

# CAMBIO CLIMÁTICO Y ESTADÍSTICA OFICIAL

*Carlos Gay García, Francisco Estrada Porrúa y Benjamín Martínez López*

Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Universidad Nacional Autónoma de México

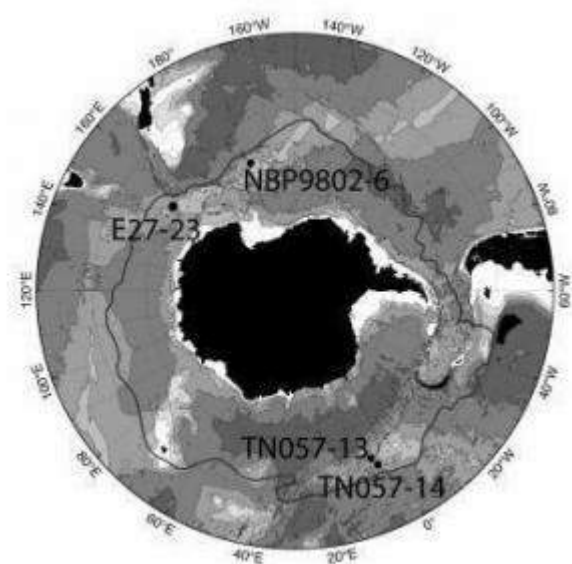
[www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)

**De acuerdo al AR4 del IPCC el calentamiento del planeta es un fenómeno 'inequívoco', la actividad humana ha contribuido notablemente a su generación y ya hay efectos irreversibles en los sistemas naturales.**

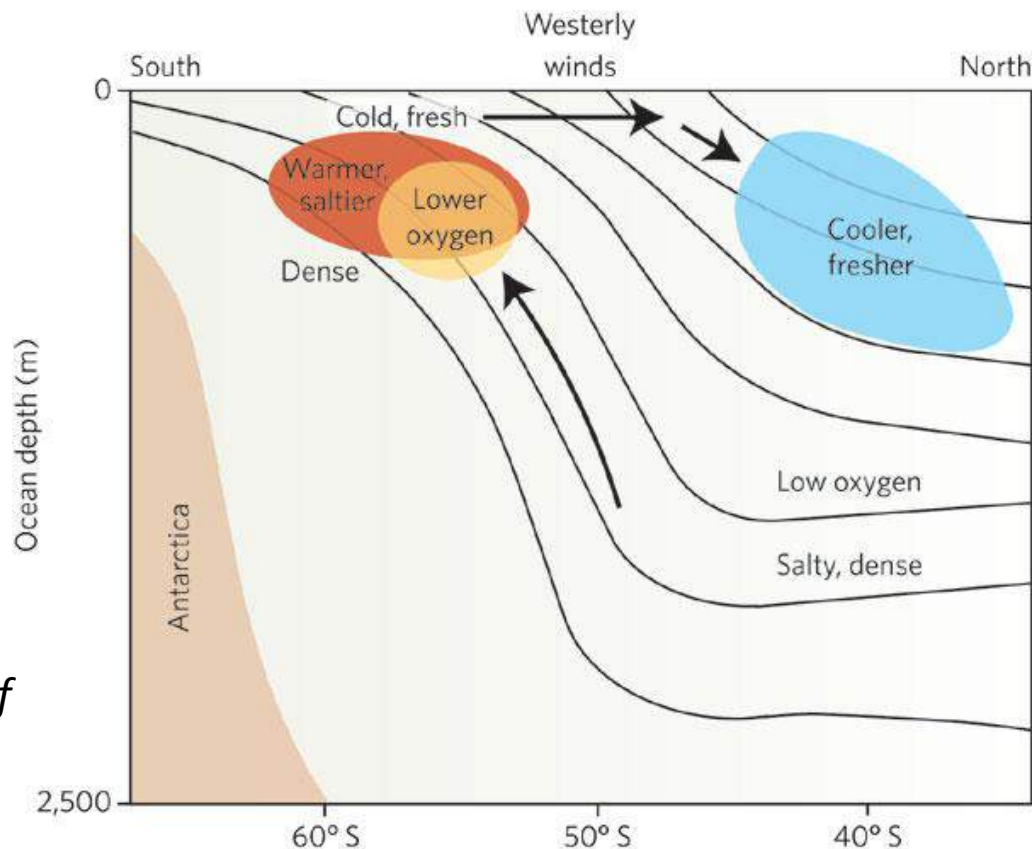
**Existen, sin embargo, mecanismos de interacción océano-atmósfera que no fueron considerados en el AR4, los cuales podrían ocasionar un calentamiento aún mayor.**

## Wind Shifts May Stir Carbon Dioxide From Antarctic Depths, Amplifying Global Warming

ScienceDaily (Mar. 13, 2009) — Natural releases of carbon dioxide from the Southern Ocean due to shifting wind patterns could have amplified global warming at the end of the last ice age—and could be repeated as manmade warming proceeds, a new paper in the journal Science suggests.

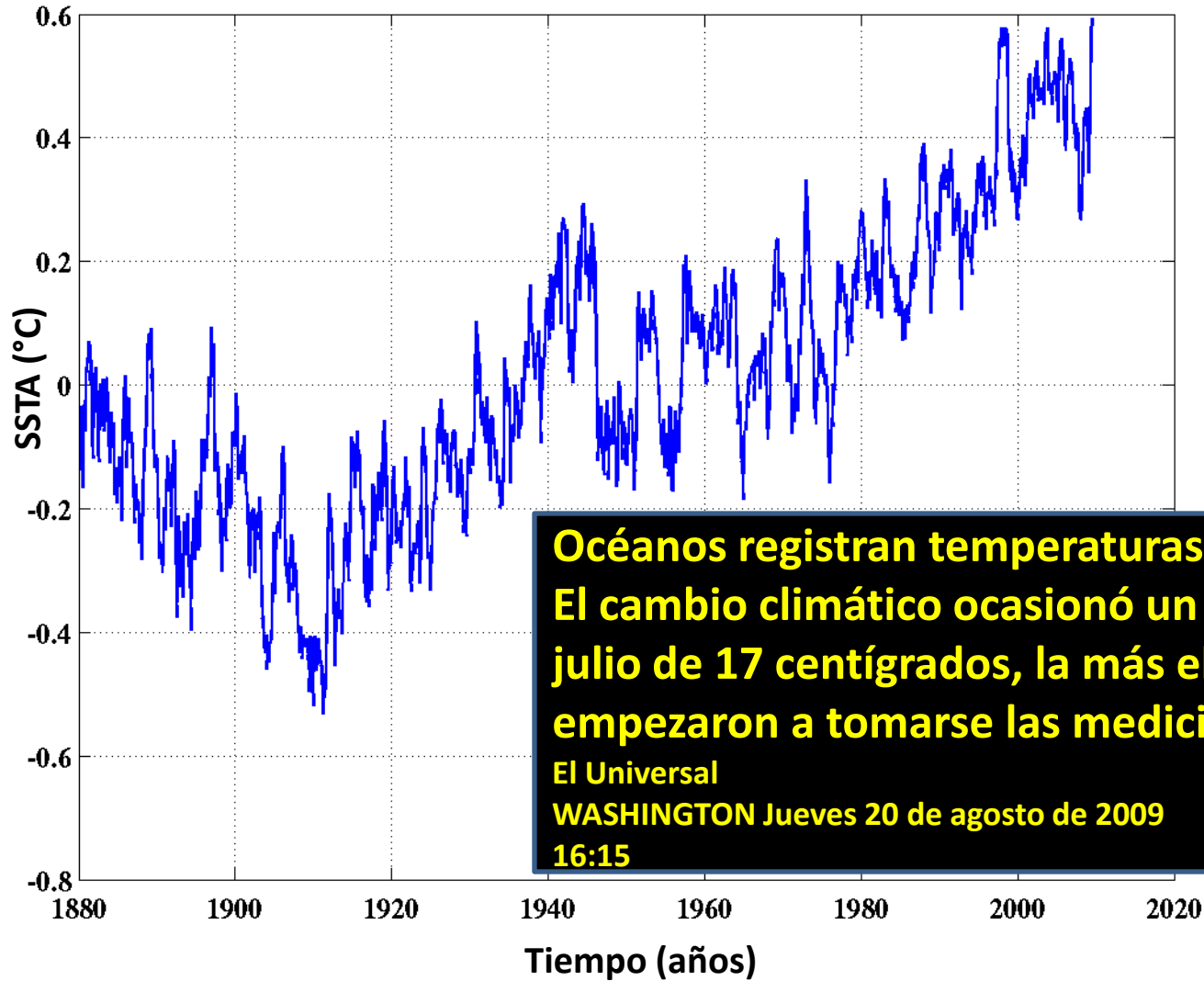


*This pictures shows the locations of cores showing Antarctic upwelling. (Credit: Robert Anderson, Lamont-Doherty Earth Observatory)*



