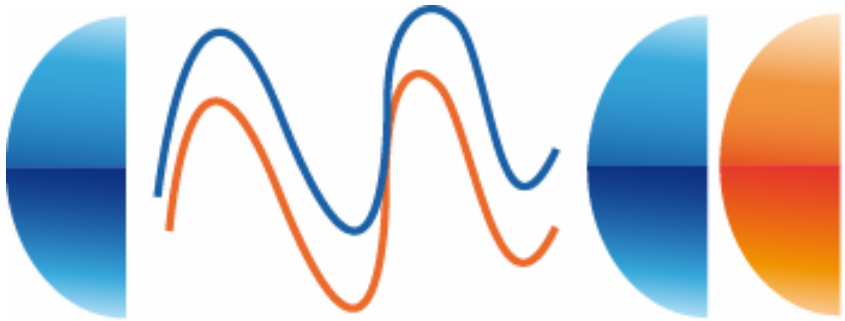


Centro Euro-Mediterraneo
per i Cambiamenti Climatici

Scenari futuri di cambiamento climatico nel Mediterraneo e in Italia

Silvio Gualdi, Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Climatica…mente Cambiando, TRENTINO CLIMA 2011
"Impatti, mitigazione e adattamento: una scommessa globale sul clima che verrà, 9 Settembre, Trento

Piano della Presentazione:

- Cambiamento Climatico: osservazioni dirette
- Modelli Numerici e Simulazioni del Clima
- Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale (Mediterraneo)
- Proiezioni di Cambiamento Climatico: zoom sull'Italia

Bibliografia e Sorgenti:

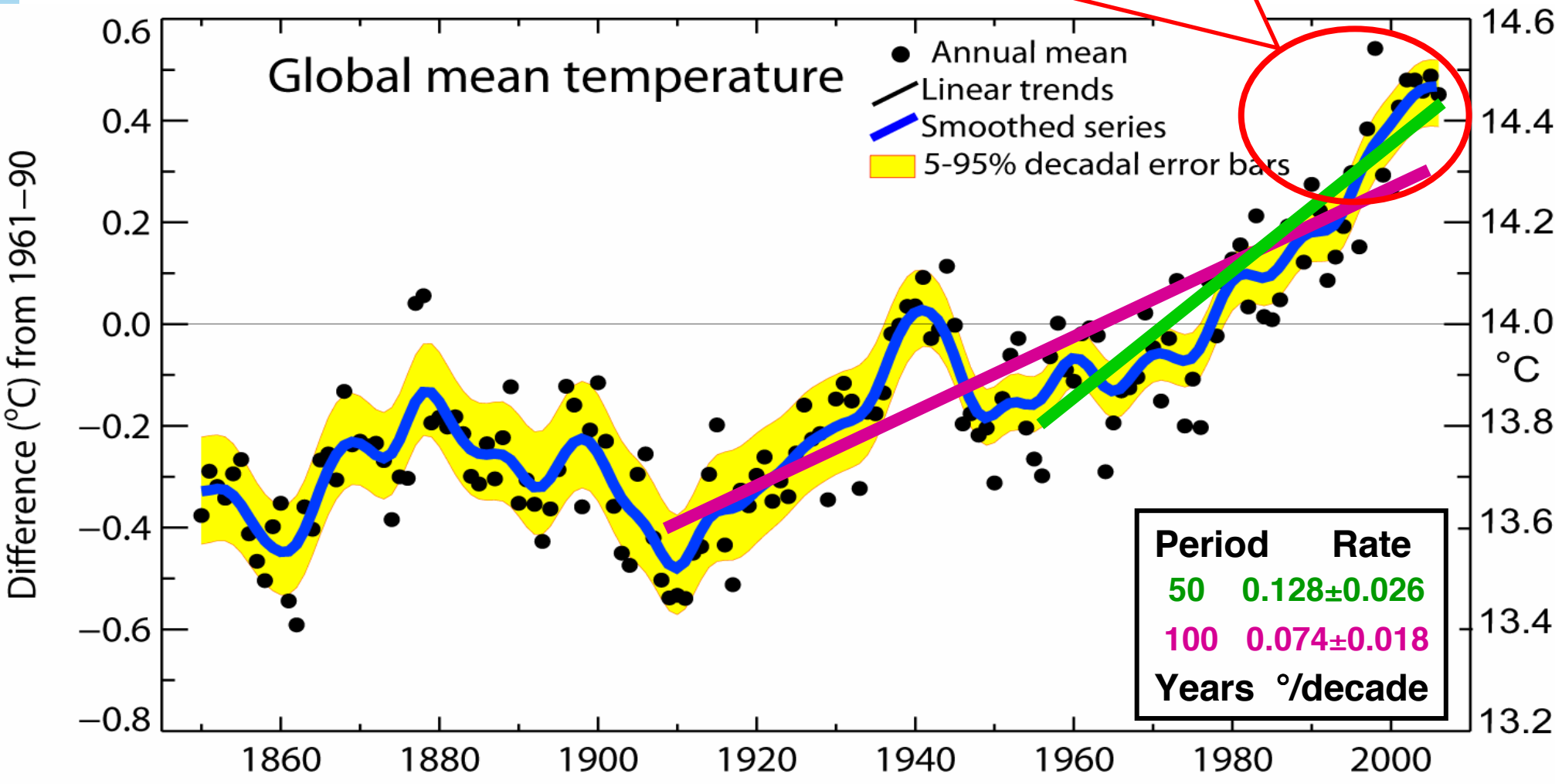
IPCC, 2007: *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Editors: Solomon, S.,D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Gualdi S., F. Giorgi, and A. Navarra, 2009. *Le proiezioni del clima futuro nell'area dell'Euro-Mediterraneo negli scenari globali e regionali*, in "*I cambiamenti climatici in Italia. Vulnerabilità e Impatti*" eds S. Castellari e V. Artale, Bologna, Edizioni Bonomia University Press, pp 47-80.

Gualdi S., S. Somot, W. May, S. Castellari, M. Déqué and coauthors, 2011. *Future Climate Projections*, in Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean. A. Navarra, L.Tubiana (eds.), Springer, Dordrecht, The Netherlands. In press.

Cambiamento Climatico: osservazioni dirette

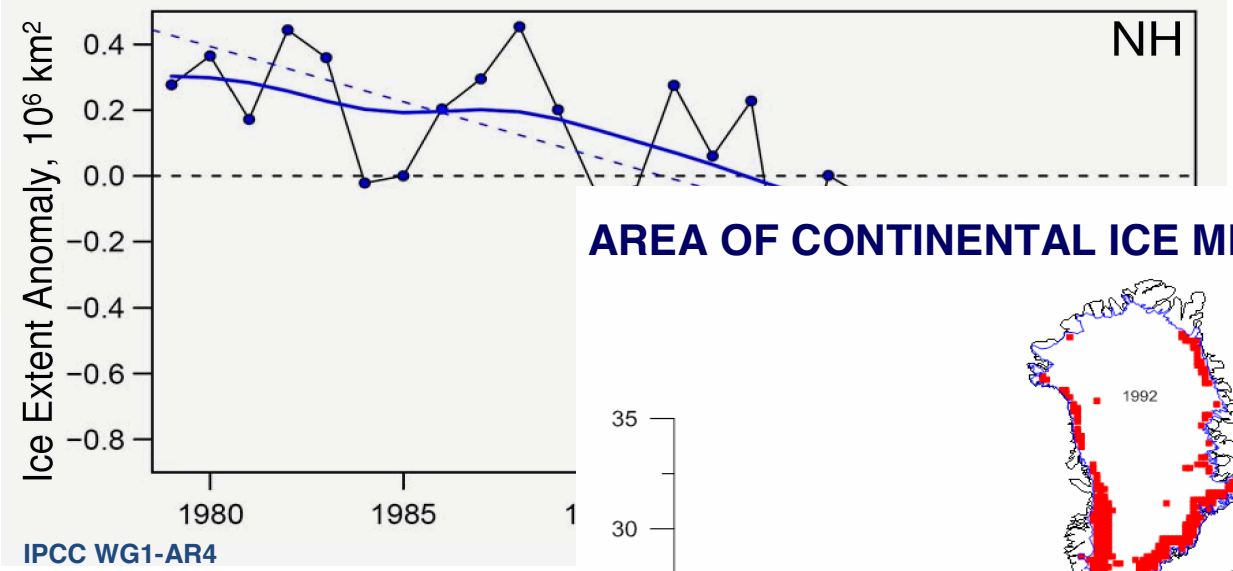
Warmest 12 years:
1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006, 2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



IPCC WG1-AR4, FAQ 3.1, Figure 1

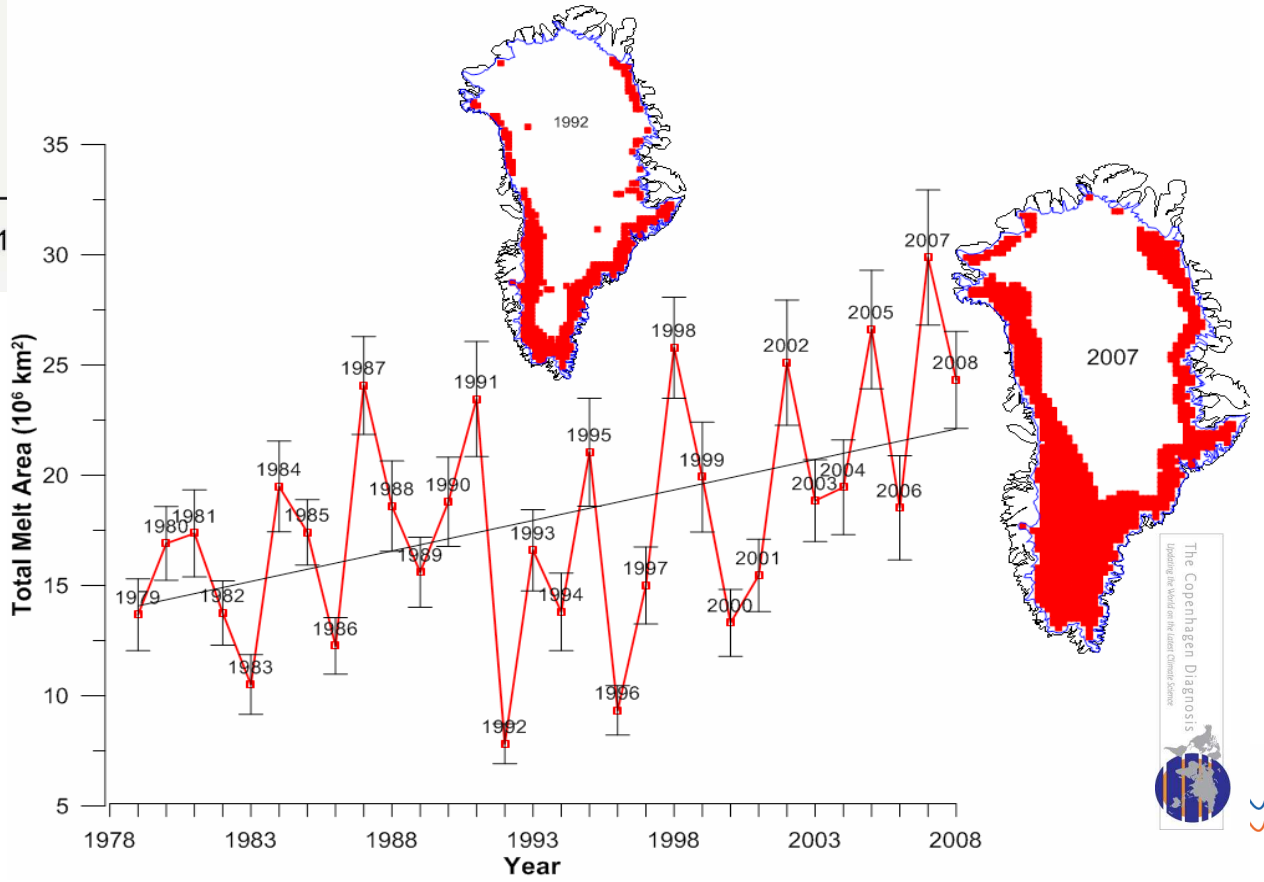
Cambiamento Climatico: osservazioni dirette

Arctic sea ice area decreased by 2.7% per decade
(Summer: -7.4% per decade)

