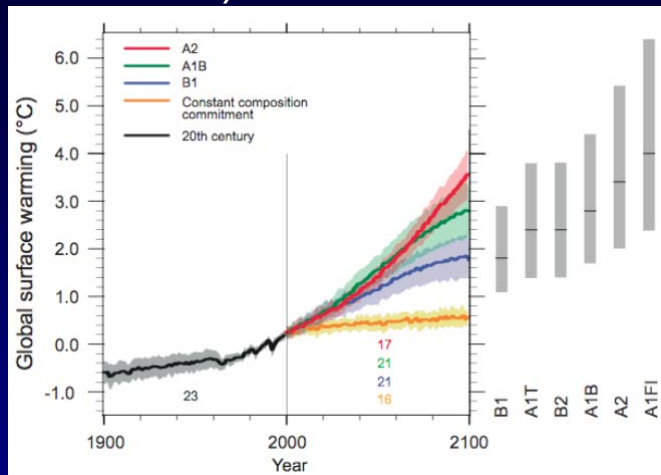
PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



El número de días de precipitación en Zaragoza ha aumentado ligeramente a lo largo del tiempo, si bien ha disminuido la cantidad de precipitación por cada día con precipitación apreciable.

Los días en los que la precipitación es igual o superior a 10 mm tampoco muestran tendencia clara, salvo una mayor variabilidad interanual desde los 80.

• Escenarios (IPCC 2007)



B1: Énfasis medioambiental

A1T: Énfasis económico, energías renovables

B2: Énfasis medioambiental, regional

A1B: Énfasis económico, equilibrado

A2: Énfasis económico, regional

A1FI: Énfasis económico, uso intensivo de combustibles fósiles

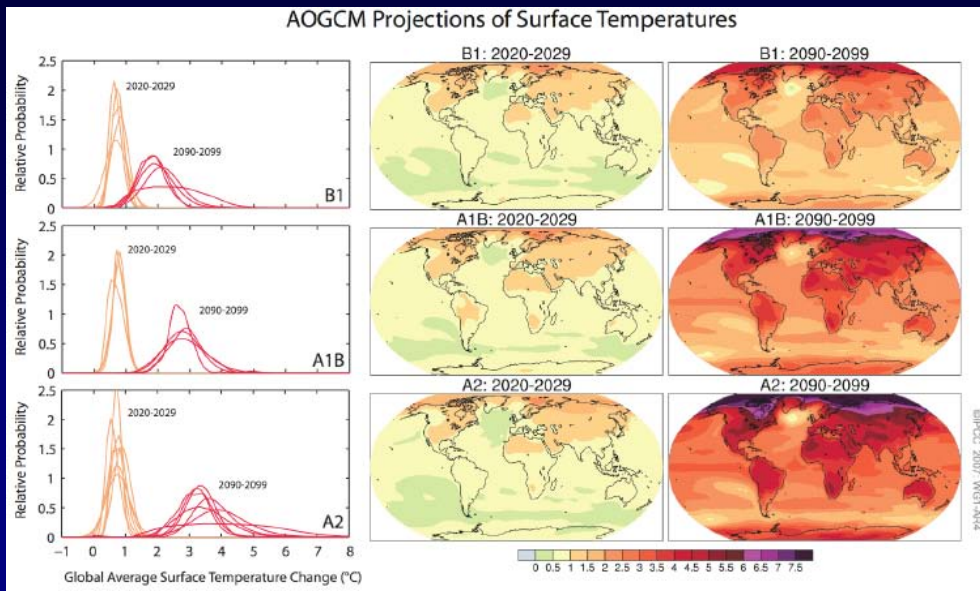
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



El calentamiento global previsto según los diferentes escenarios (con los intervalos de confianza a la derecha) y una chuleta con la descripción de cada escenario.

– Tendencias previstas para la temperatura



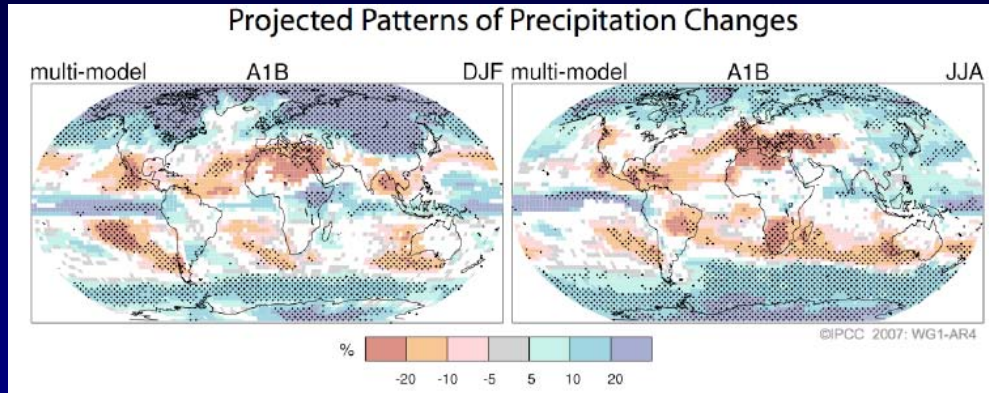
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Proyecciones para la temperatura media anual en los periodos 2020-2029 y 2090-99 y tres escenarios B1 (ecológico), A1B (desarrollista equilibrado) y A2 (desarrollo diferente por regiones, pero sin una reducción drástica de las emisiones) (IPCC, 2007). Las variaciones son relativas al periodo 1980-99.