**¿Qué nos muestran las observaciones recientes?**

# Anomalías de temperatura superficial del mar relativas al periodo 1901-2000



**Océanos registran temperaturas récord**  
**El cambio climático ocasionó un promedio mundial en julio de 17 centígrados, la más elevada desde que empezaron a tomarse las mediciones en 1880**

**El Universal**  
**WASHINGTON Jueves 20 de agosto de 2009**  
**16:15**

Published online 16 April 2008 | 452, 798-802  
(2008) | doi:10.1038/452798a

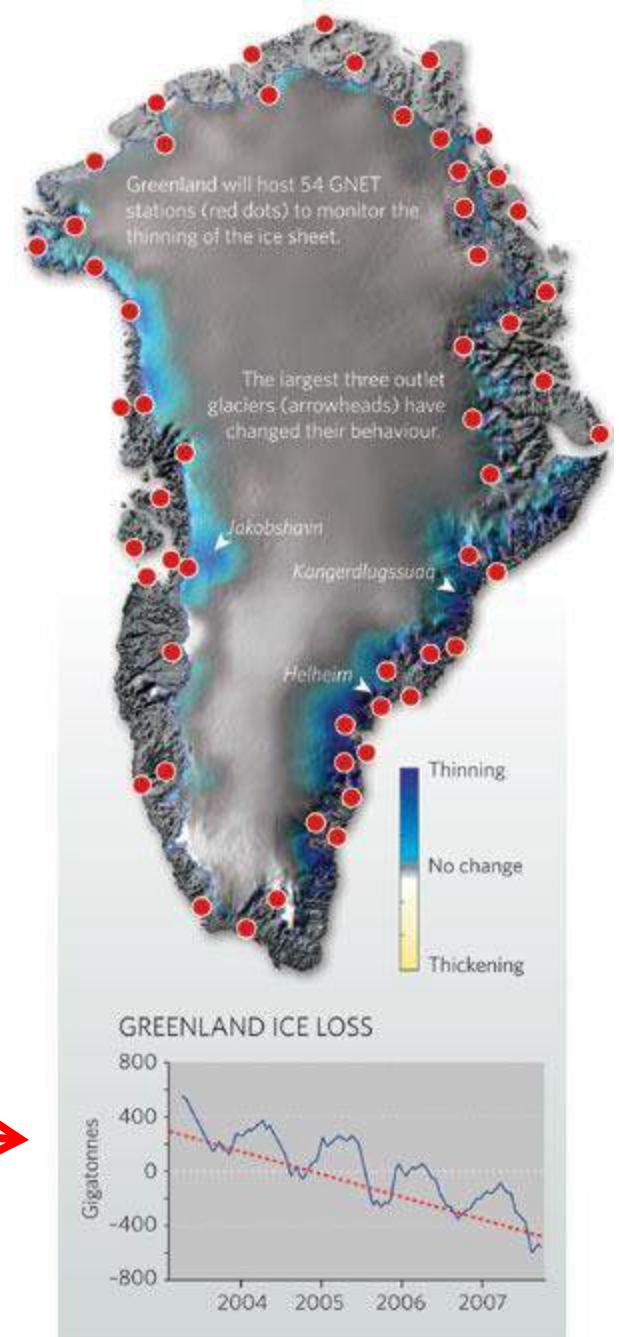
[Corrected](#) online: 16 April 2008

News Feature

## Climate change: Losing Greenland

Is the Arctic's biggest ice sheet in irreversible meltdown? And would we know if it were?

Note la pérdida sostenida de hielo en todo el registro disponible



Nature Geoscience

Published online: 22 November 2009 | doi:10.1038/ngeo694

### Accelerated Antarctic ice loss from satellite gravity measurements

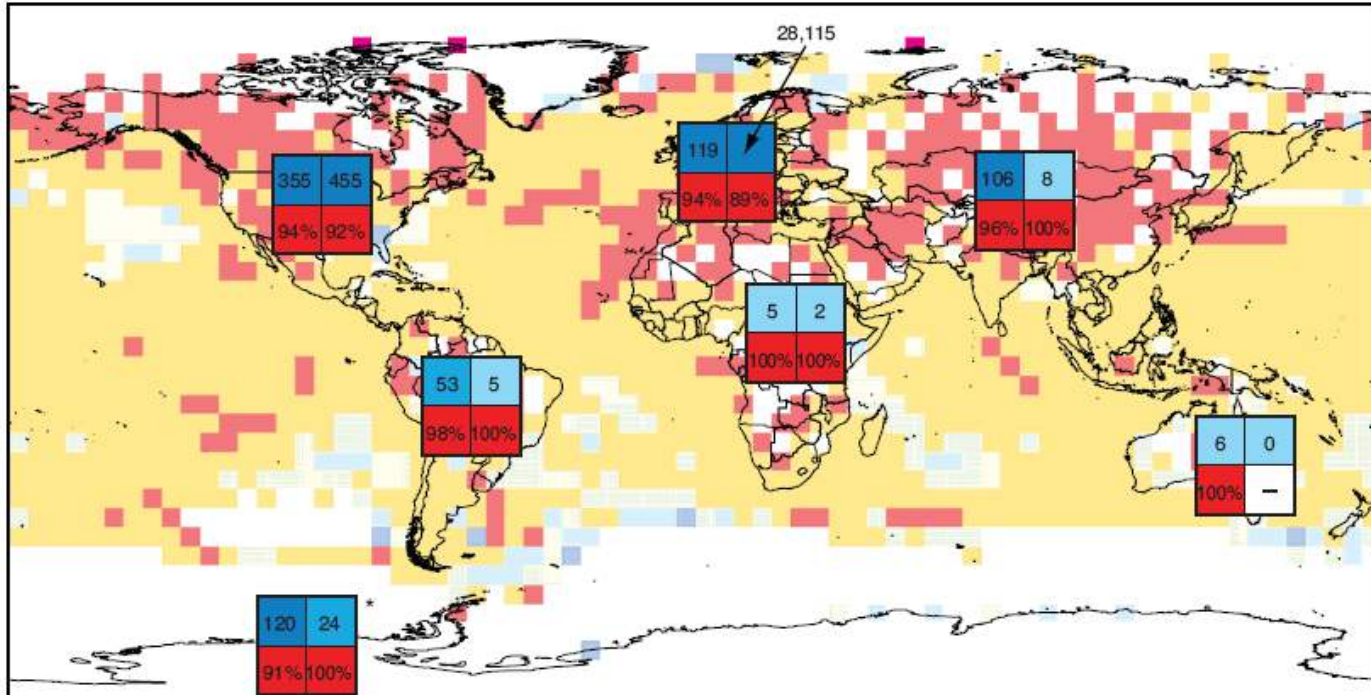
The Gravity Recovery and Climate Experiment<sup>5</sup> (GRACE) offers the opportunity of quantifying polar ice-sheet mass balance from a different perspective<sup>6,7</sup>. Here we use an extended record of GRACE data spanning the period April 2002 to January 2009 to quantify the rates of Antarctic ice loss. In agreement with an independent earlier assessment<sup>4</sup>, we estimate a total loss of  $190.7 \text{ Gt yr}^{-1}$ , with  $132.6 \text{ Gt yr}^{-1}$  coming from West Antarctica. However, in contrast with previous GRACE estimates, our data suggest that East Antarctica is losing mass, mostly in coastal regions, at a rate of  $-57.2 \text{ Gt yr}^{-1}$ , apparently caused by increased ice loss since the year 2006.

Si nos preguntamos, ¿se está calentando el planeta? La respuesta es afirmativa, fuera de toda duda.

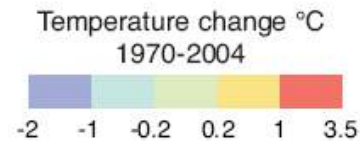
Pero, si la pregunta es, ¿podemos estimar correctamente los efectos de este calentamiento global en nuestro país? La respuesta se complica.



