

**El calentamiento observado durante el siglo 20,
¿puede ser explicado por la variabilidad natural del
clima?**

**¿Puede un evento extremo individual ser explicado
por el efecto invernadero?**

CLAUDIO G. MENENDEZ

CIMA/CONICET-UBA, DCAO/FCEN, UMI IFAECI/CNRS

¿Qué es la variabilidad natural del clima?

- Clima = f (procesos internos, influencias externas)
- Procesos internos (naturales) → Ejemplo: El Niño
- Influencias externas: Naturales o causadas por la actividad humana
- Influencias externas naturales: Actividad volcánica, actividad solar
- Influencias externas antropogénicas: Emisión de gases invernadero, emisión de aerosoles, reducción del ozono, cambios en el uso de la tierra
- Temperatura media global = f (factores externos)
Ejemplo: Las principales erupciones volcánicas causaron breves períodos de enfriamiento global.

¿Cuáles son las formas de estudiar los procesos internos y externos?

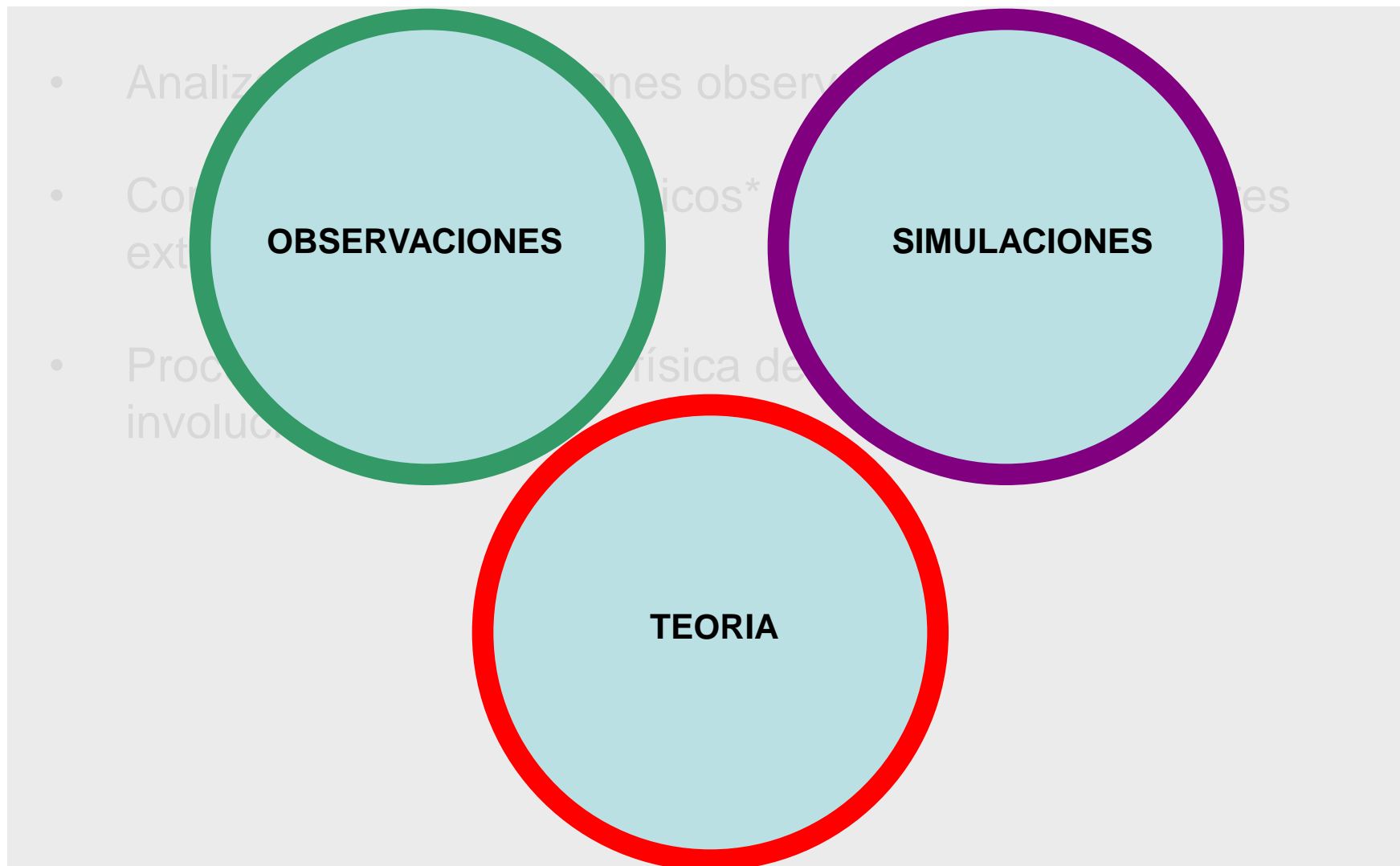
- Analizando las variaciones observadas del clima;
- Corriendo modelos climáticos* (controlando los factores externos);
- Procurando entender la física de los procesos involucrados

¿Cuáles son las formas de estudiar los procesos internos y externos?

- Analizando las variaciones observadas del clima;
- Corriendo **modelos climáticos*** (controlando los factores externos);
- Procurando entender la física de los procesos involucrados

*Modelo climático (*global acoplado*): Herramienta computacional apropiada para estudiar los diferentes factores que influyen sobre el sistema climático.

¿Cuáles son las formas de estudiar los procesos internos y externos?