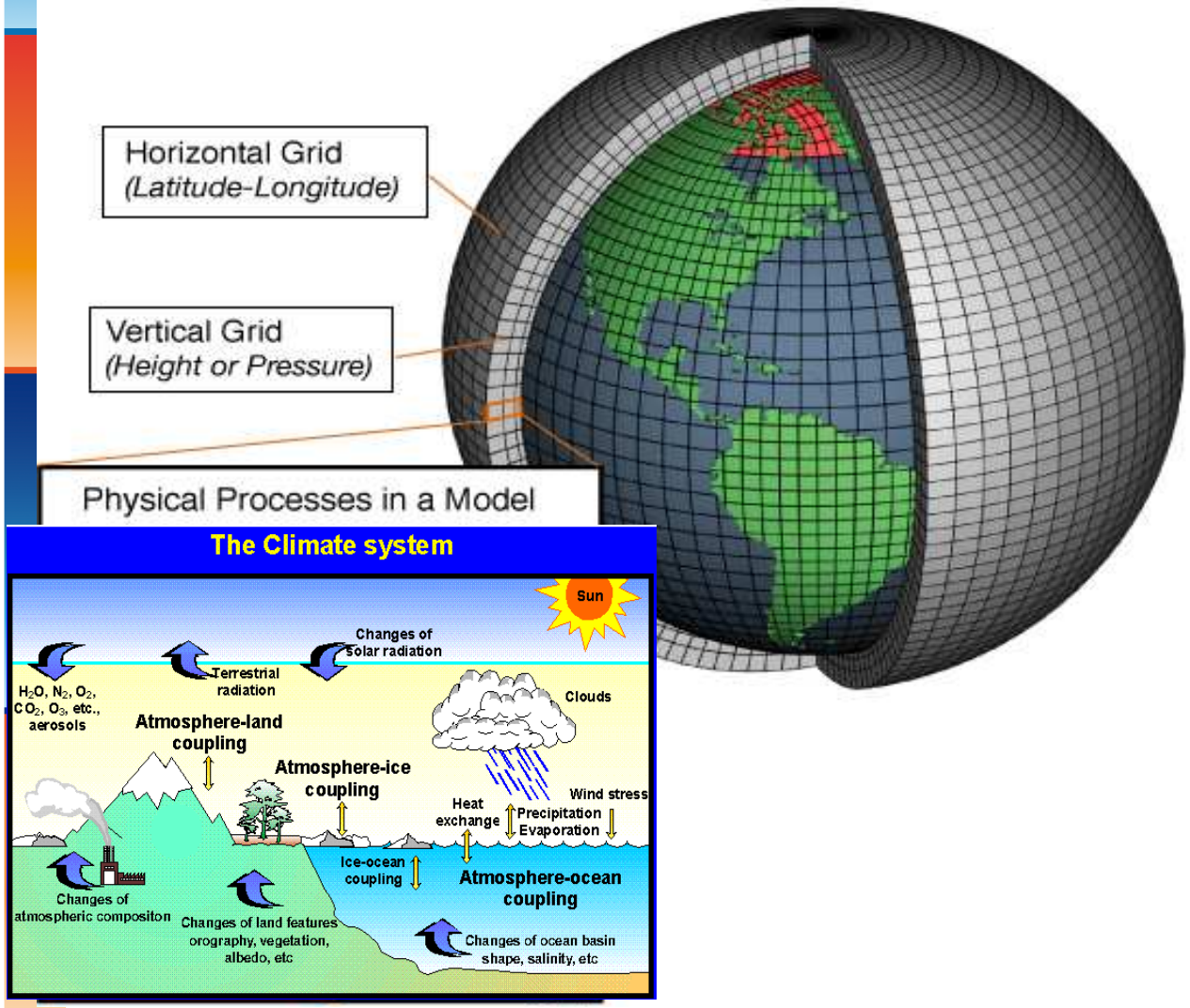


IPCC WG1-AR4

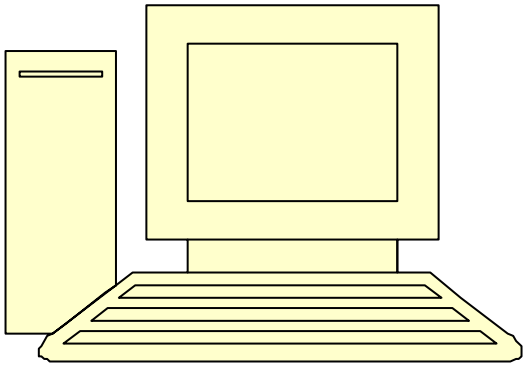
AREA OF CONTINENTAL ICE MELTING IN GREENLAND SINCE 1979



Modelli Numerici e Simulazioni del Clima



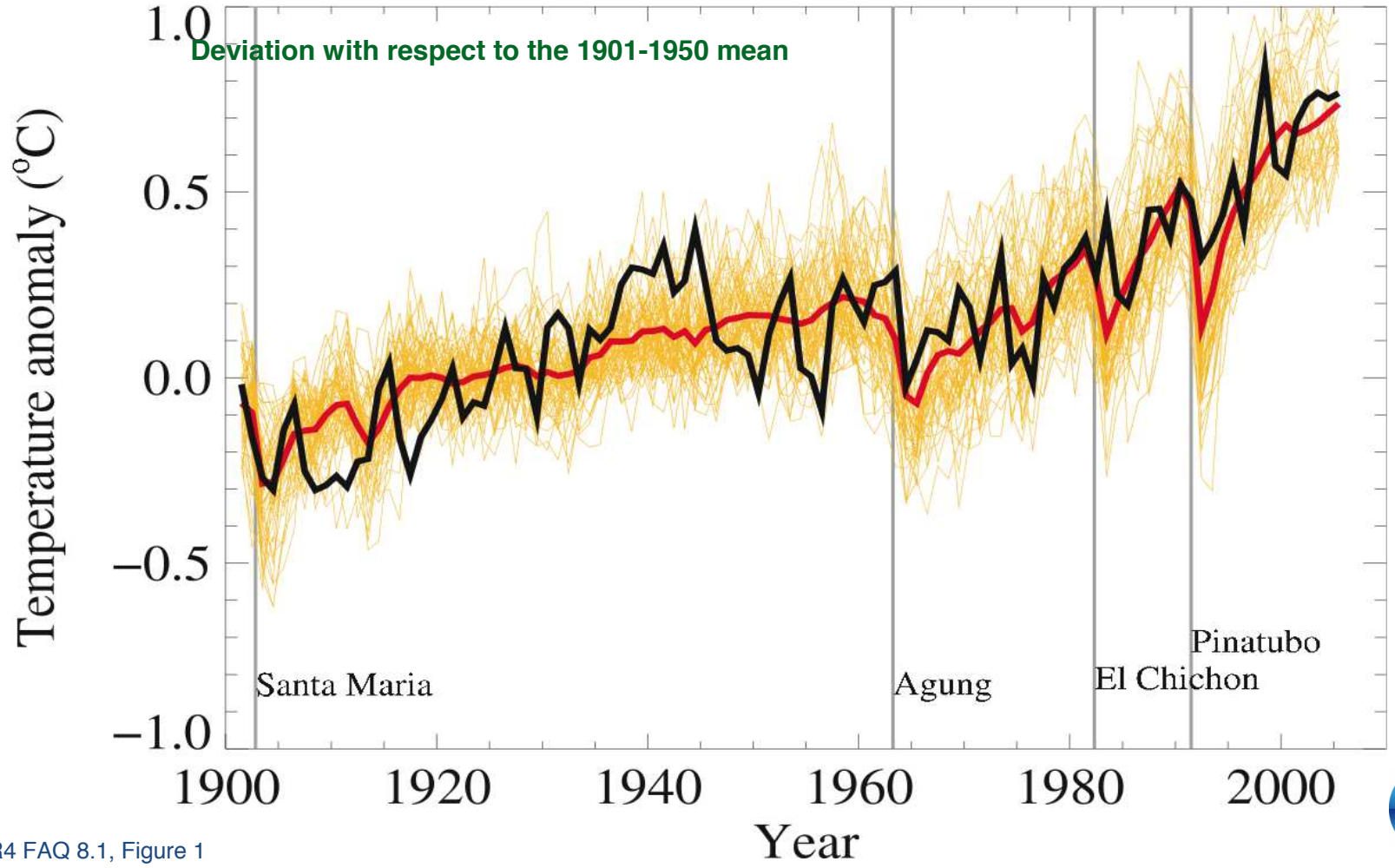
powerful super-computer



Modelli Numerici e Simulazioni del Clima

HOW GOOD ARE CLIMATE MODELS TO REPRODUCE THE OBSERVED MEAN CLIMATE?

Evolution of the mean surface temperature observed and simulated



IPCC-AR4 FAQ 8.1, Figure 1

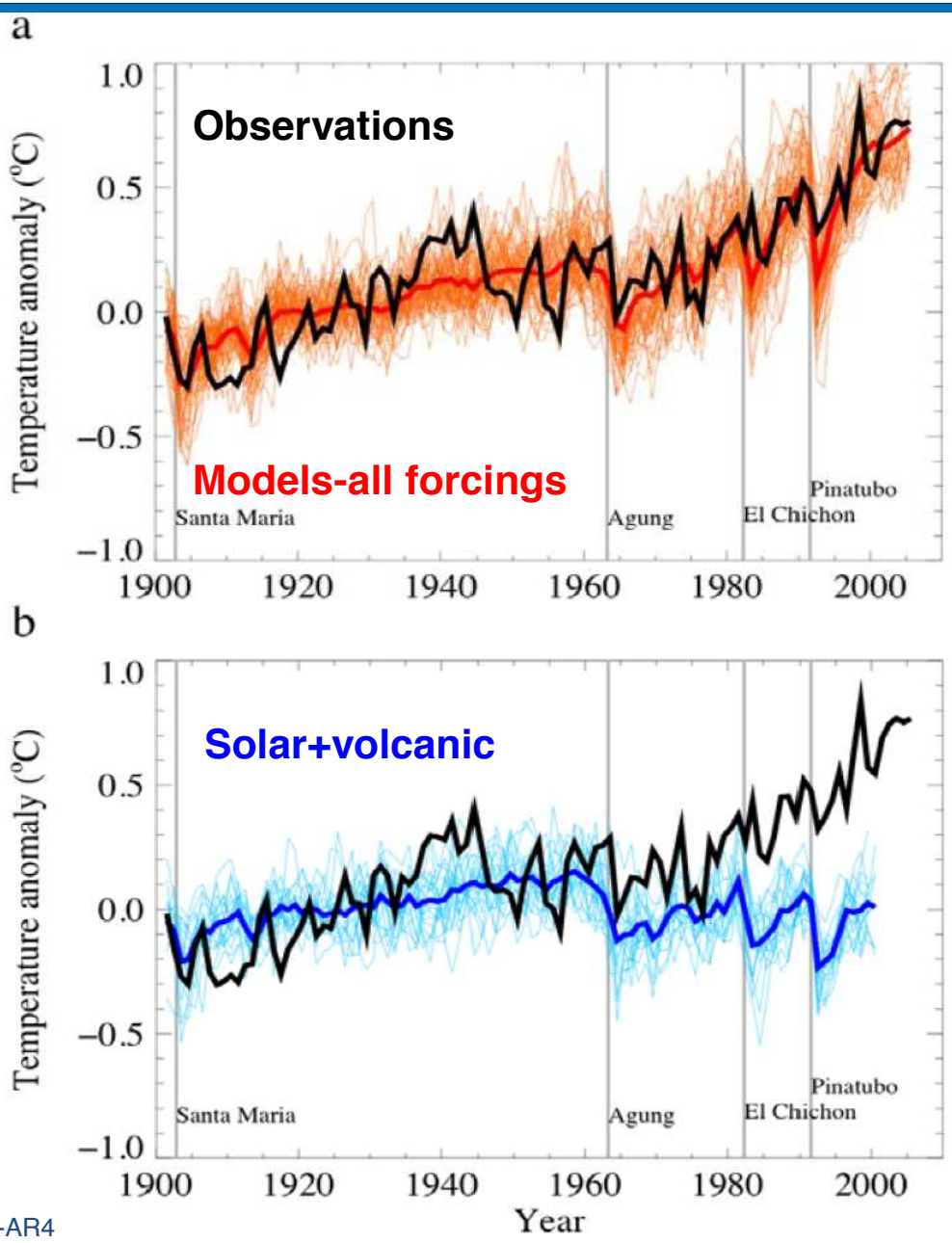
Modelli Numerici e Simulazioni del Clima

Simulation of the 20th century with the Climate models forced with:

- all forcings (natural+anthropogenic)
- only natural (solar+volcanic) forcings

Observed changes are:

- ✓ consistent with expected responses to all forcings
- ✓ inconsistent with alternative explanations



IPCC-AR4

Modelli Numerici e Simulazioni del Clima

I modelli riproducono ragionevolmente bene le principali caratteristiche del clima osservato e i meccanismi fondamentali che sono alla base dei cambiamenti osservati nel recente passato …

… quindi possiamo utilizzarli per cercare di ottenere informazioni su possibili futuri cambiamenti del clima dovuti alle attivita` umane (gas serra, aerosol, uso del suolo …)