# Impactos observados en sistemas biológicos y físicos. (IPCC, AR4 WGII)



|                     | Physical  | Biological  |
|---------------------|---|---|
| No. of observations | Number of significant observed changes                    | Number of significant observed changes                    |
| 0 – 10              | 0 – 10  | 0 – 10  |
| 10 – 100            | 10 – 100  | 10 – 100  |
| > 100               | > 100   | > 100   |
| Percent             | Percentage of significant changes consistent with warming | Percentage of significant changes consistent with warming |
| 0 – 20              | 0 – 20  | 0 – 20  |
| 20 – 80             | 20 – 80   | 20 – 80   |
| > 80                | > 80  | > 80  |



\* Polar regions include also observed changes in marine and freshwater biological systems.

\*\* Marine and freshwater includes observed changes at sites and large areas in oceans, small islands and continents.

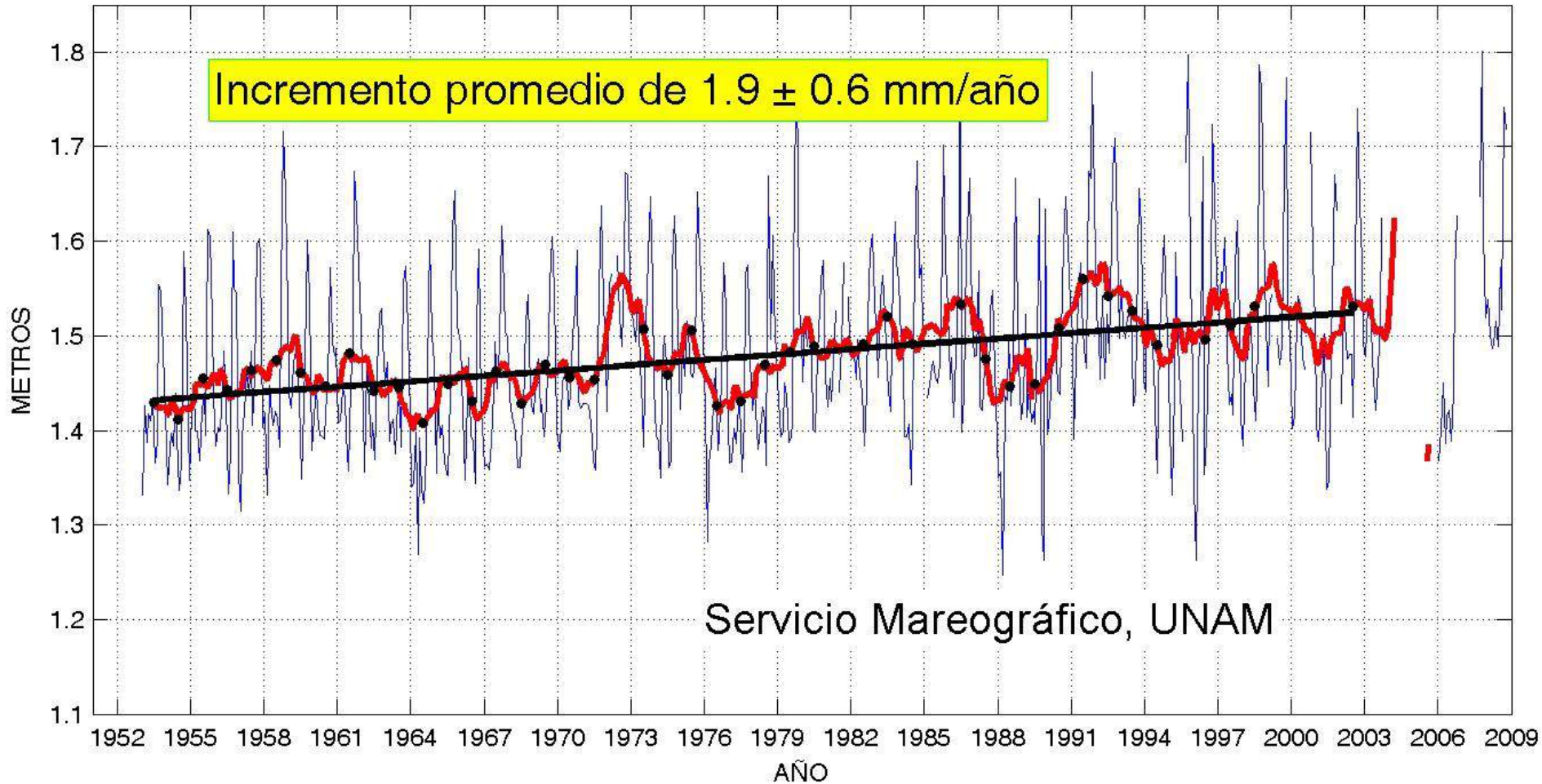
# **Variables físicas**

Nivel medio del mar

Precipitación

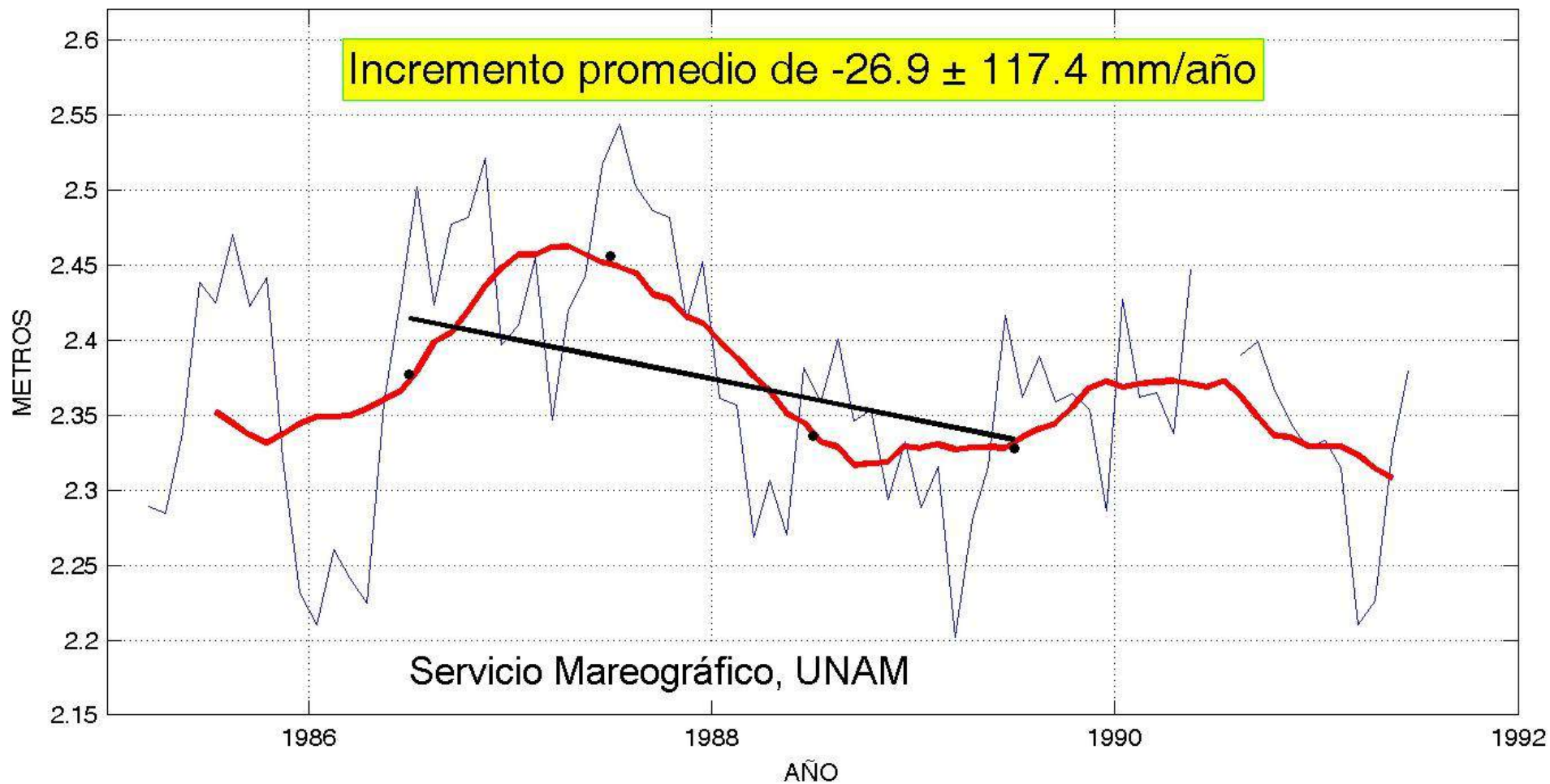
Temperatura

## NIVEL DEL MAR EN VERACRUZ, VER.



Una serie de datos de nivel del mar lo suficientemente larga como para estimar la tendencia observada de una manera confiable.