– Tendencias previstas para la precipitación



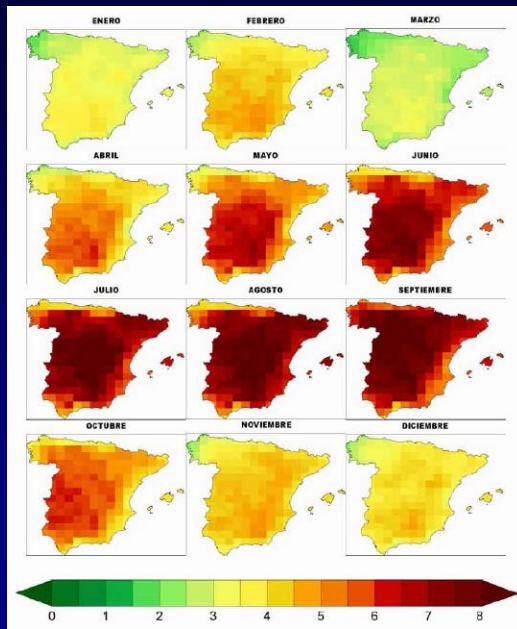
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Cambios para la precipitación en el periodo 2090-99 con respecto a las del 1980-99 y el escenario A1B, para invierno (DJF) y verano (JJA). Fuerte descenso en el área mediterránea.

– Escenarios regionalizados para la temperatura



Variaciones previstas en el periodo 2071-2100 para la temperatura mensual con respecto a las medias del periodo 1961-1990, con el escenario A2 (INM, 2007).

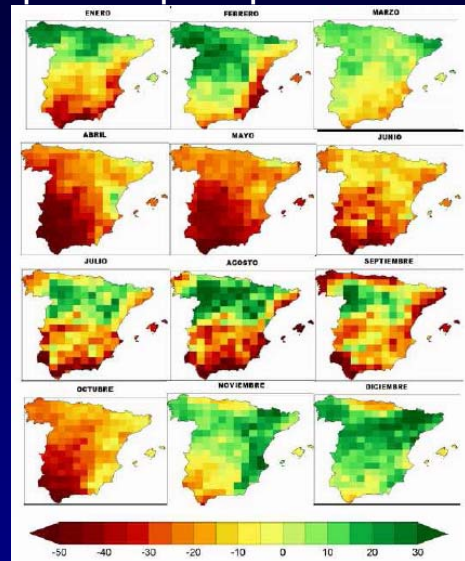
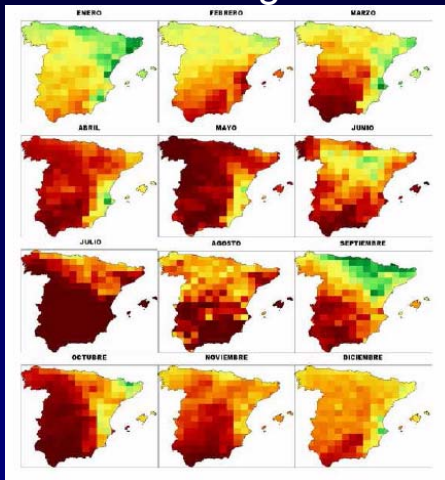
CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Variaciones regionalizadas de la temperatura por meses según el escenario A2 y el modelo global HadM3H, regionalizada por análogos por el INM. Calentamiento especialmente en el centro de la península y en verano. Las fechas de referencia aparecen en la diapositiva.

– Escenarios regionalizados para la precipitación



Variaciones porcentuales previstas para el periodo 2071-2100 con respecto al periodo 1961-1990, para el escenario A2 y dos modelos diferentes (INM, 2007)

CAMBIO CLIMÁTICO: BASE CIENTÍFICA Y EVIDENCIA OBSERVACIONAL

PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE - ZARAGOZA 01.03.07



Lo mismo para la precipitación, pero con dos modelos diferentes, el GCGM2 y el HadAM3H (resp.)

Comentar que lo de la precipitación está menos claro y por eso aparecen diferencias, no tanto en el descenso veraniego, que parece claro, como en la ausencia de una señal clara para el resto de los meses.