PROIEZIONI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

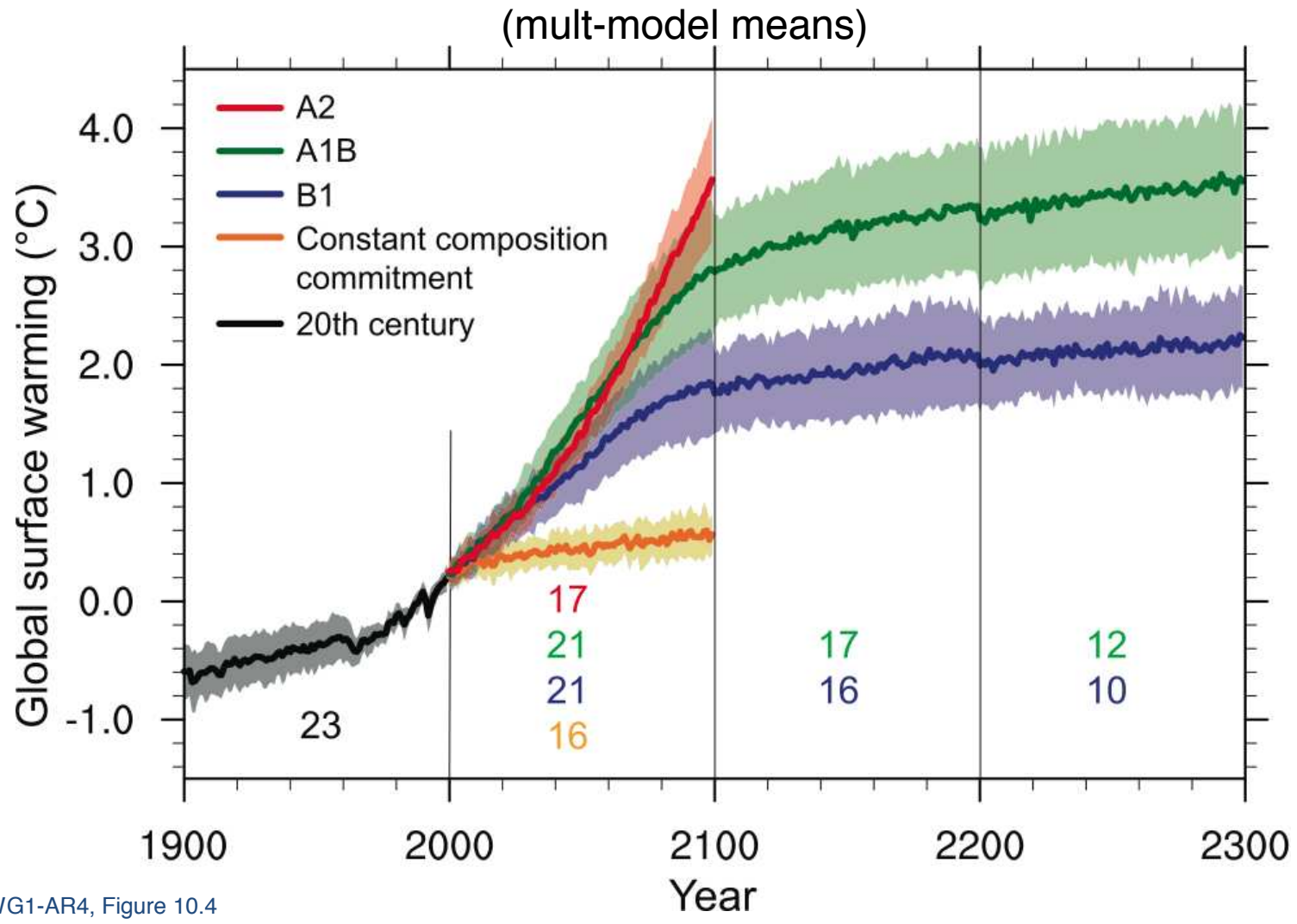
Proiezioni di Cambiamento Climatico

Le proiezioni di cambiamento climatico sono eseguite per mezzo di **SCENARI** (descrizione di un ipotetico sviluppo socio-economico del pianeta nel futuro.

Uno scenario provvede informazioni sulle emissioni (concentrationi atmosferiche) di gas serra, aerosol, cambiamento di uso del suolo, etc … che vengono fornite ai modelli per produrre proiezioni climatiche

Proiezioni di Cambiamento Climatico

GLOBAL MEAN SURFACE TEMPERATURE FOR THE DIFFERENT SCENARIOS



IPCC WG1-AR4, Figure 10.4

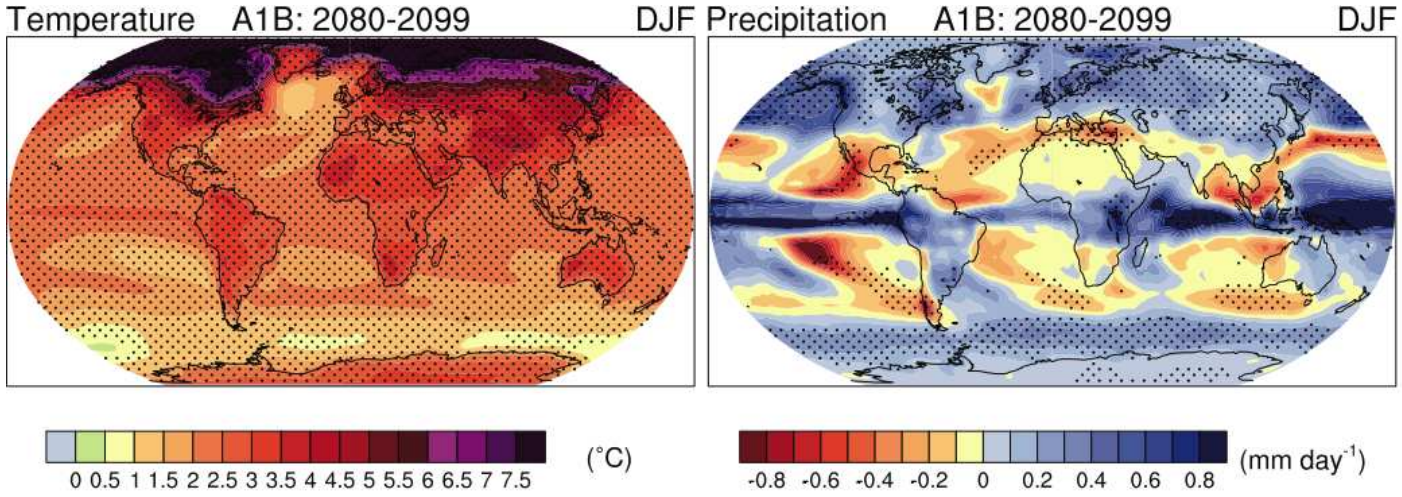
Proiezioni di Cambiamento Climatico

SCENARIO A1B

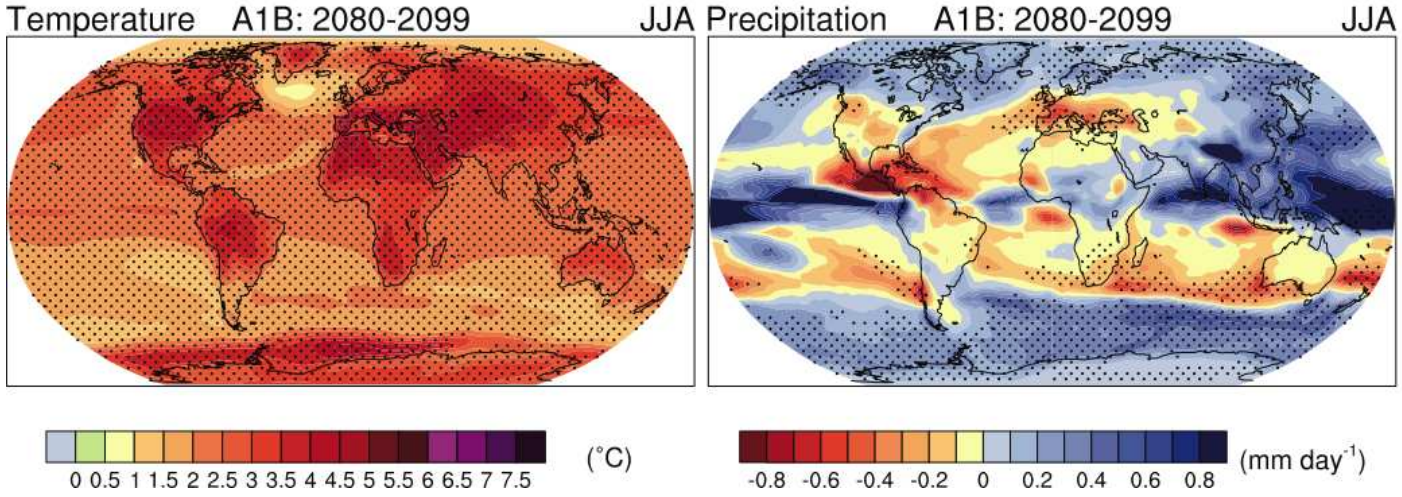
Difference between the **2080-2099** mean and the **1980-1999** mean

SURFACE TEMPERATURE | **PRECIPITATION**

BOREAL WINTER



BOREAL SUMMER

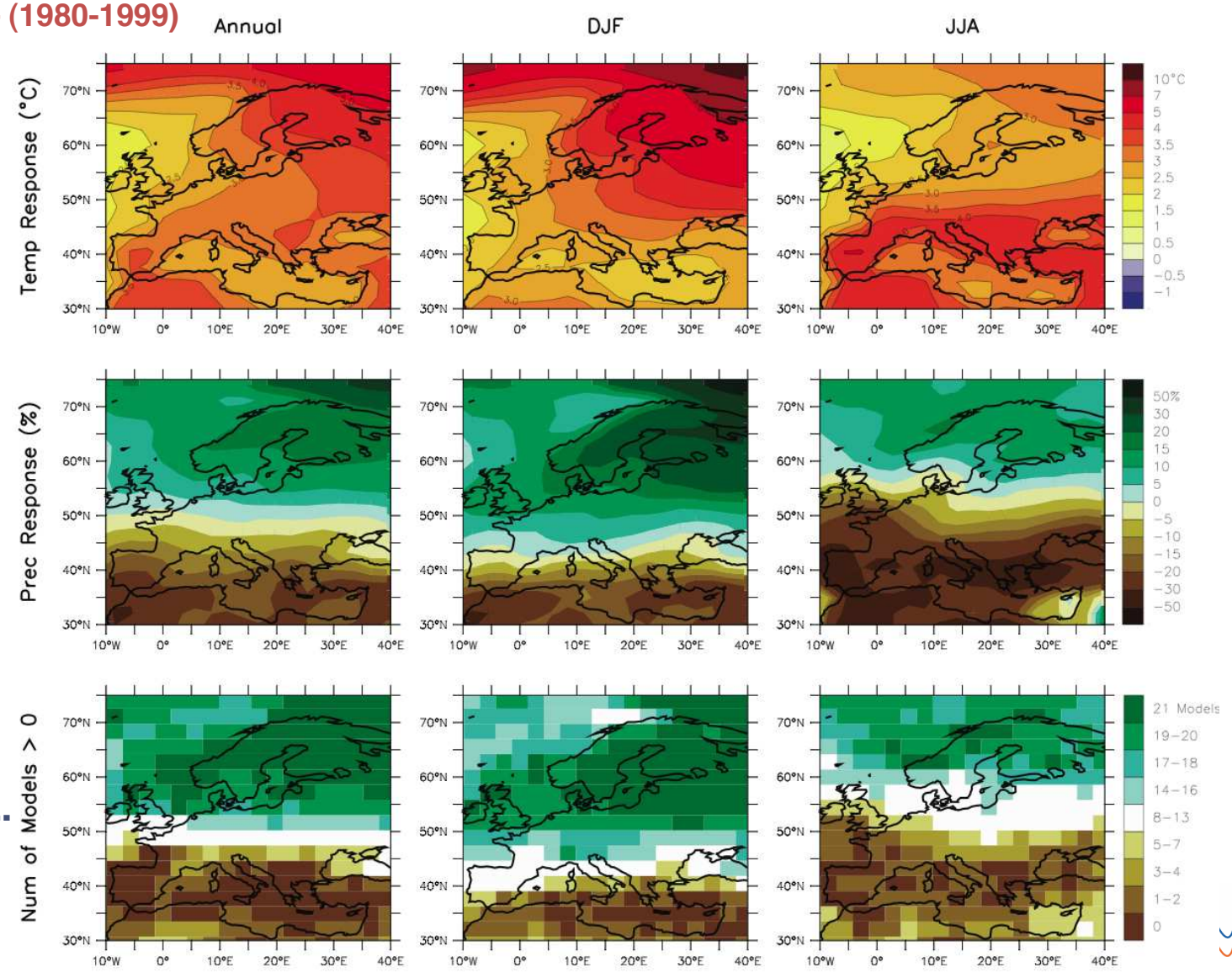


IPCC WG1-AR4, Figure 10.9

Proiezioni di Cambiamento Climatico

Change in the European region in the A1B scenario

A1B (2080-2099) – (1980-1999)