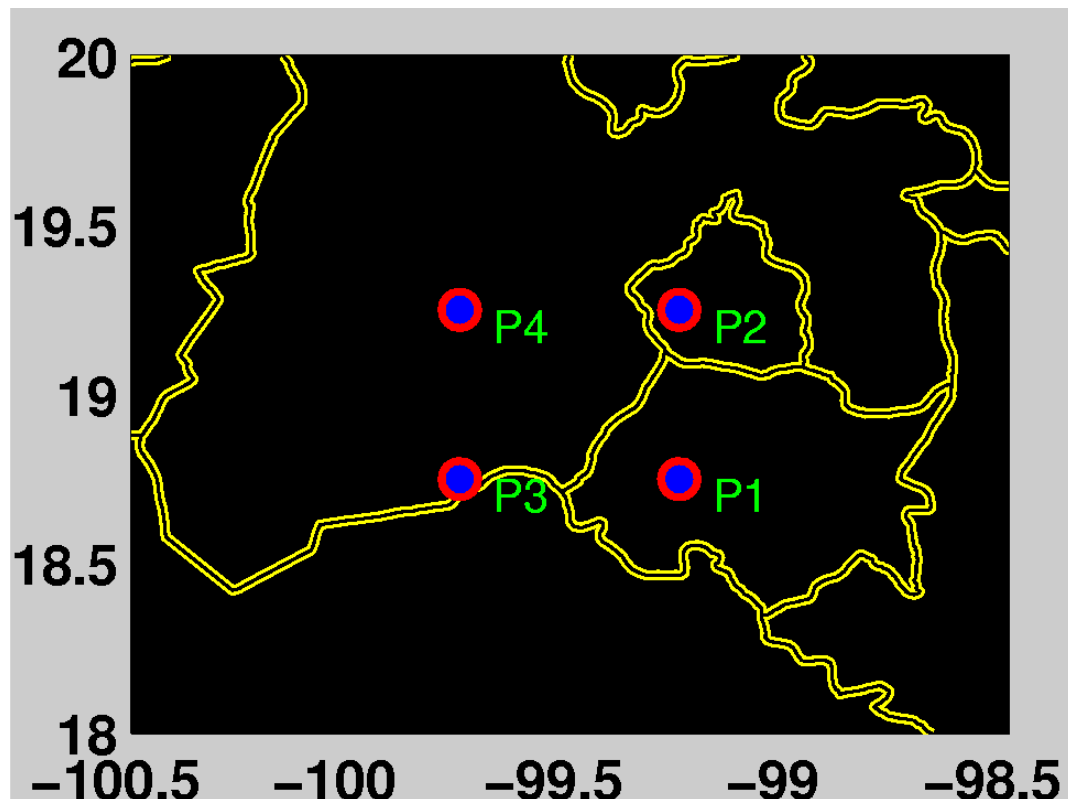
## NIVEL DEL MAR EN PUERTO MADERO, CHIS.



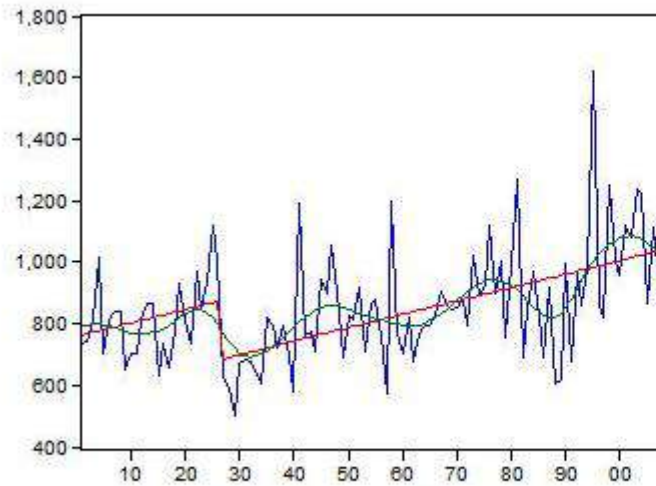
Por el contrario, una serie de datos de nivel del mar muy corta para estimar la tendencia observada de una manera confiable.

Para precipitación se encuentran disponibles varias bases de datos con cobertura global cubriendo el periodo 1901-2007.

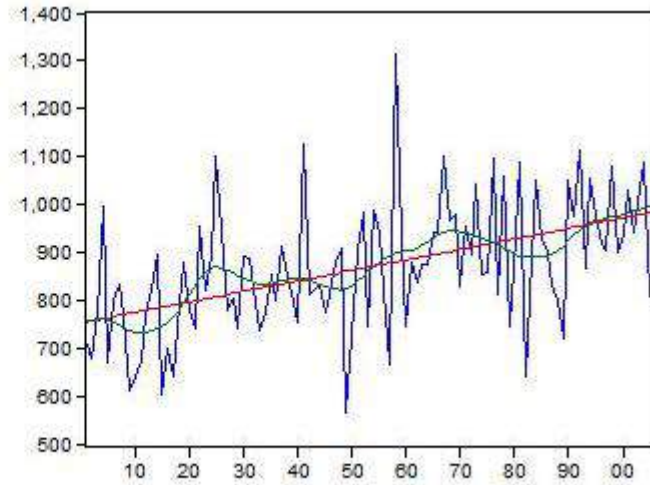
En México no se cuenta con un producto semejante ni, al menos, cubriendo el territorio nacional.



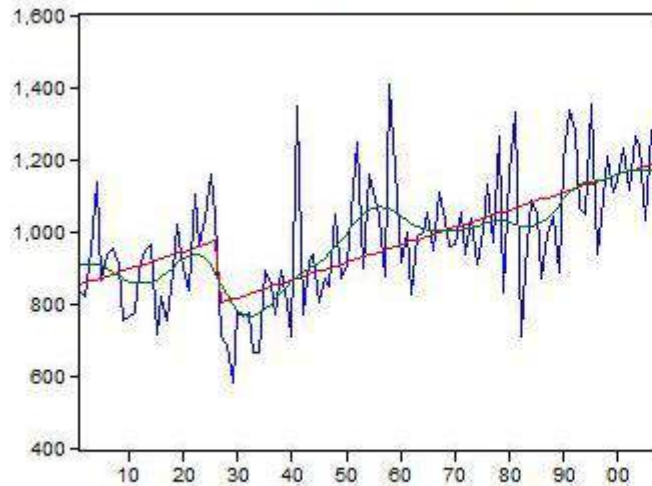
# Tendencias observadas de la precipitación anual (mm/año) en el periodo 1901-2007