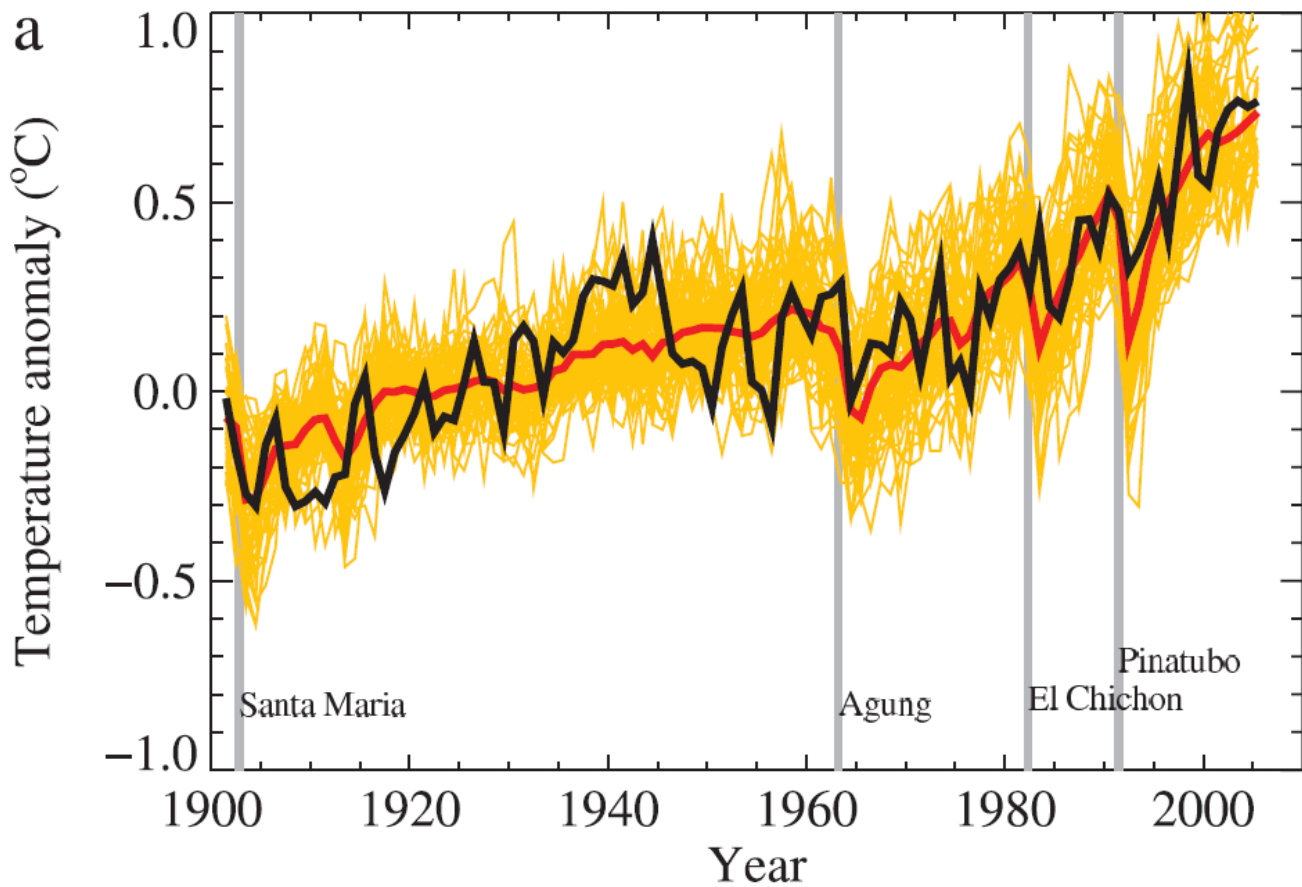


El calentamiento observado durante el siglo 20, ¿puede ser explicado por la variabilidad natural del clima?

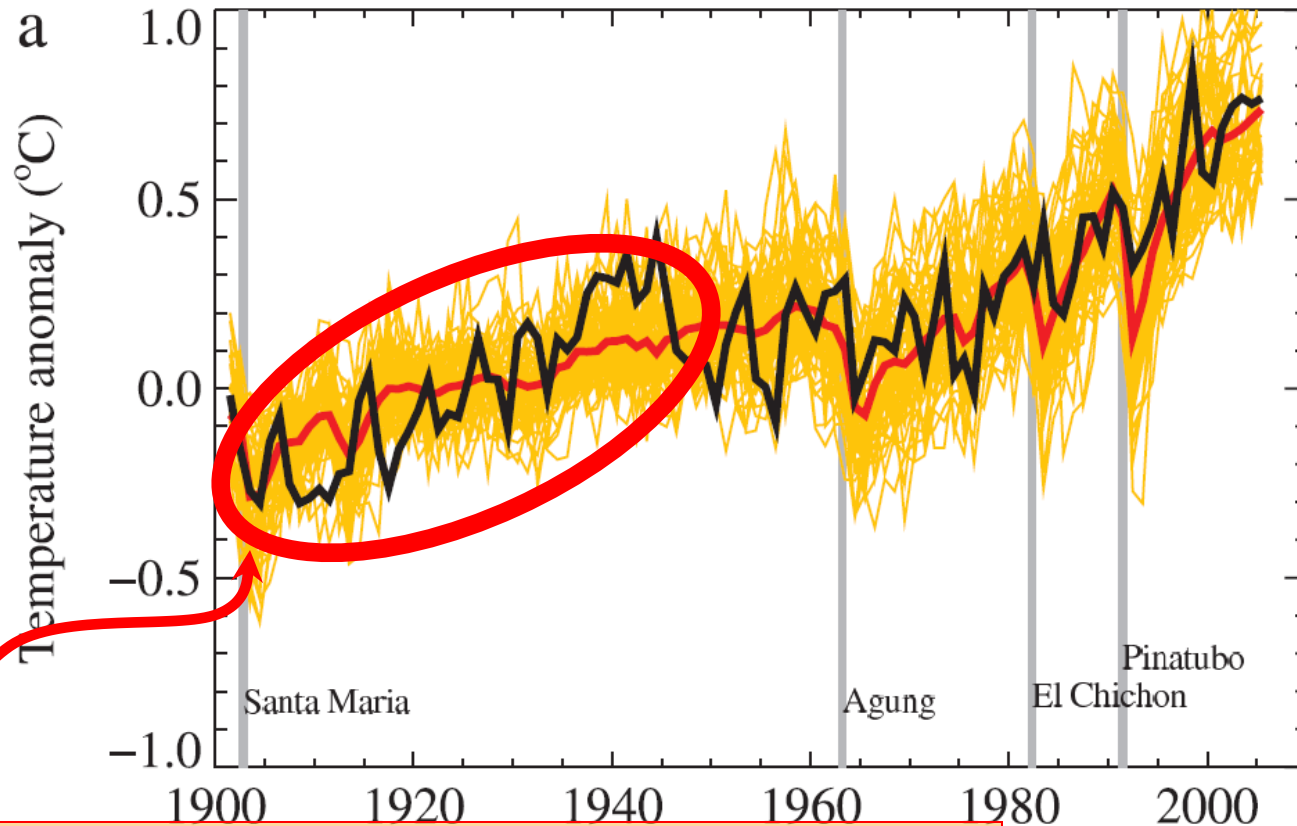
IPCC WG1 AR4 (2007):