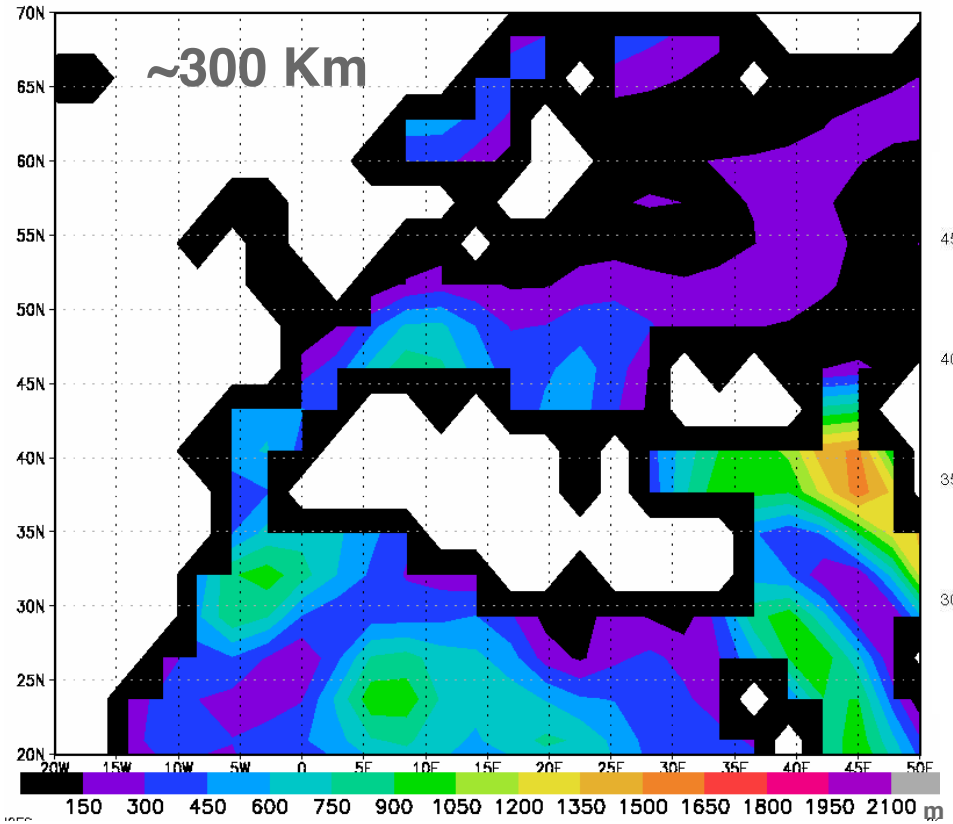


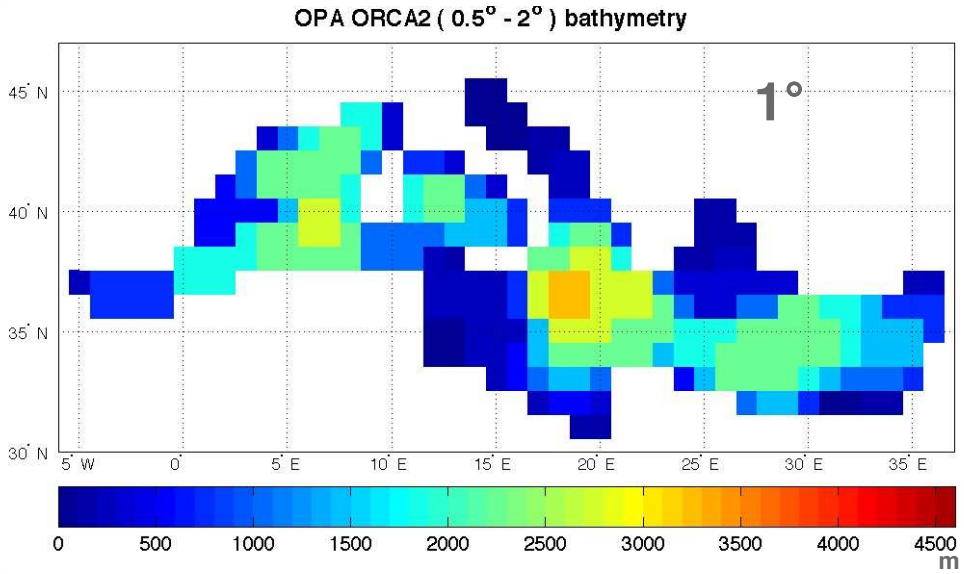
IPCC WG1-AR4, Figure 11.5

Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

State of the art (CMIP3-AR4) coupled models are inadequate to resolve the dynamical features of the Euro-Mediterranean region

Orography, Land-Sea mask and Mediterranean Sea bathymetry as represented in a "standard" CMIP3 (IPCC-AR4) model with horizontal resolution of ~300 Km

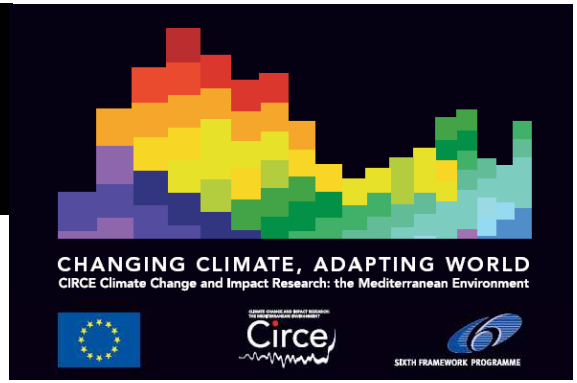




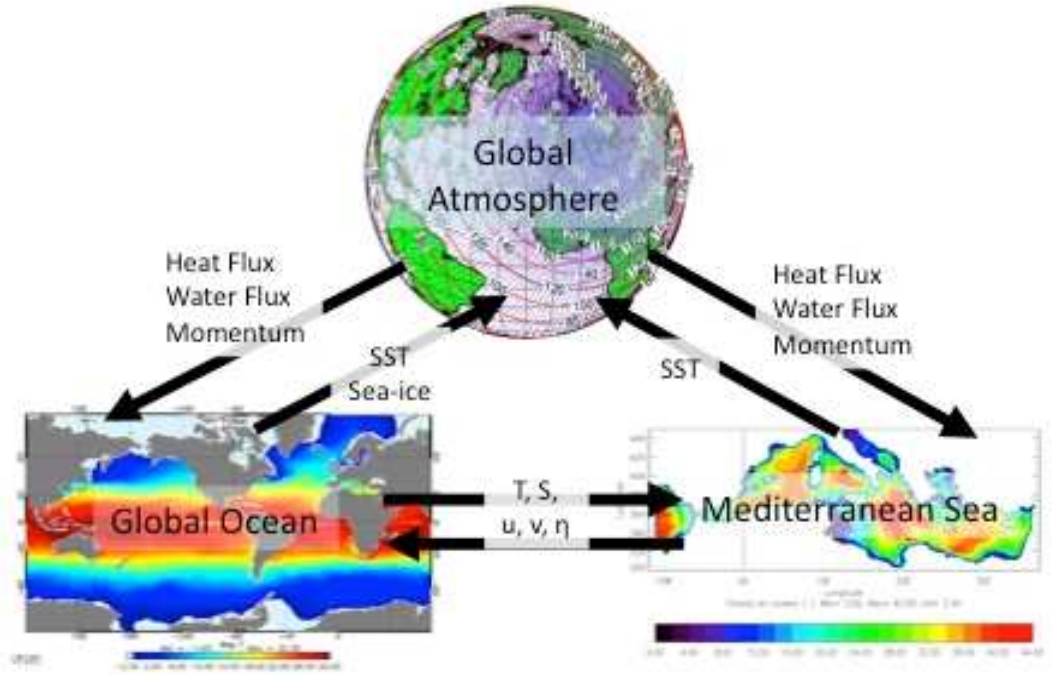
Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

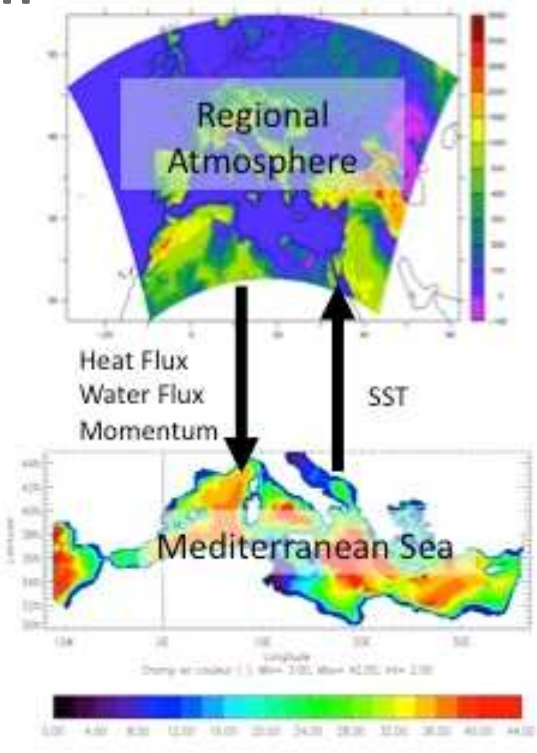
A European project to improve the projections in the Euro-Mediterranean region

CIRCE
Climate Change and Impact Research:
The Mediterranean Environment



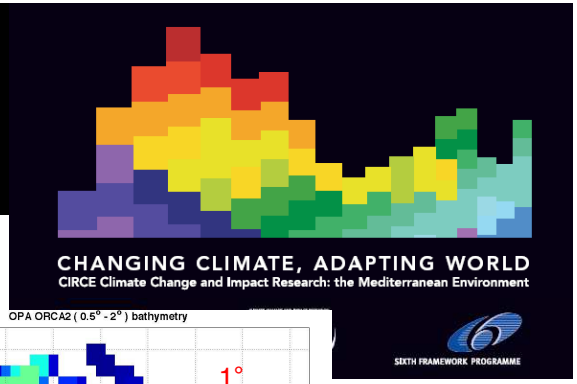
CIRCE MODELS: High-resolution and coupled atmosphere-ocean in the Mediterranean region