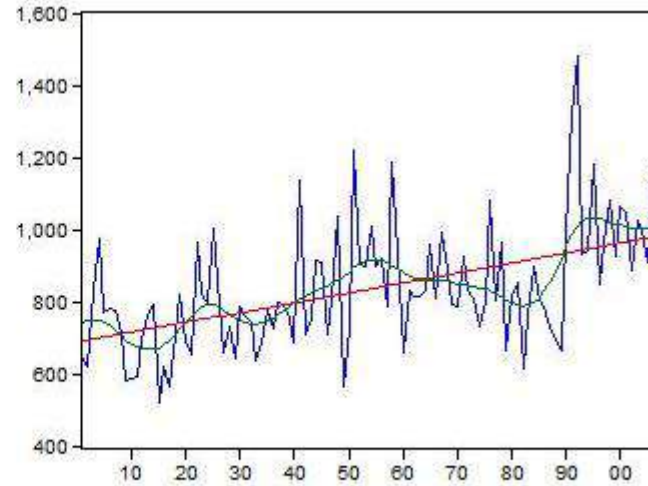
— P1 — P1F — HPTREND01



— P2 — P2F — HPTREND02



— P3 — P3F — HPTREND03

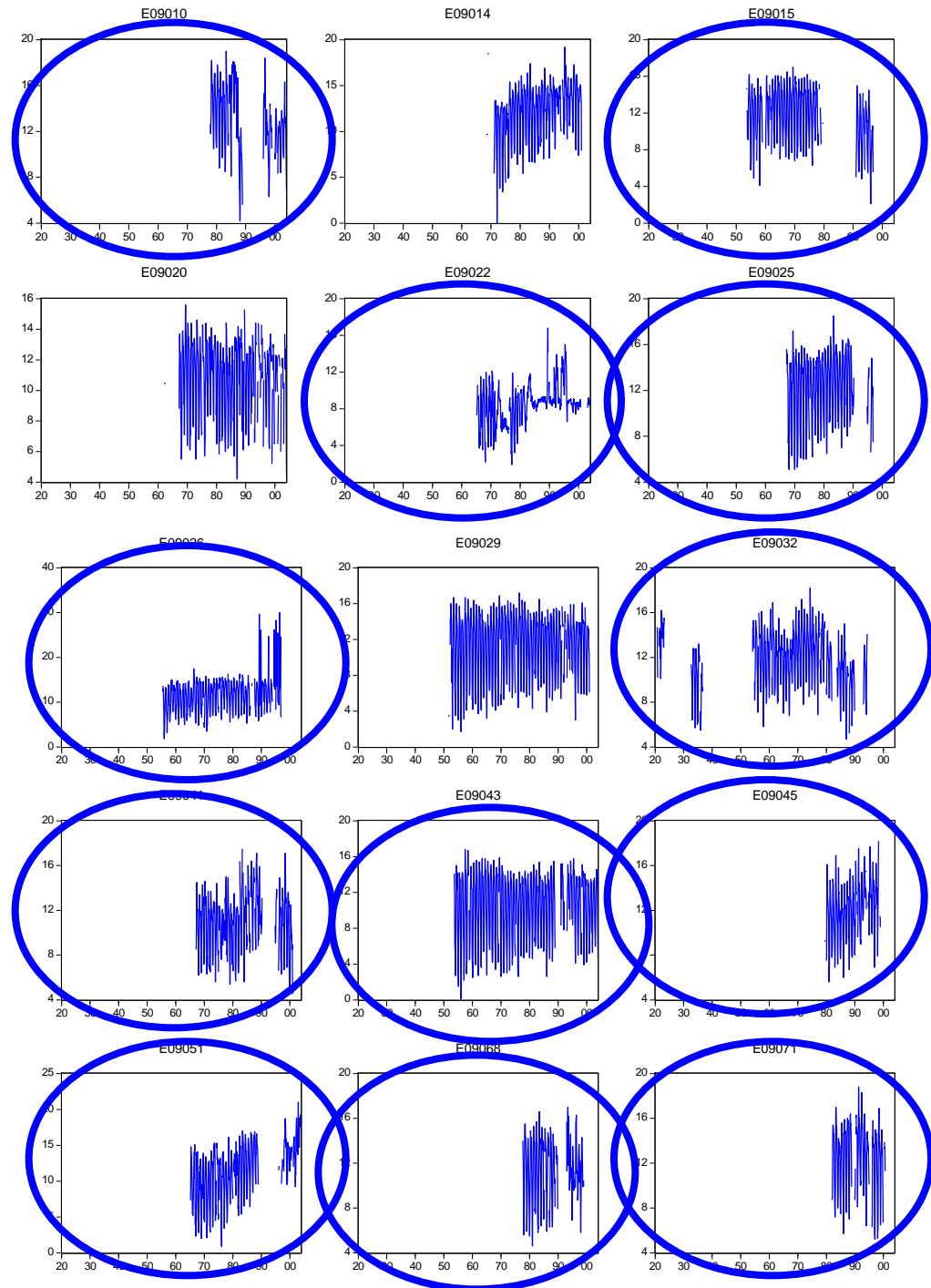


— P4 — P4F — HPTREND04

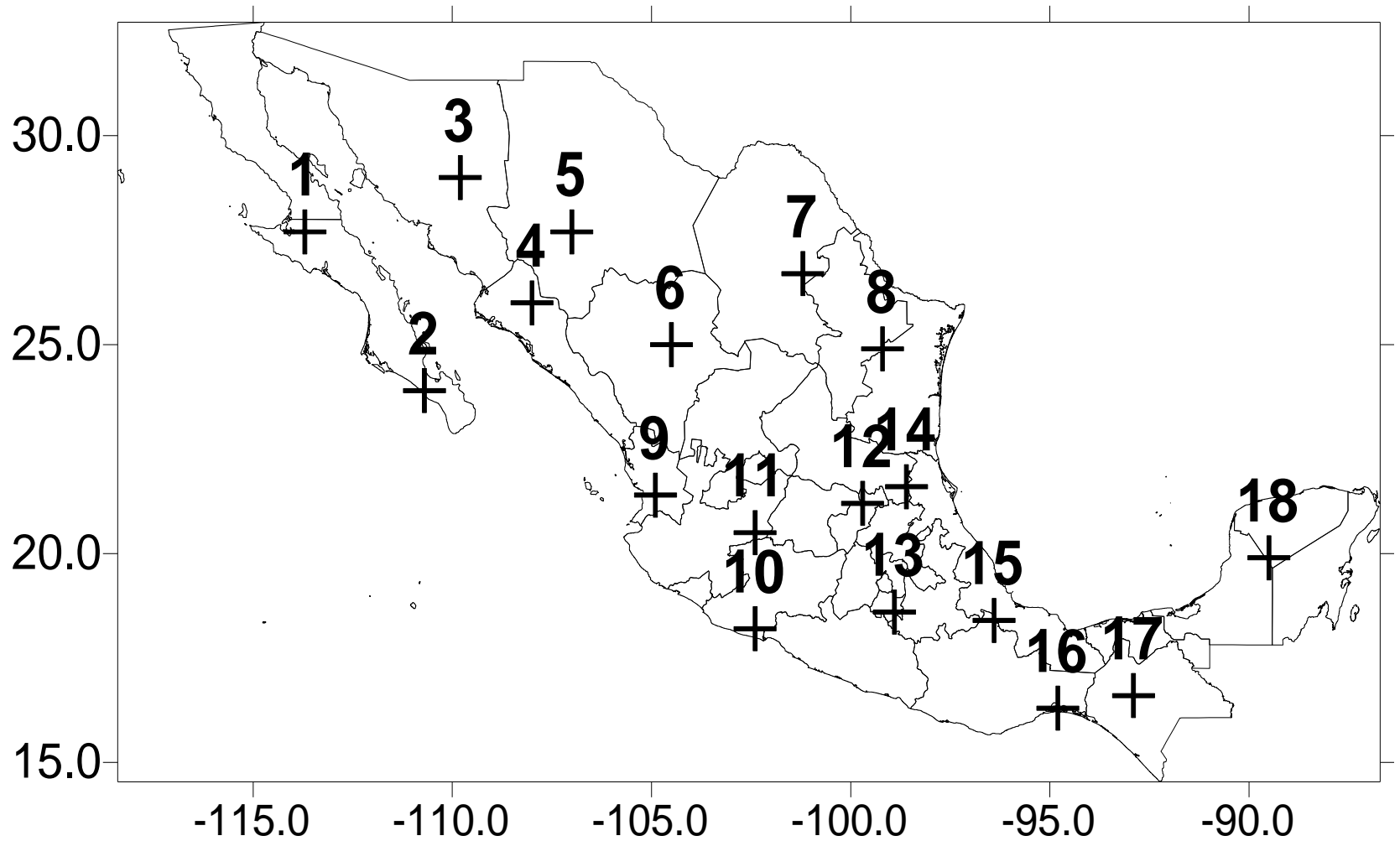
Referencia: Schneider, U., T. Fuchs, A. Meyer-Christoffer and B. Rudolf, 2008: Global Precipitation Analysis Products of the GPCC. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), DWD, Internet Publication, 1-12.

# Bases de datos (mejores DF)

- Series incompletas (huecos y series truncas)
- Bajísima calidad
- No disponibilidad de metadatos para homogeneizar