- Es muy improbable que el calentamiento durante el s.20 pueda ser explicado por causas naturales
- La 2da mitad del s.20 fue probablemente el período de 50 años más cálido de los últimos 1300 años en el HN
- Las últimas décadas del s.20 fueron inusualmente cálidas
- Este rápido calentamiento es consistente con el entendimiento científico de cómo el clima debe responder a un rápido incremento en los gases invernadero

Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos

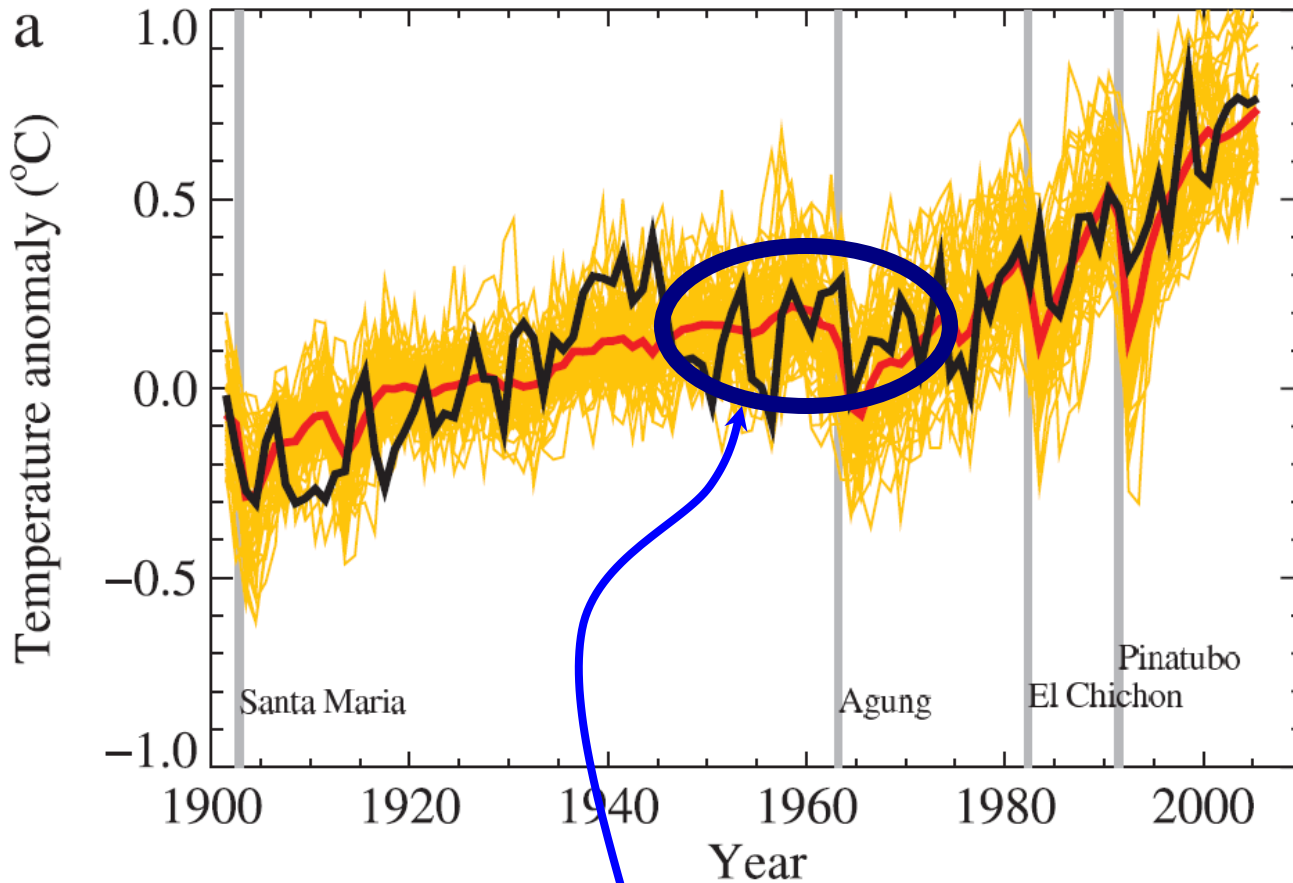


Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos



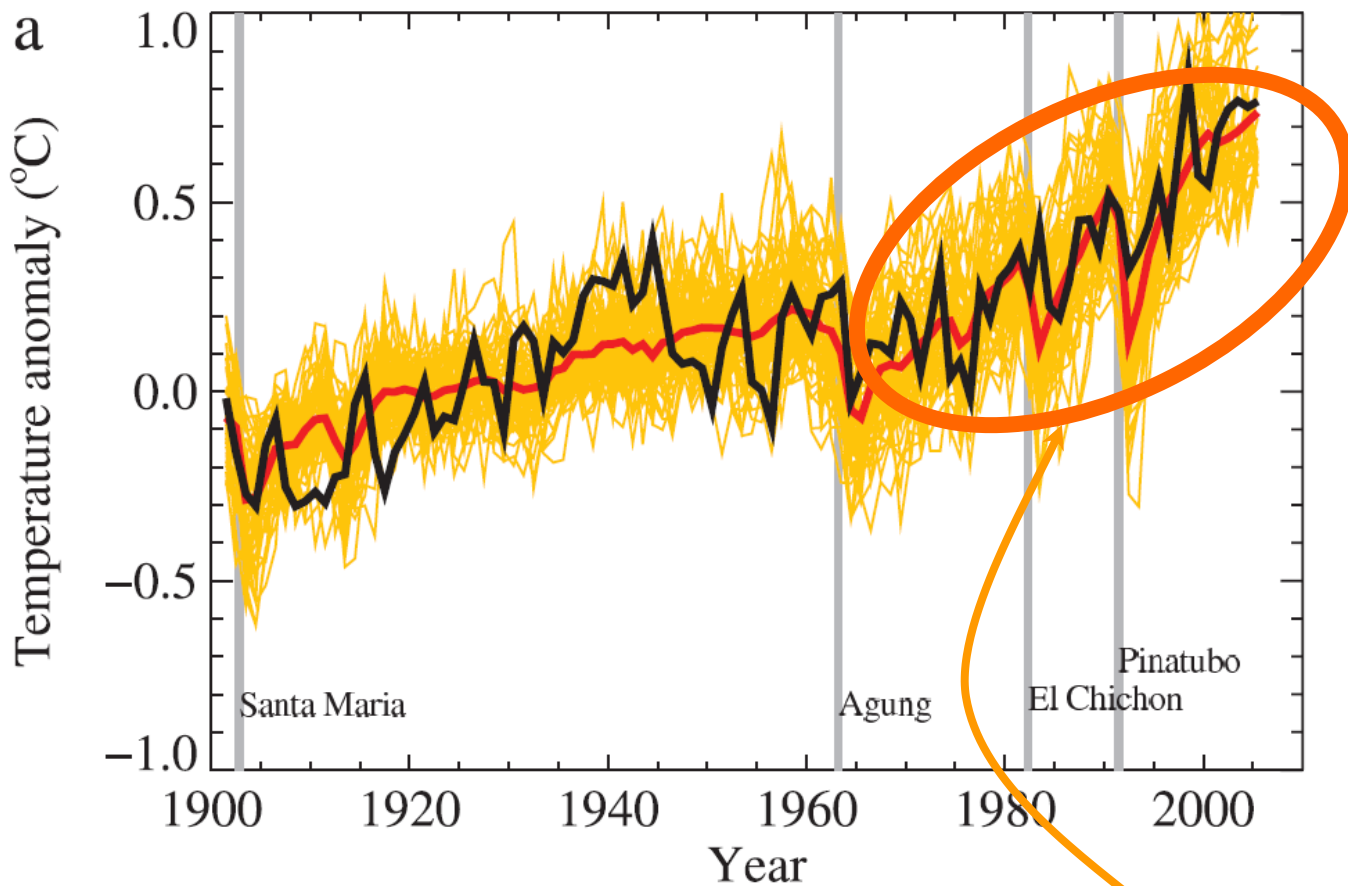
- Concentraciones de gases invernadero comenzaron a crecer;
- Actividad solar probablemente se incrementó;
- Poca actividad volcánica

Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos



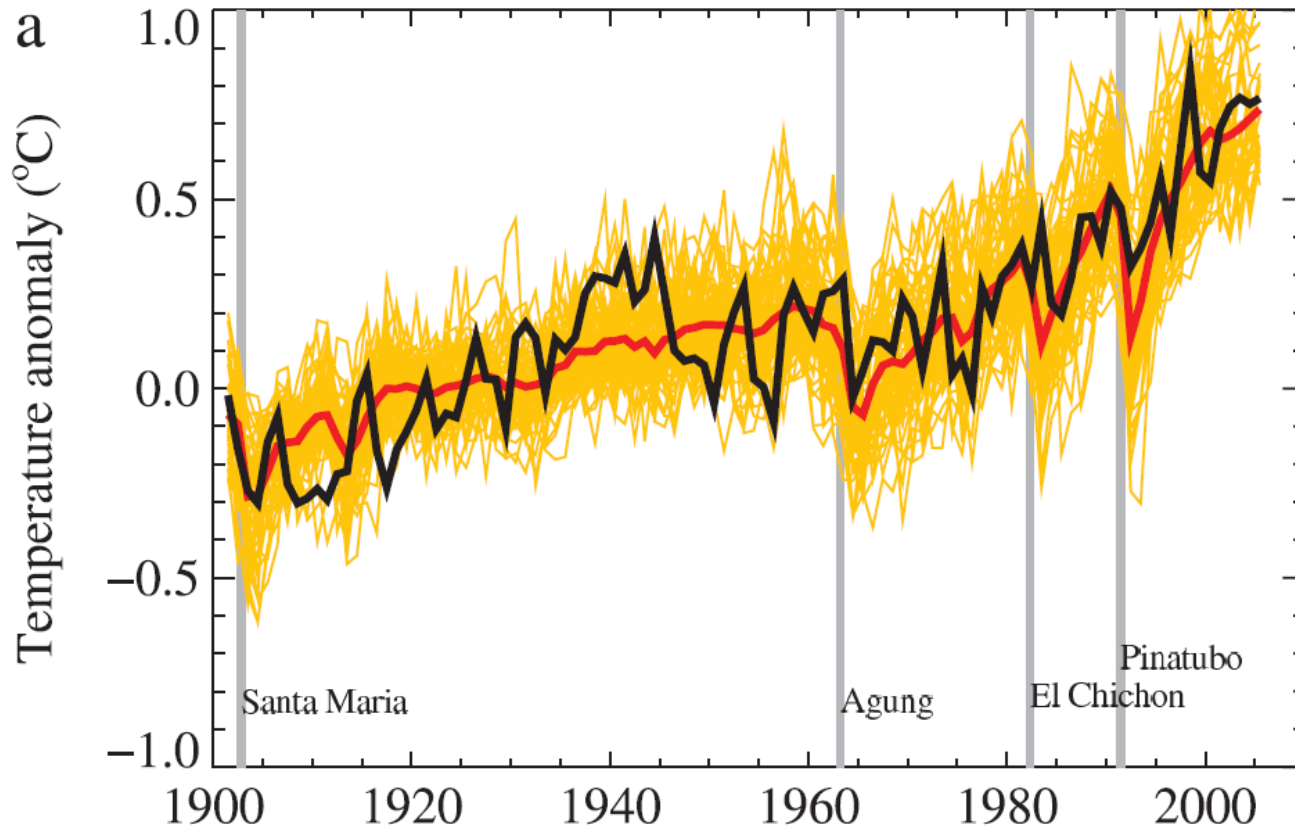
- Emisión de aerosoles (antropogénicos);
- Erupción del Monte Agung (1963)

Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos



Factor dominante:
Incremento de gases
invernadero

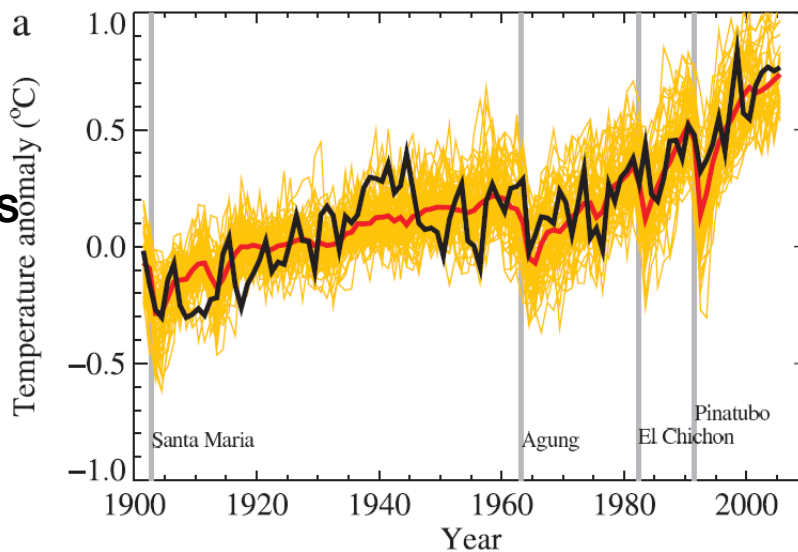
Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos



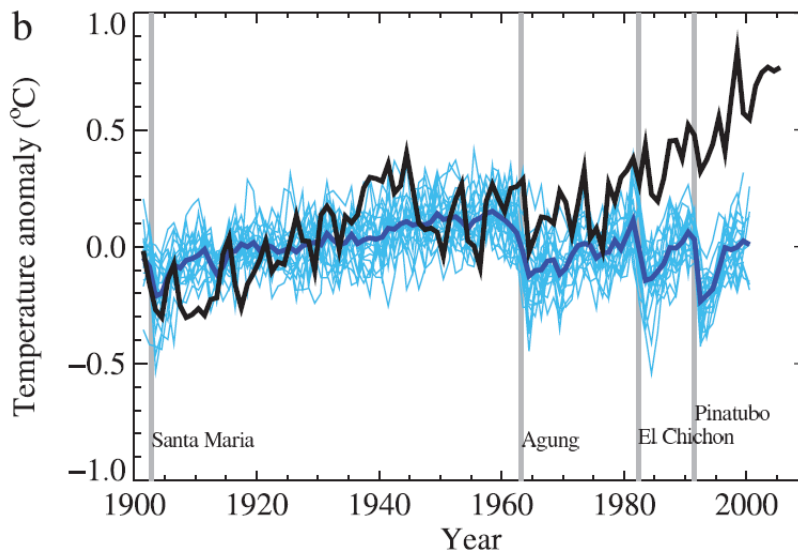
Conclusión: Los modelos pueden simular los cambios observados en la temperatura media global cuando incluyen los principales factores externos (naturales y antropogénicos)

Anomalías de la temperatura de superficie media global: observaciones y modelos climáticos

**SIMULACIONES CON
FORZANTES ANTROPOGENICOS
Y NATURALES**



**SIMULACIONES SOLO CON
FORZANTES NATURALES**



¿Puede un evento extremo individual ser explicado por el efecto invernadero?

IPCC WG1 AR4 (2007):

Respuesta: No

Razones:

- (i) Los eventos extremos están causados por una combinación de factores;
- (ii) Es normal la ocurrencia de un amplio rango de eventos extremos independientemente del Cambio Climático

Sin embargo:

Los análisis sugieren que la probabilidad de ocurrencia de algunos eventos extremos se ha modificado debido al efecto invernadero

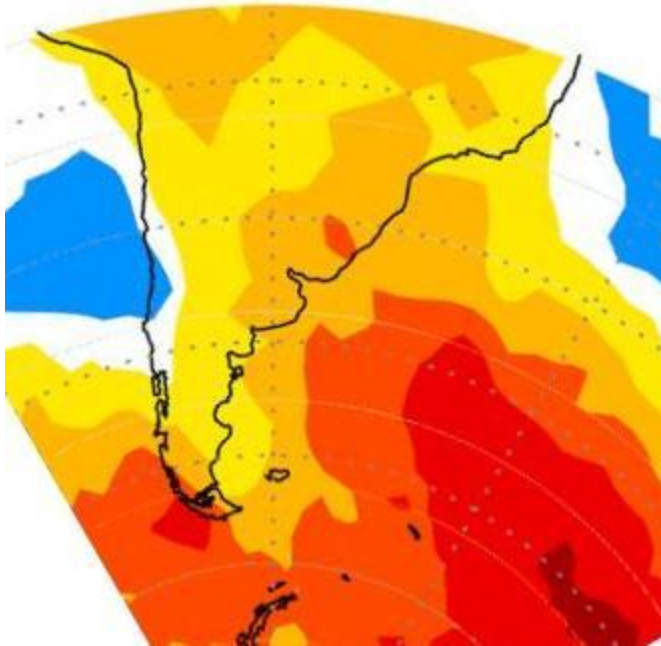
¿Puede la influencia humana cambiar la posibilidad de ocurrencia de los eventos extremos?