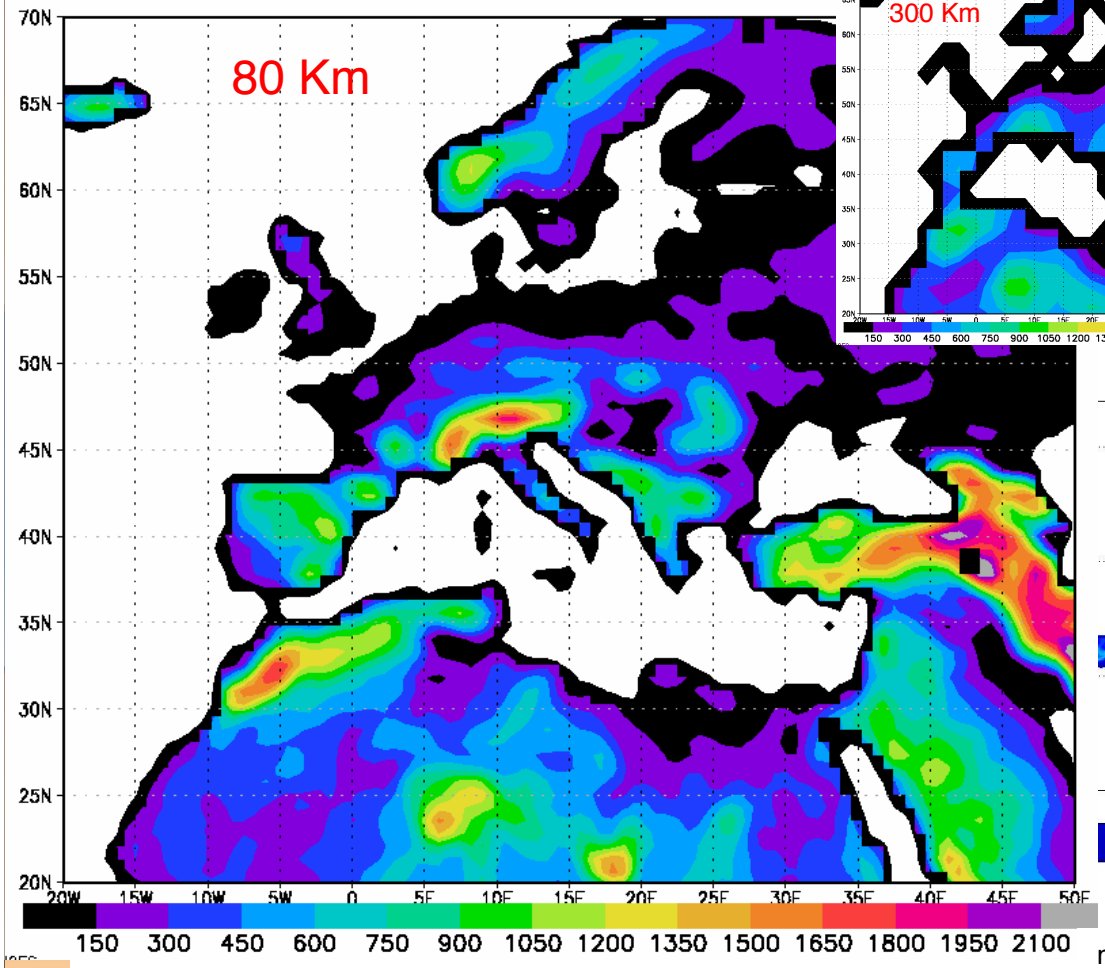


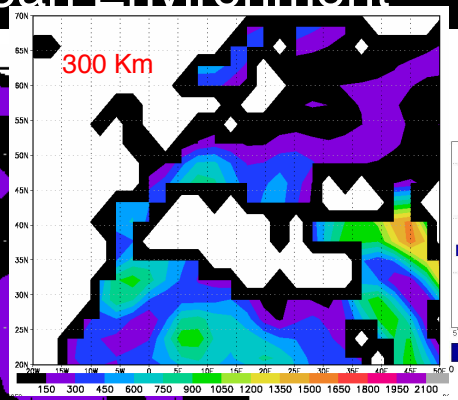


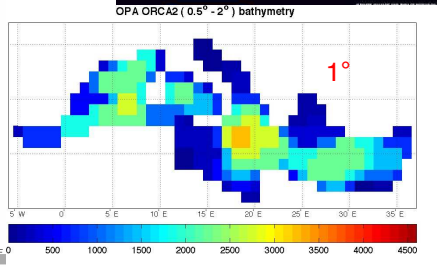
Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

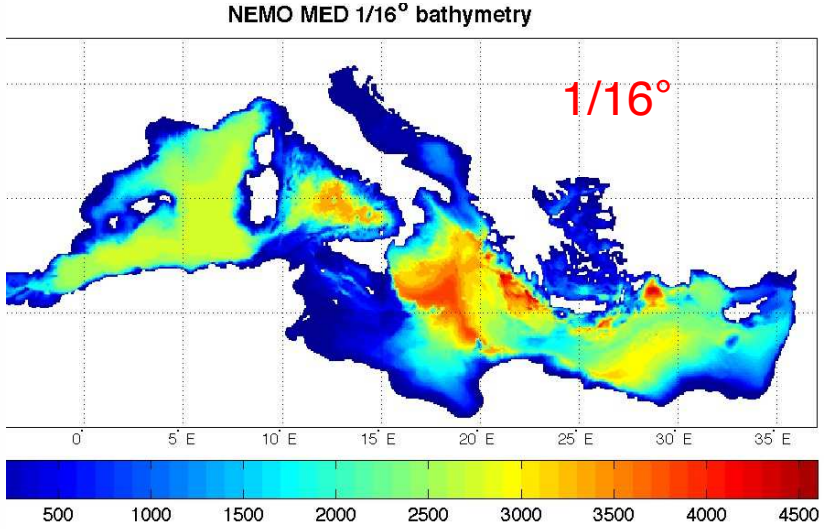
CIRCE
Climate Change and Impact Research:
The Mediterranean Environment





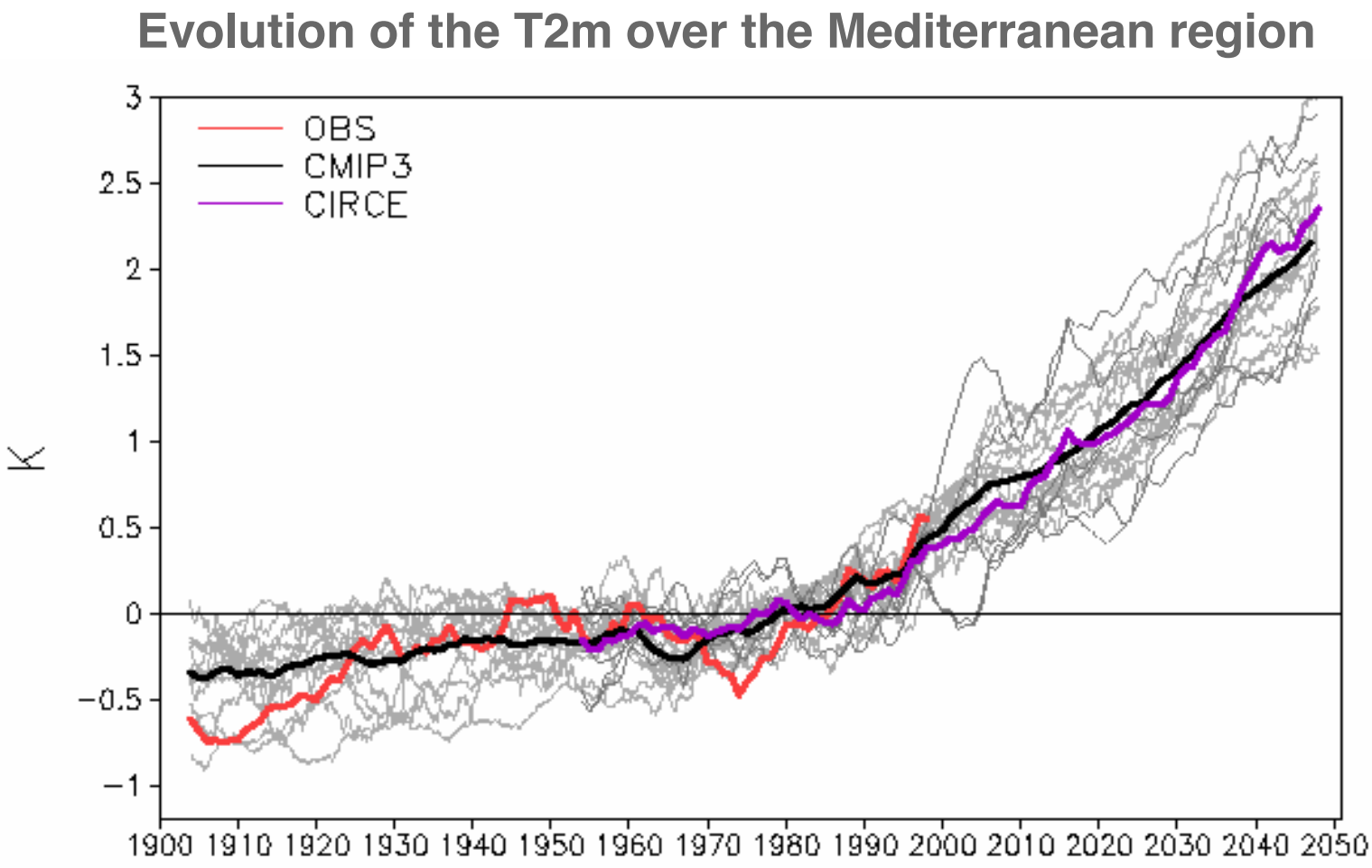






Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

Proiezioni di Cambiamento Climatico nel Mediterraneo



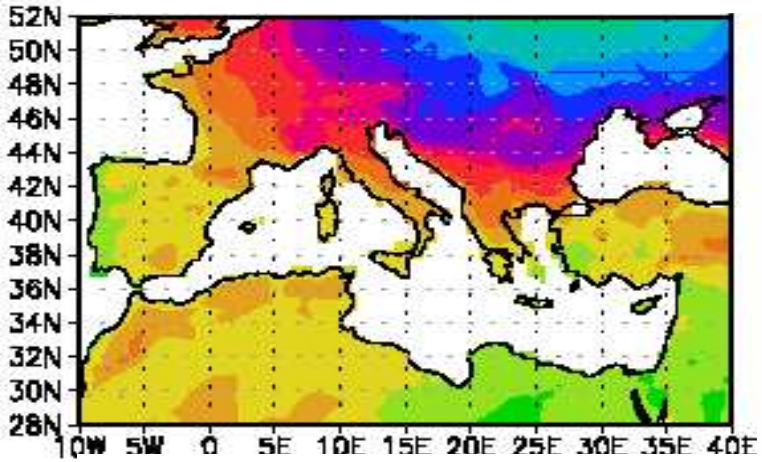
(Gualdi et al., 2011)

Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

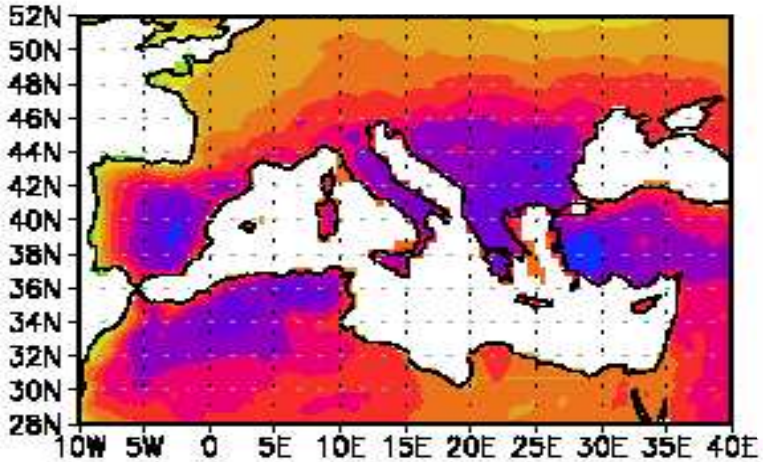
Proiezioni di Cambiamento Climatico nel Mediterraneo

T2m and Precipitation projected trends

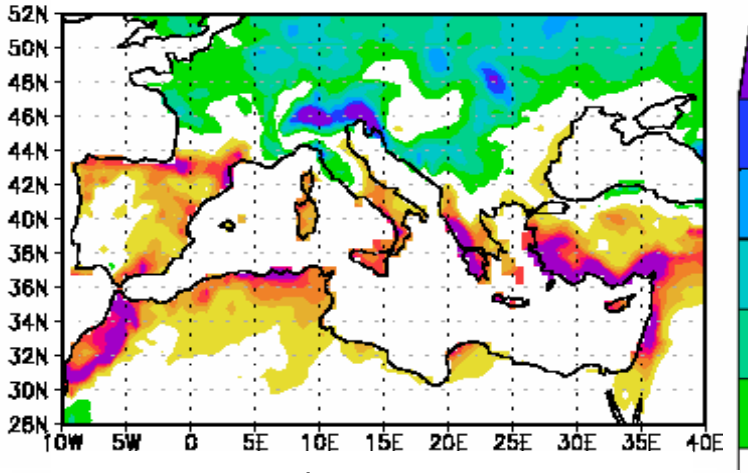
T2m trend 2001-2050 DJF



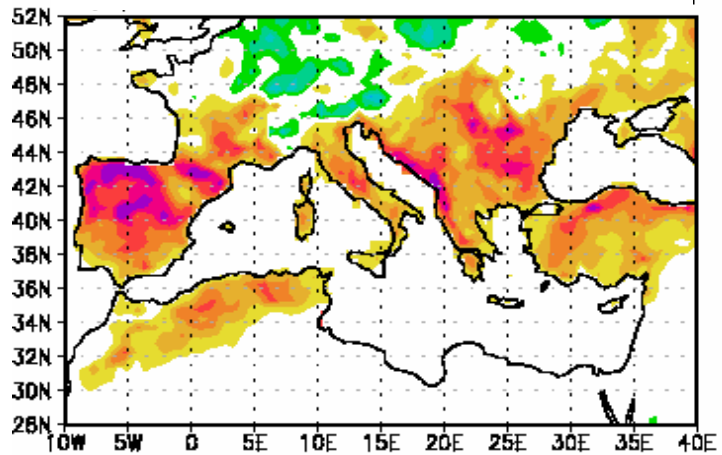
T2m trend 2001-2050 JJA

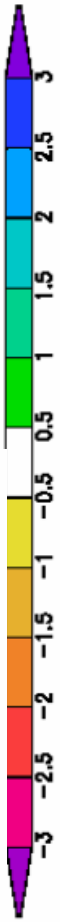


Precip trend 2001-2050 DJF



Precip trend 2001-2050 JJA





(Gualdi et al., 2011)

Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

FMED = Full Mediterranean (28-48 N, 9.5 W-38.5 E);
NMED = Northern Mediterranean (41-48 N, 9.5 W-38.5 E)
SMED = Southern Mediterranean (28-41 N, 9.5 W-38.5 E)
WMED = Western Mediterranean (28-44 N, 9.5 W-10.5 E)
CMED = Central Mediterranean (28-46 N, 10.5-20.5 E)
EMED = Eastern Mediterranean (28-44 N, 20.5-38.5 E)
ALPS = Alpine region (44-48 N, 5.5-15.5 E)

QuickTime™ and a
TIFF (LZW) decompressor
are needed to see this picture.