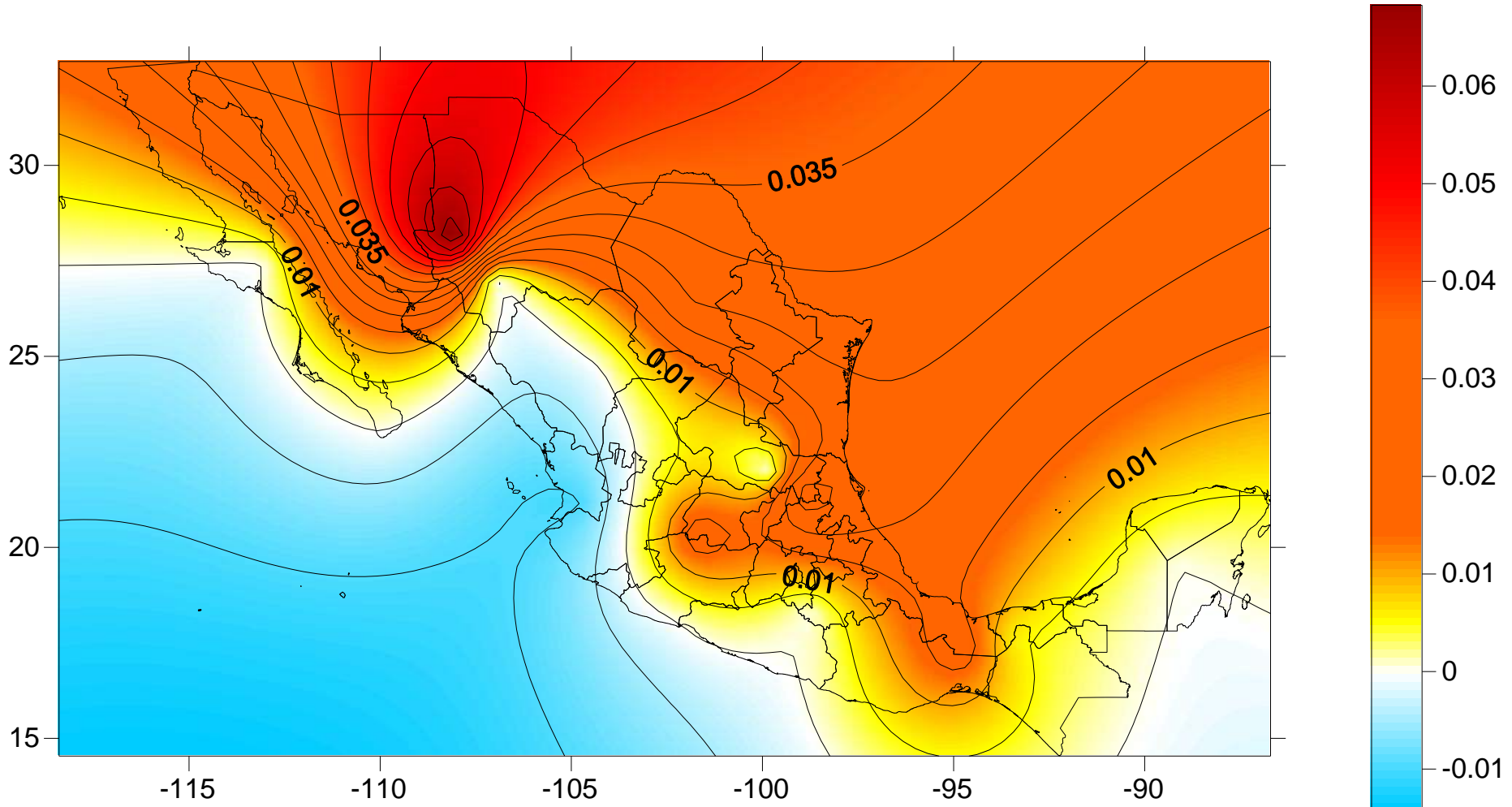


# Ubicación de las Regiones de Douglas



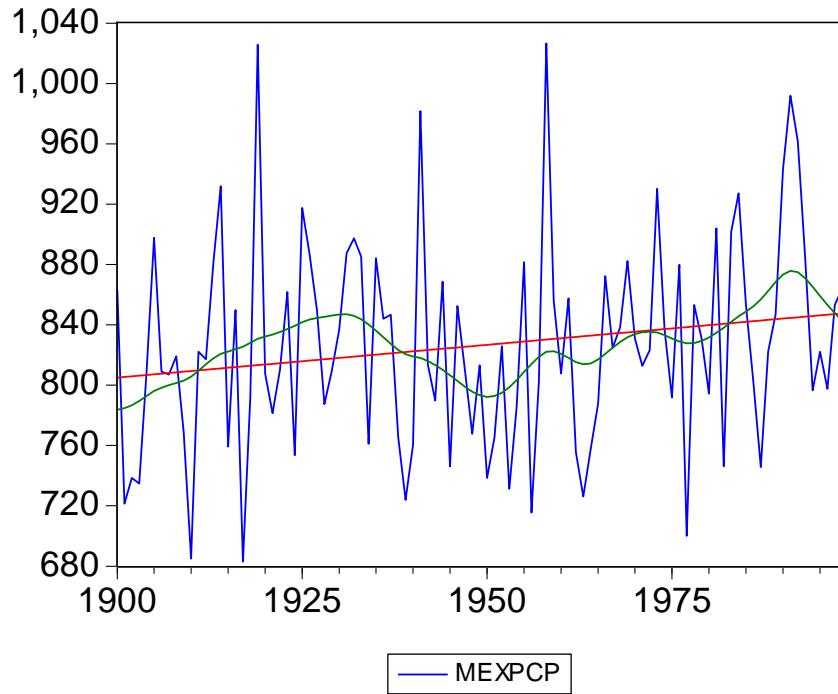


# Tendencias anuales para las 18 regiones de Douglas

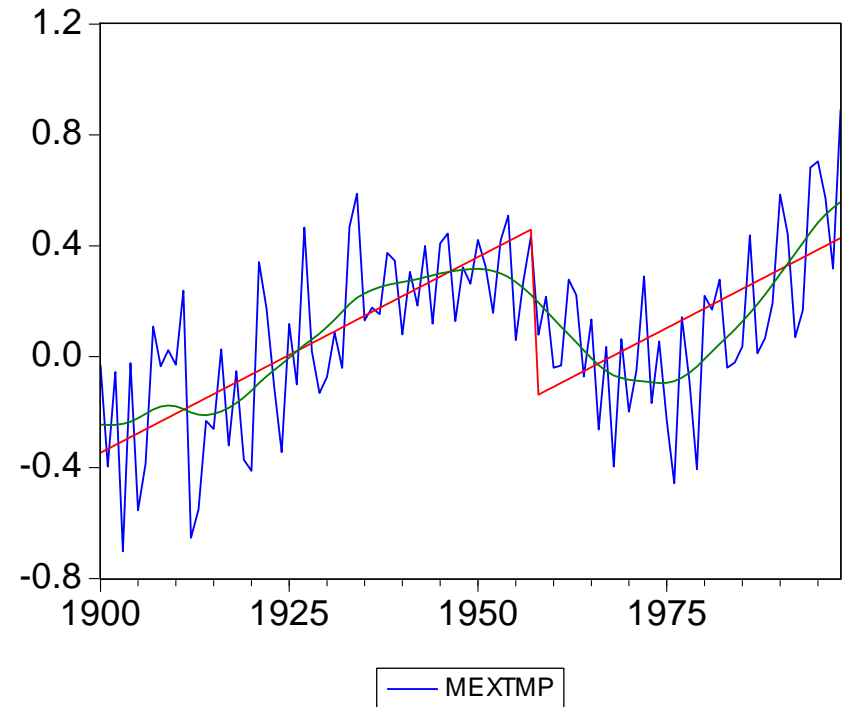


# CRUTEM3V, México

Precipitación México 1900-1998



Temperatura México 1900-1998

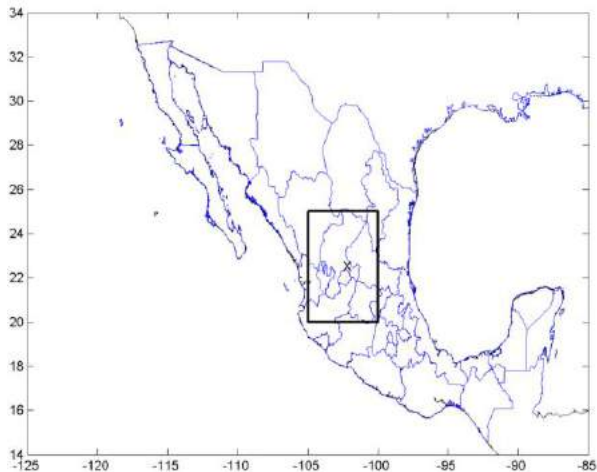


# monthly CRUTEM3\_T2m\_anom stations

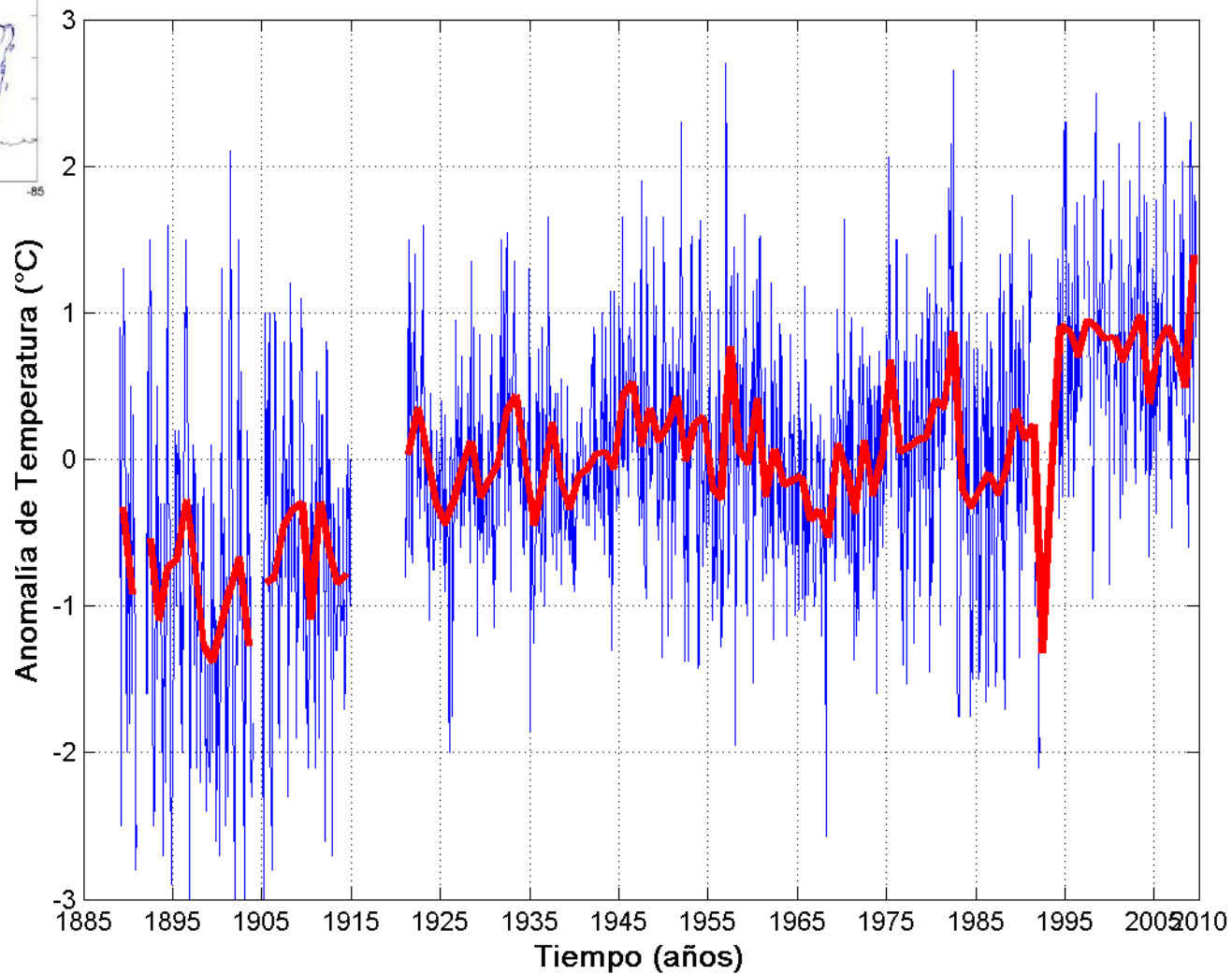
coordinates: 22.50N, -102.50E

grid point: `_-102.50_022.50_n`

113 years with data in 1889-2009



5° X 5°



# Propósito de los modelos

- reducción de sistemas complejos

—————> entendimiento

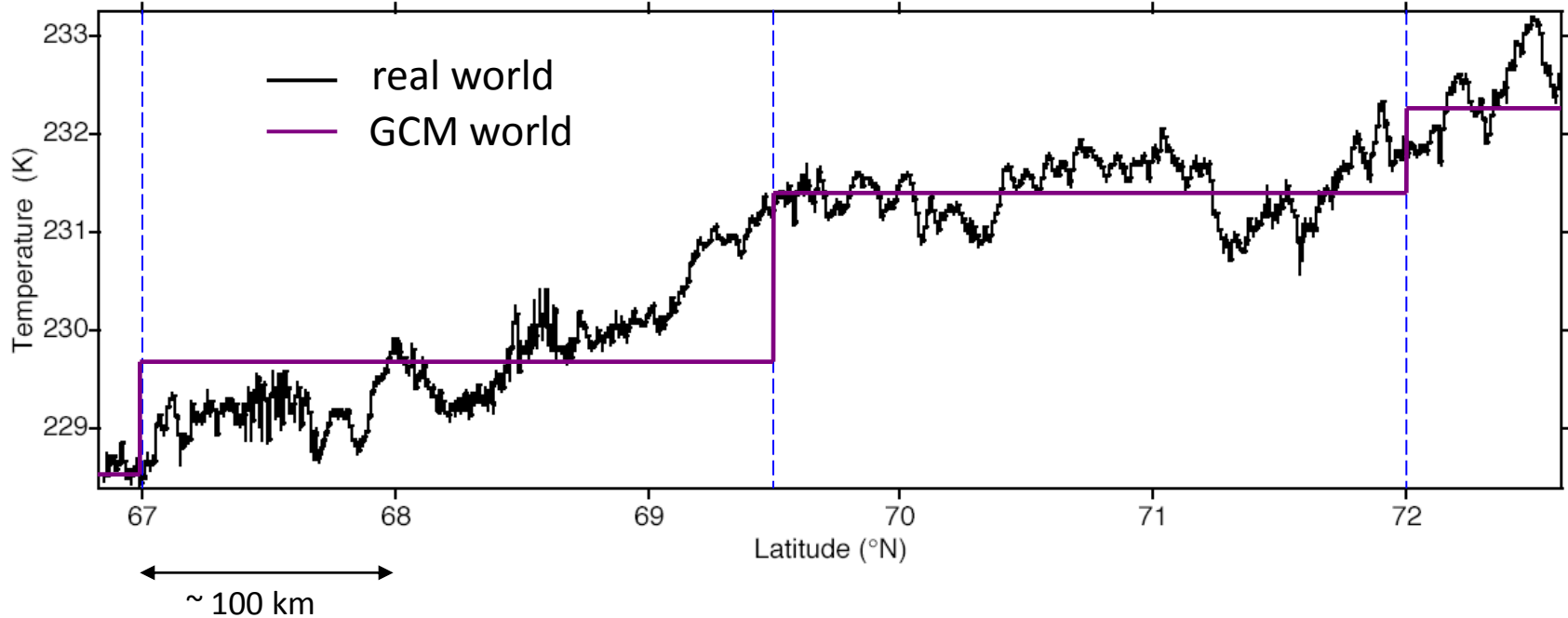
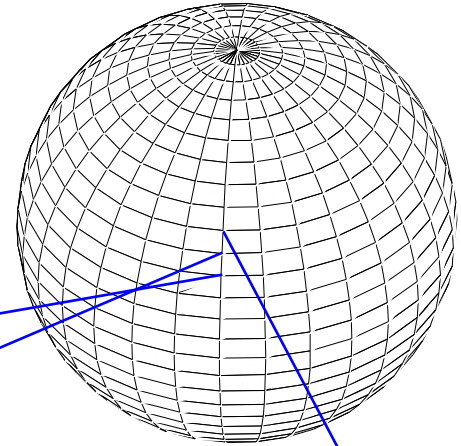
- sustituir a la realidad

—————> realismo

**Los modelos acoplados océano-atmósfera son modelos cuasi-realistas que constituyen las herramientas disponibles más poderosas que tenemos para estudiar el sistema climático**

**Pero la resolución espacial de dichos modelos es aún insuficiente**

**Reality -v- GCMs**



**Las celdas de los modelos usados para estimar el cambio climático tienen resoluciones espaciales, en el mejor de los casos, del orden de los 120 km**

**Esta resolución espacial no resuelve las características regionales de nuestro país y es necesario recurrir a los llamados “Métodos de Reducción de Escala”**

**Existen métodos estadísticos, dinámicos y mixtos**

# Problemas del enfoque de downscaling estadístico usando herramientas automáticas

- **El método implica proponer un modelo probabilístico y por lo tanto para que sea válido es necesario que se satisfagan sus supuestos**
- **Regresión espuria (más de 90% de los casos)**
- **Incremento de incertidumbre (muchos grados adicionales por incertidumbre en parámetros)**
- **Enfoque MOS no es adecuado para CC**
- F. Estrada, V. M. Guerrero, C. Gay, 2009. A Cautionary Note on Statistical Downscaling Methods for Climate Change. Sometido al Journal of Climate