Es posible usar modelos climáticos para contestar esta pregunta...

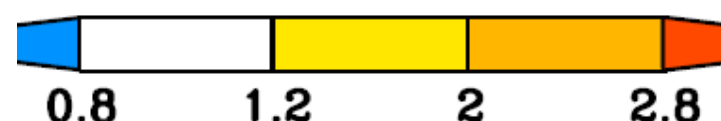
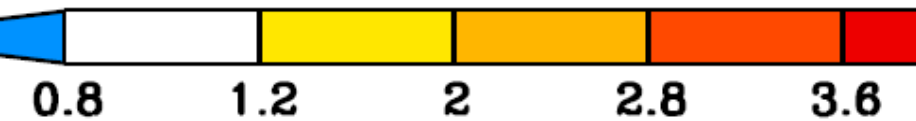
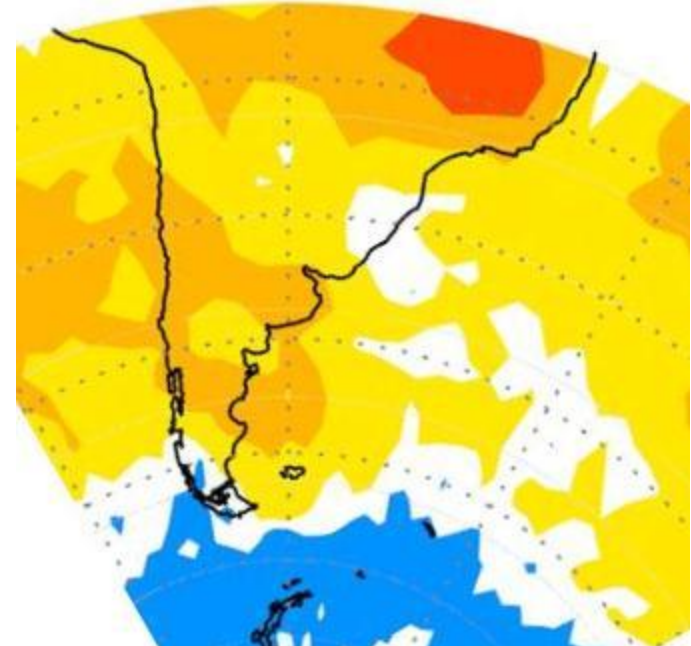
Ensamble de modelos CMIP3:

Estimando cambios en el riesgo de ocurrencia de extremos severos (2070-2099)

Precip.intensa



Sequias

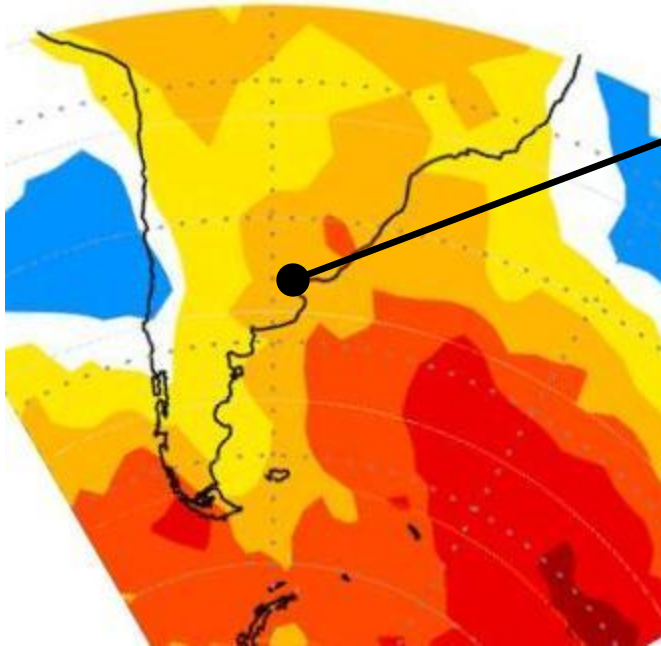


Cambio en el riesgo de ocurrencia de años “severos”

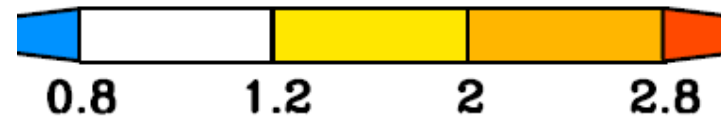
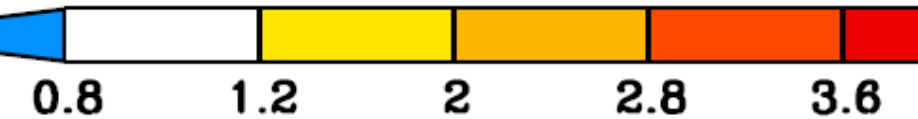
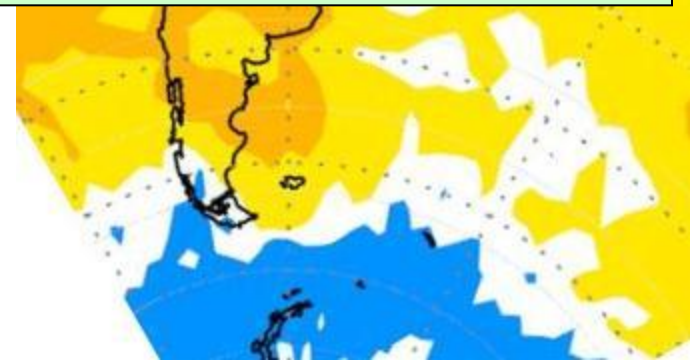
Ensamble de modelos CMIP3:

Estimando cambios en el riesgo de ocurrencia de extremos severos (2070-2099)

Precip.intensa



La posibilidad de ocurrencia de años con precipitaciones muy intensas en la región del Río de la Plata se incrementa según un factor 2.5 durante 2070-2099 (respecto a 1970-1999)



Cambio en el riesgo de ocurrencia de años “severos”

GRACIAS

Anexo

General Circulation Model or Global Climate Model (GCM): Computer models of the Earth-atmosphere system

•The information needed to run a GCM (atmosphere and ocean) is:

Initial state of all the variables in all boxes

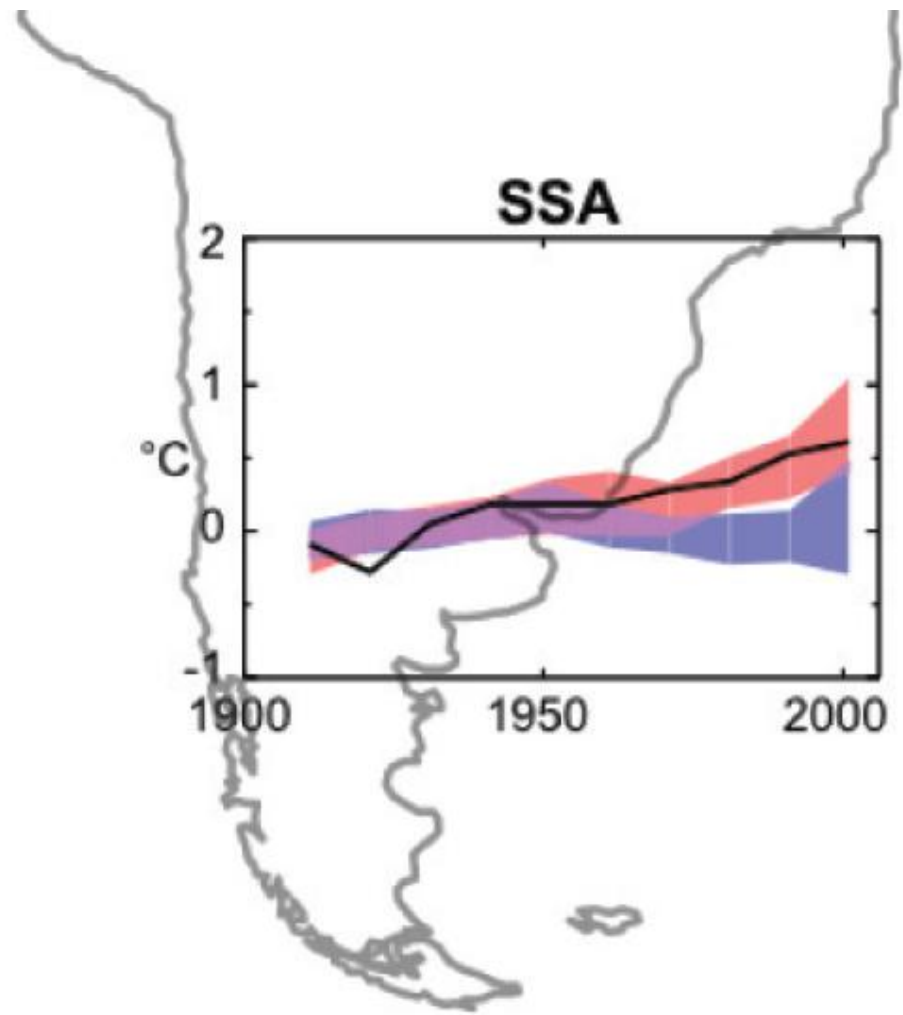
A description of the land surface (topography and land use)

Solar radiation

Gas and aerosol composition of the atmosphere

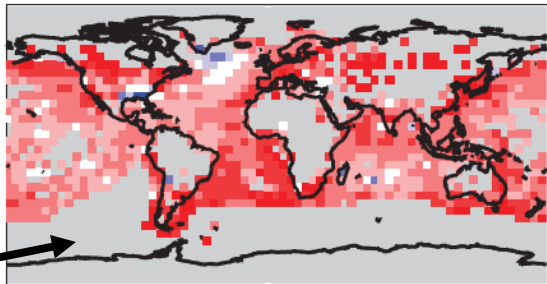
Limitations of a GCM

- **To run a coupled GCM takes ~ 7 weeks for 250 years simulation in a super computer**
- **Inside each box many processes must be described in an approximate way (e.g. clouds)**
- **High resolution (ie very small boxes) would give us less approximations BUT a very time consuming and slow model.**
- **Thus, a GCM is a compromise between details in physics and numerical speed of the model (how long simulations we need)!**