(Giorgi and Lionello, 2008)

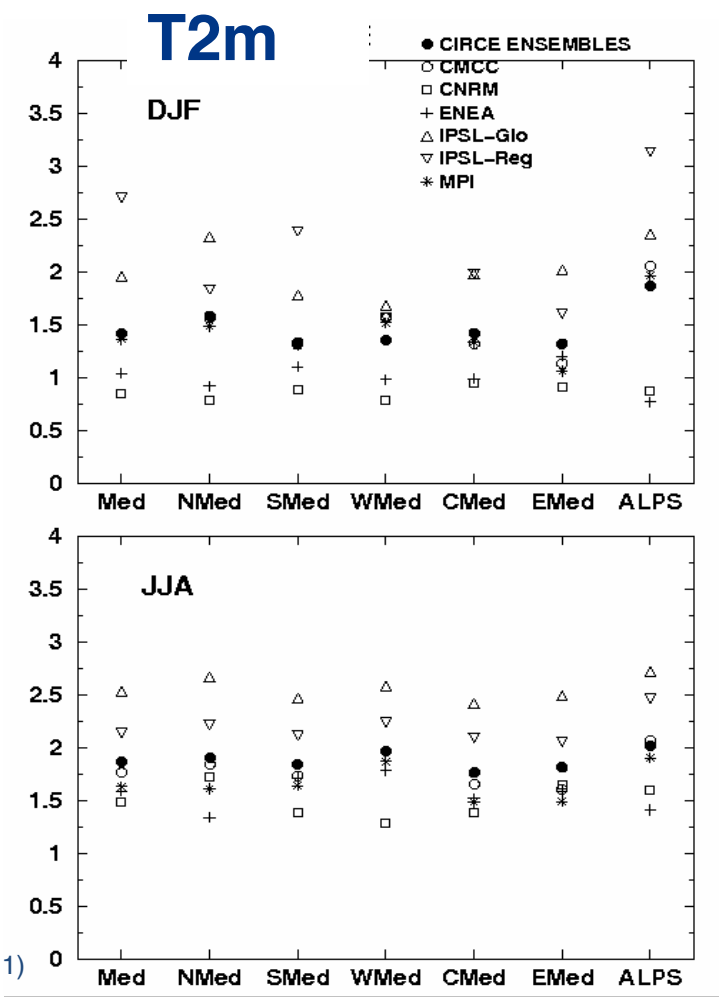
Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

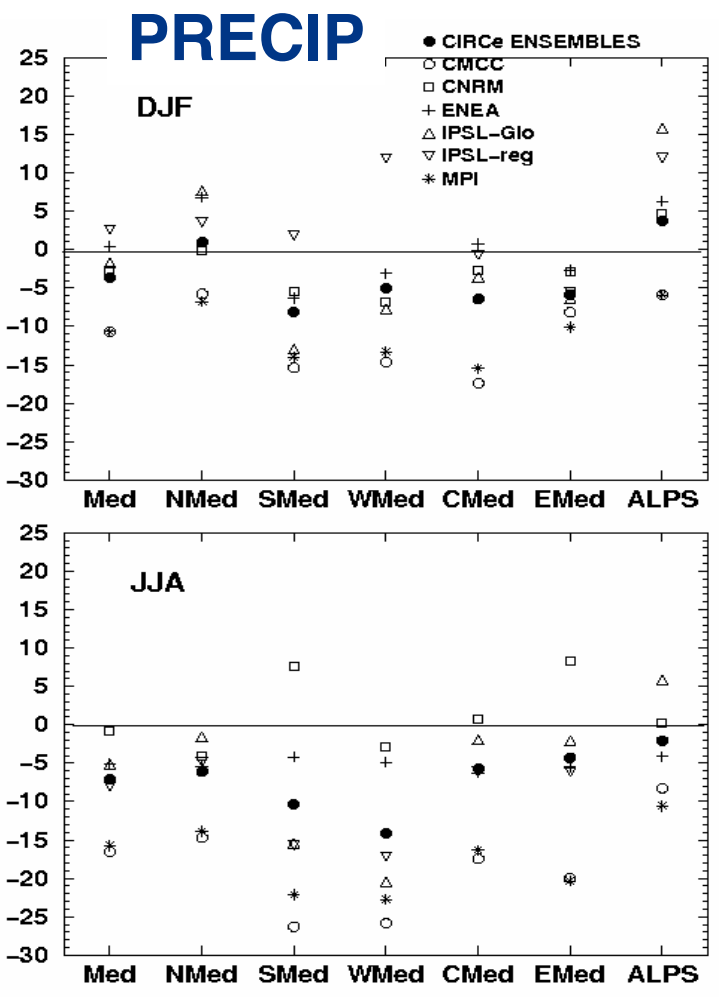
Proiezioni di Cambiamento Climatico nel Mediterraneo

Change in **T2m** and **Precipitation** for specific sub-regions (2021-2050) - (1961-1990)

DJF

JJA



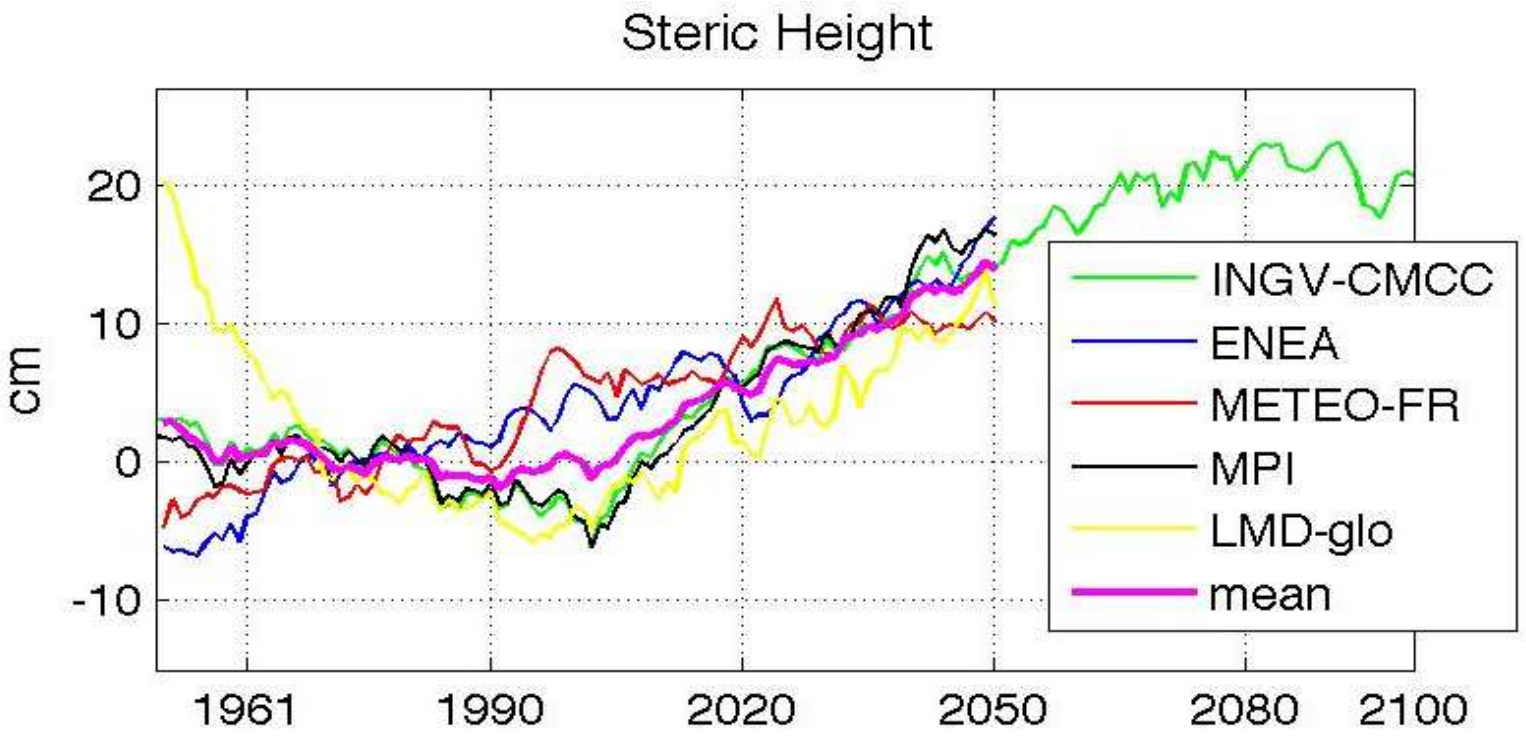


(Gualdi et al., 2011)

Proiezioni di Cambiamento Climatico: scala regionale

Proiezioni di Cambiamento Climatico nel Mediterraneo

Mediterranean SEA LEVEL CHANGE due to the STERIC EFFECT in the CIRCE projections

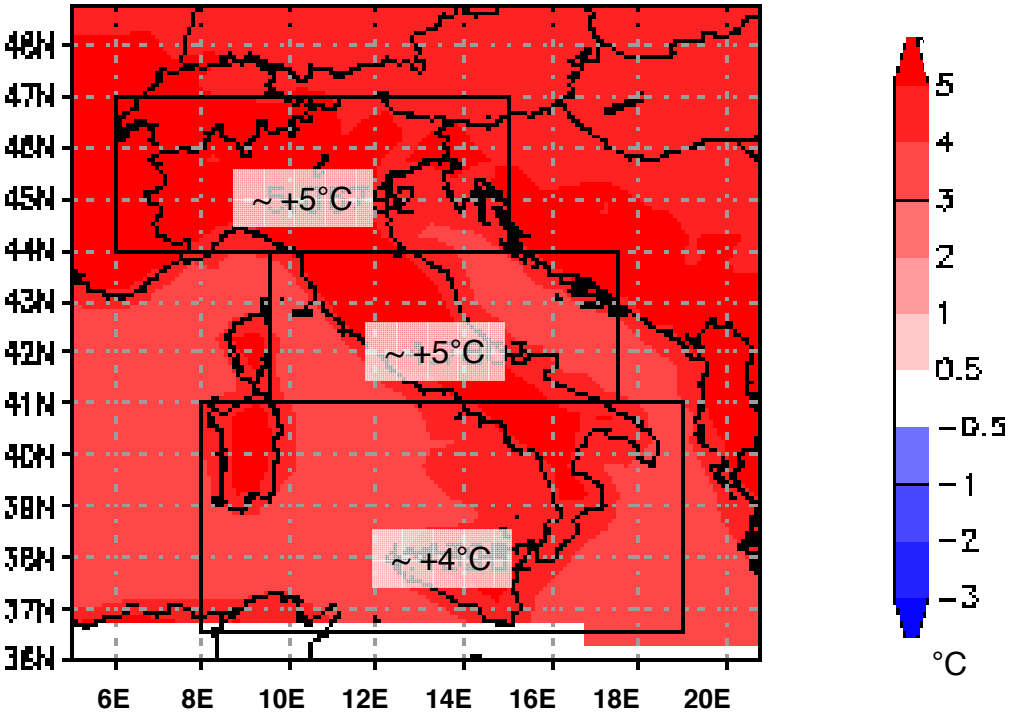


(Gualdi et al., 2011)