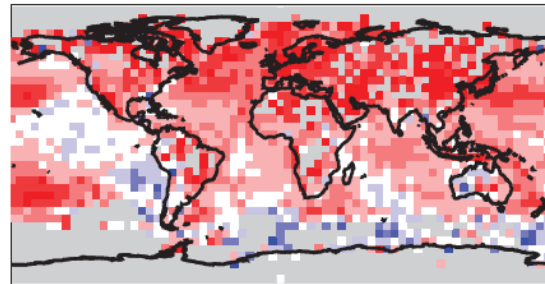


Tendencias de temperatura de superficie

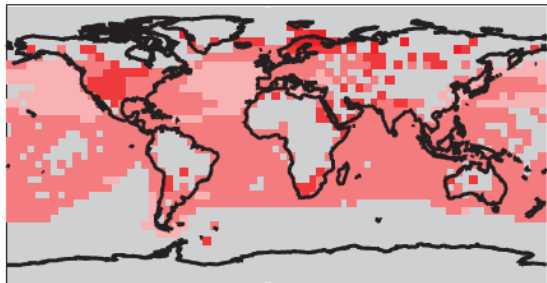
Observed, 1901-2005



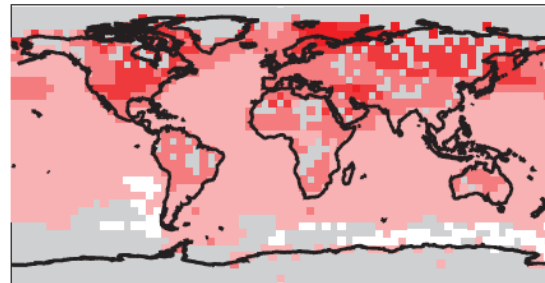
Observed, 1979-2005



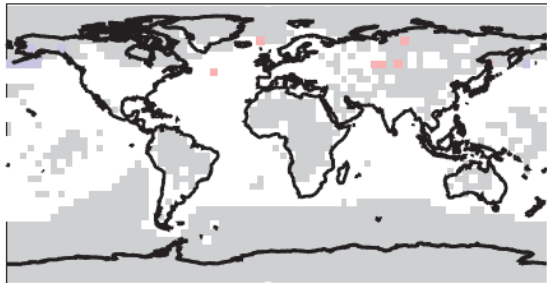
ALL simulations, 1901-2005



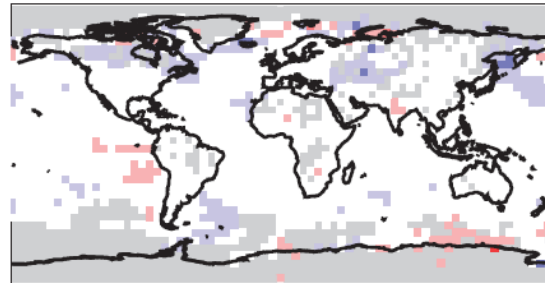
ALL simulations, 1979-2005



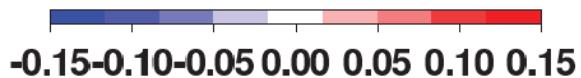
NAT simulations, 1901-2005



NAT simulations, 1979-2005



Trend in °C per decade



Trend in °C per decade



Gris →
sin datos



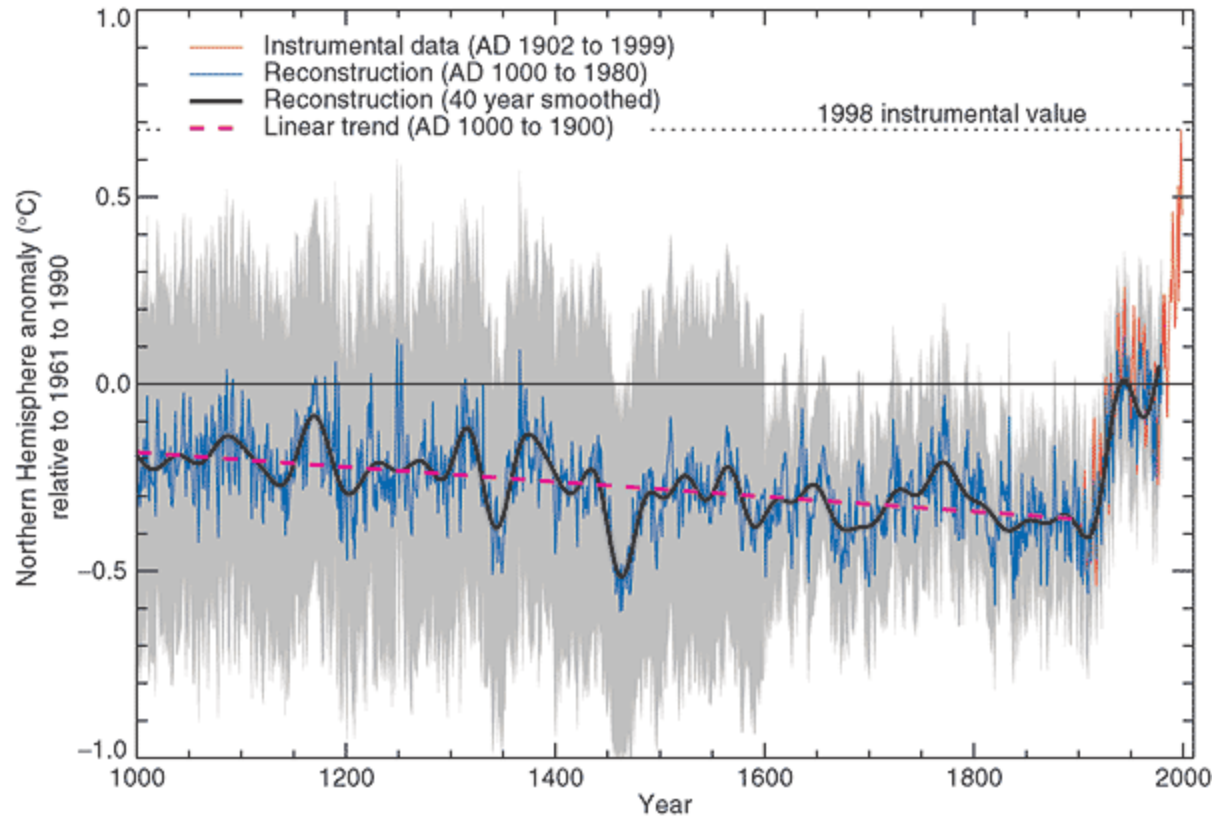


Figure 2.20: Millennial Northern Hemisphere (NH) temperature reconstruction (blue) and instrumental data (red) from AD 1000 to 1999, adapted from Mann et al. (1999). Smoother version of NH series (black), linear trend from AD 1000 to 1850 (purple-dashed) and two standard error limits (grey shaded) are shown.