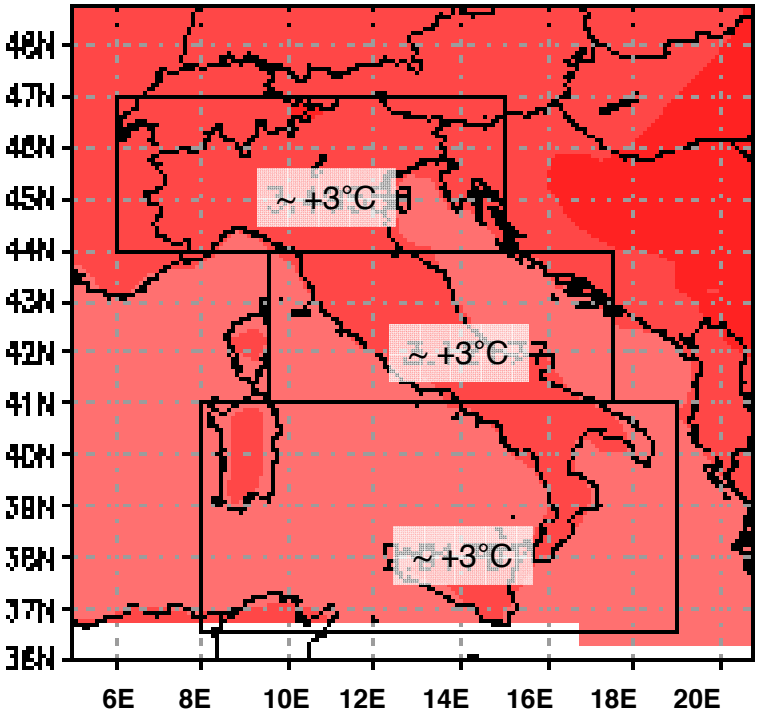
Proiezioni di Cambiamento Climatico: zoom sull'Italia

Cambiamento medio della **Temperatura** alla superficie simulato dai modelli PRUDENCE per l'inverno e l'estate, **2071-2100** rispetto a **1961- 1990**, scenario **A2**

T2m change A2 JJA Italy: ~ +5°C



T2m change A2 DJF Italy: ~ +3°C

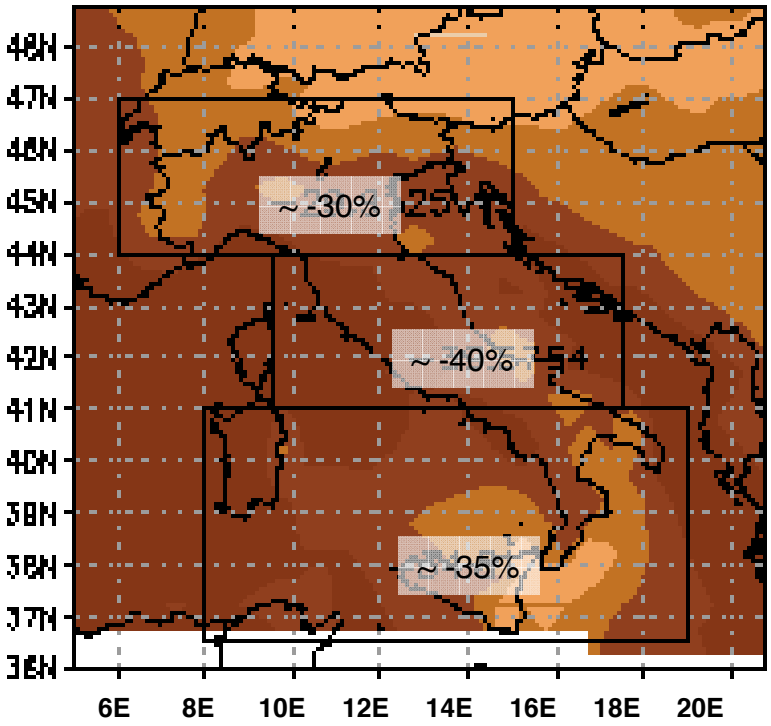


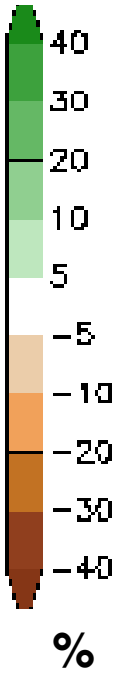
Coppola and Giorgi (2009)

Proiezioni di Cambiamento Climatico: zoom sull'Italia

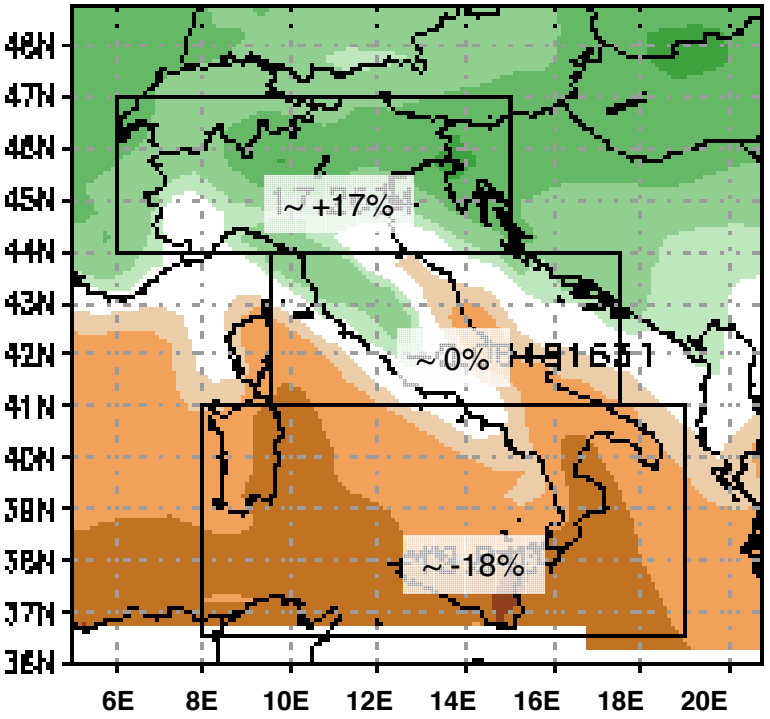
Cambiamento medio di **Precipitazione** simulato dai modelli PRUDENCE per l'inverno e l'estate, **2071-2100** rispetto a **1961-1990**, scenario **A2**

Precip change A2 JJA Italy: ~ -35%





Precip change A2 DJF Italy: ~ -1%

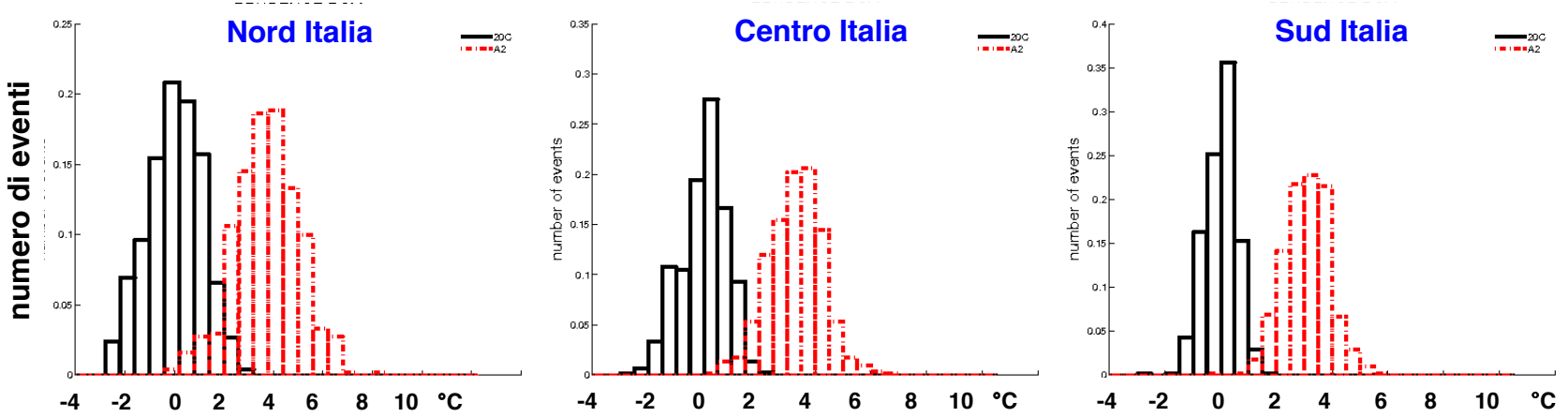


Coppola and Giorgi (2009)

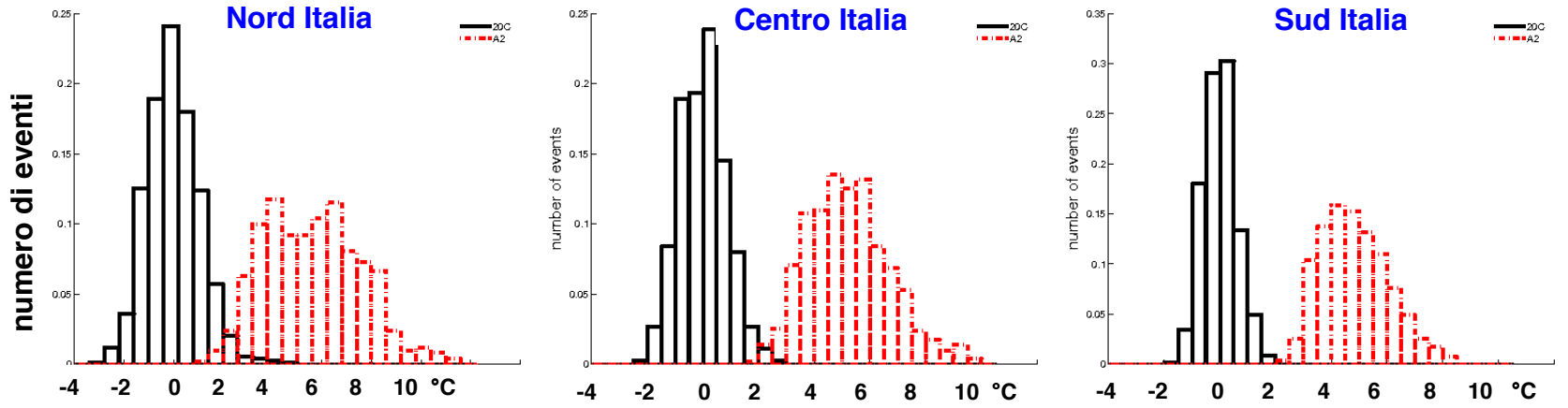
Proiezioni di Cambiamento Climatico: zoom sull'Italia

Distribuzone delle **anomalie stagionali di Temperatura** (rispetto alla media **1961-1990**) calcolate dalle simulazioni di PRUDENCE per il **1961-1990** (istogrammi neri) e il **2071-2100**, scenario **A2** (istogrammi rossi)

DJF



JJA

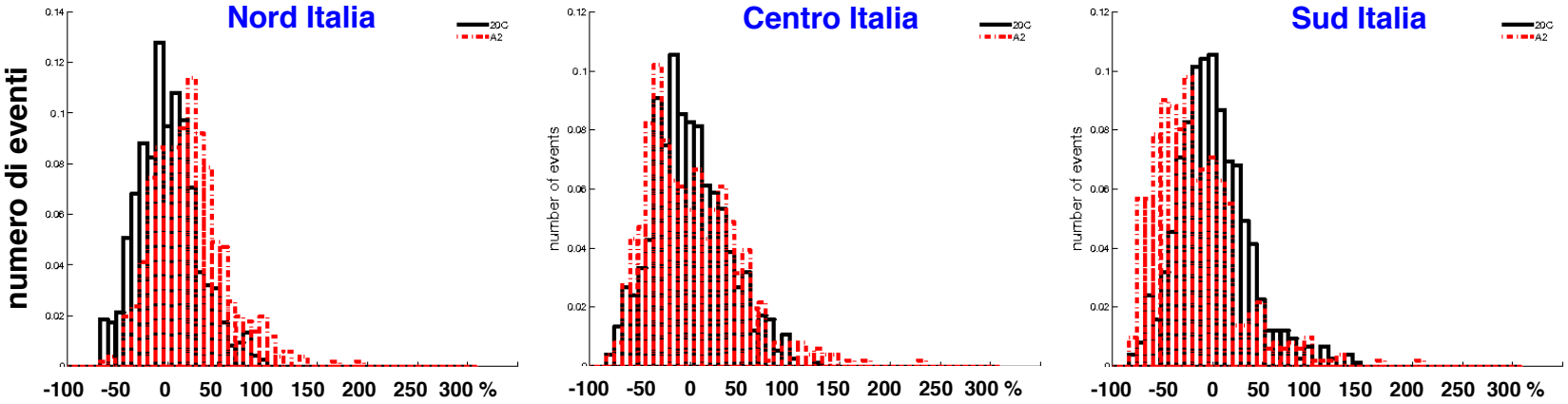


Coppola and Giorgi (2009)

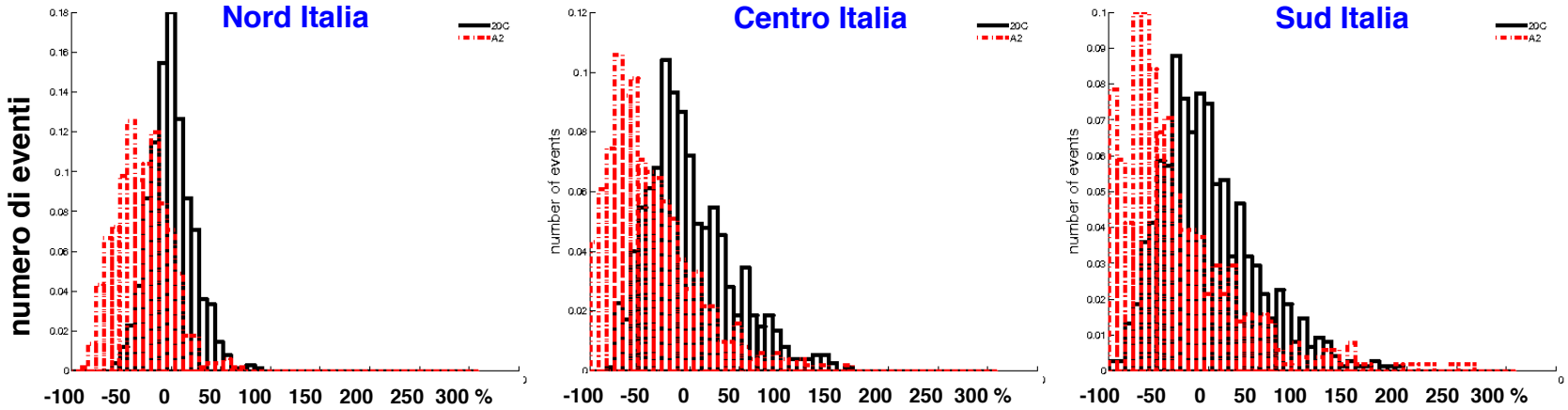
Proiezioni di Cambiamento Climatico: zoom sull'Italia

Distribuzone delle **anomalie stagionali di Precipitazione** (rispetto alla media **1961-1990**) calcolate dalle simulazioni di PRUDENCE per il **1961-1990** (istogrammi neri) e il **2071-2100**, scenario **A2** (istogrammi rossi)

DJF



JJA



Coppola and Giorgi (2009)

Sommario e Conclusioni

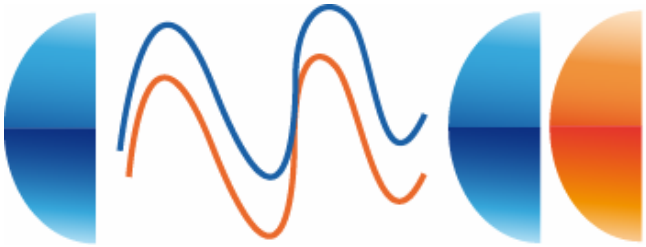
✓ Per poter approntare opportune politiche di adattamento ai cambiamenti climatici, le proiezioni devono fornire informazioni a scala regionale (locale).

✓ Proiezioni di cambiamento climatico per il Mediterraneo e la penisola Italiana sono state eseguite in numerosi programmi e progetti internazionali (CIRCE, PRUDENCE, ecc.).

✓ Per la regione del Mediterraneo e la penisola italiana le proiezioni indicano un marcato riscaldamento sia in inverno che in estate (fino a + 5°C alla fine del 21° Secolo).

✓ Per la precipitazione I risultati delle proiezioni sono meno omogenei: calo generalizzato in estate, mentre in inverno piu` precipitazioni al nord (Alpi) e diminuzione nel Mediterraneo centro orientale e nel sud Italia.

✓ La comunita` scientifica e` fortemente impegnata nello sviluppo di nuovi modelli ad alta risoluzione e che permettano di includere nel sistema processi a piccola scala per produrre proiezioni sempre piu` accurate alle scale locali (CMIP5)

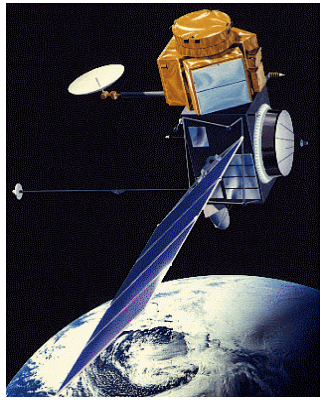


Centro Euro-Mediterraneo
per i Cambiamenti Climatici

Thanks

Cambiamento Climatico: osservazioni dirette

Sea-Level rise: partly due to continental ice melting and partly to ocean warming



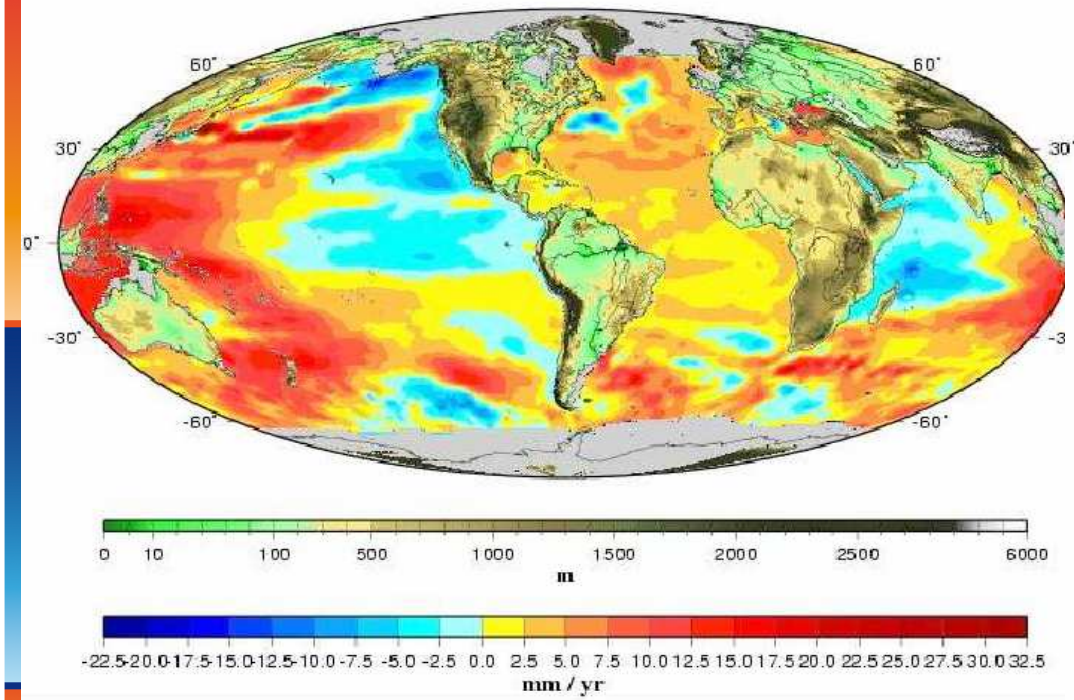


Figure 7. Sea level trends over 1993-2003 from the T/P mission.

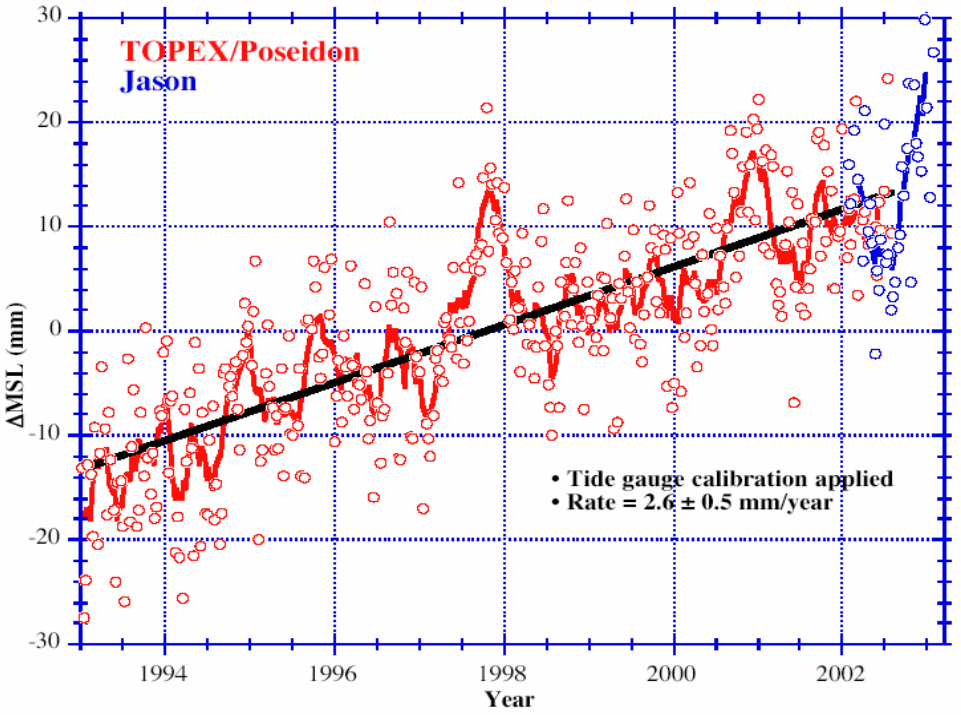
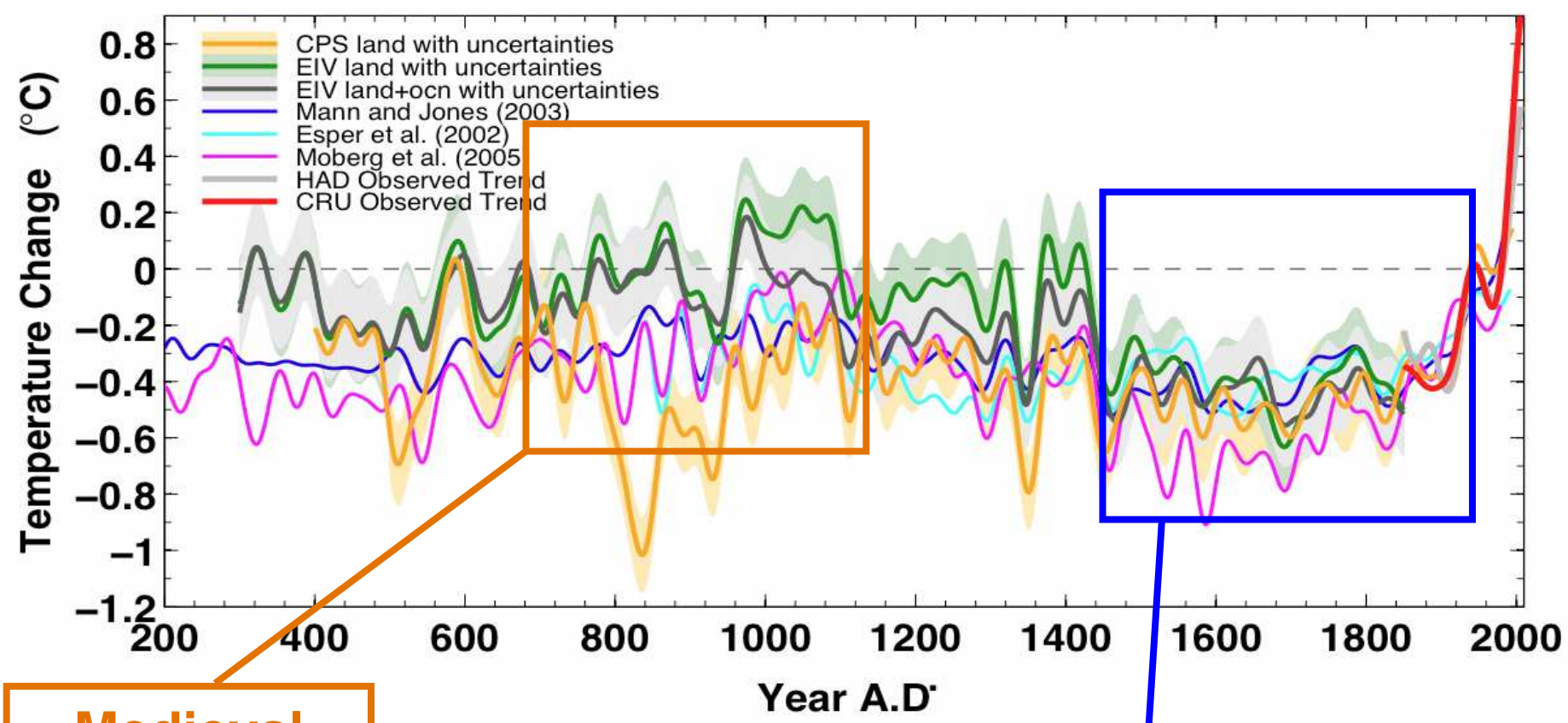


Figure 5. Global mean sea level variations from T/P and Jason.

[Figures from Cazenave and Nerem, 2004]

Cambiamento Climatico: osservazioni dirette

Northern Hemisphere reconstructed temperature change since 200AD



Medieval warm period

Little Ice Age

The Copenhagen Diagnosis
Updating the World on the Latest Climate Science