# Manejo de incertidumbre

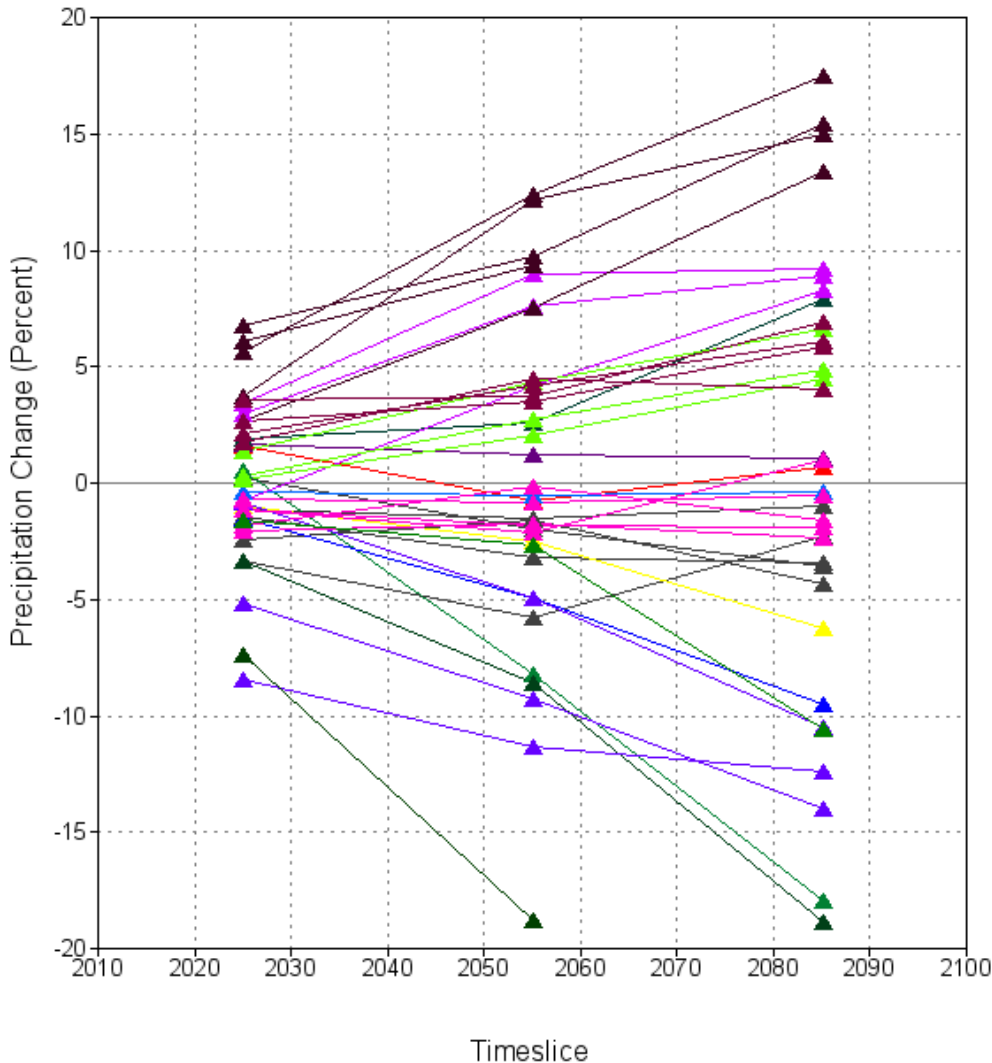
- El uso eficiente de recursos económicos para enfrentar el cambio climático en términos de adaptación, mitigación e impactos (remediación y prevención) depende de la cantidad, calidad e interpretación de la información (e incertidumbre) disponible
  1. Reducir incertidumbre mediante recopilación de datos, investigación, modelación, simulación...
  2. Manejar o integrar la incertidumbre al proceso de toma de decisión y de desarrollo de política

Sin embargo, 1) reduce pero no elimina y 2) requiere probabilidades sobre los posibles resultados

Se requieren probabilidades para la toma de decisiones



# Problemas del enfoque actual



July - Precipitation Change - SRES AR4 - All A2 experiments - Entire map

Medias, medianas  
Sigmas y likely ranges  
Enfoque probabilístico  
frecuentista  
Criterios de convergencia  
y desempeño  
Etc...

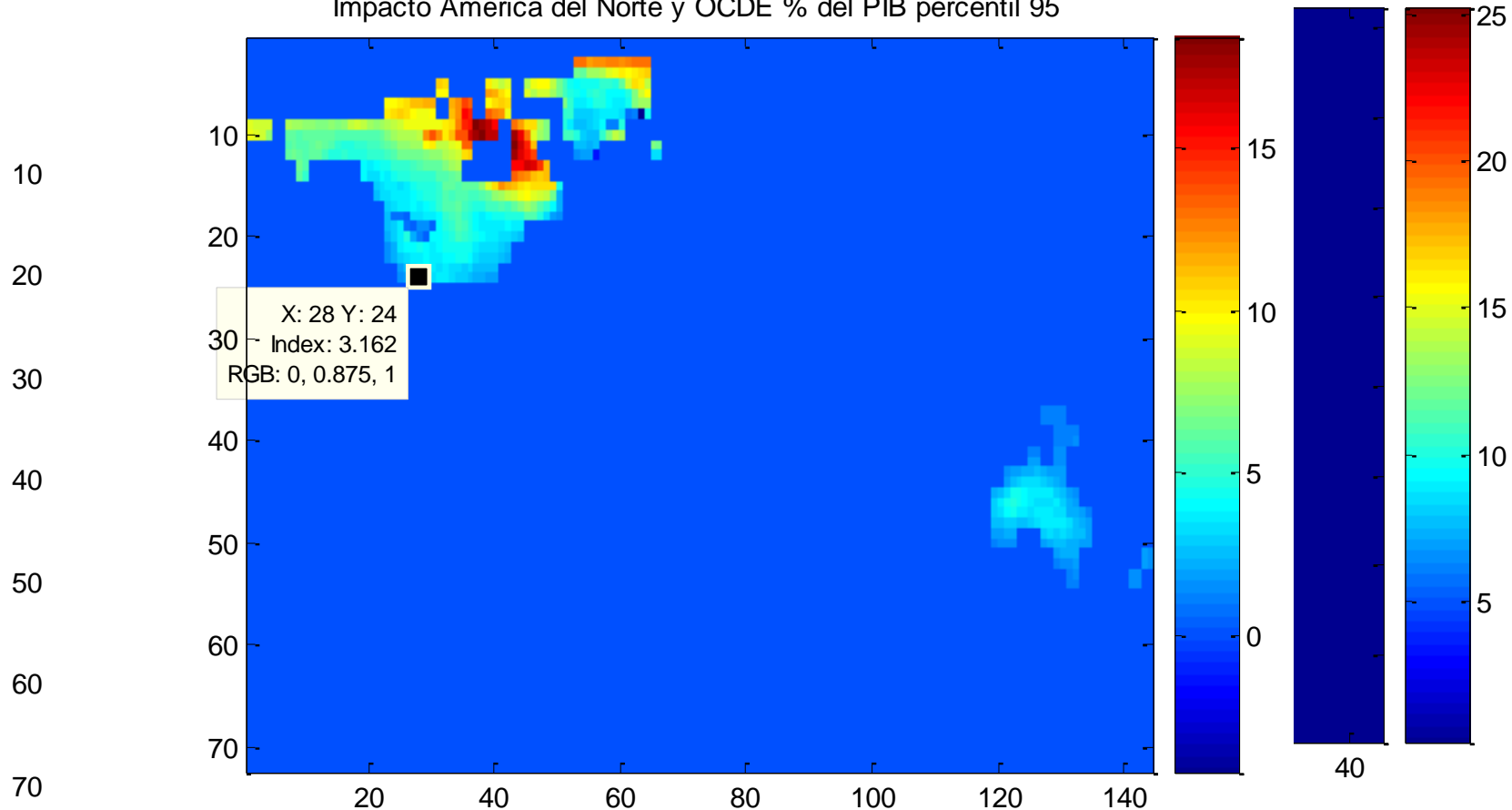
¿Manejo de riesgo?  
Reducción de información para  
el tomador de decisiones  
¿Físicamente plausibles?  
Se presentan como  
probabilidades “reales” y  
objetivas a tomadores de  
decisiones

¿y las colas? ¿no importan los eventos de baja  
probabilidad, alto impacto?

# Impactos de cambio climático en la economía (A2)

Impacto promedio América del Norte y OCDE (% del PIB)

Impacto América del Norte y OCDE % del PIB percentil 95



Modelo integrado del CCA

# Estabilización a 2°C global

PERCENTIL 95 DE DELTA T



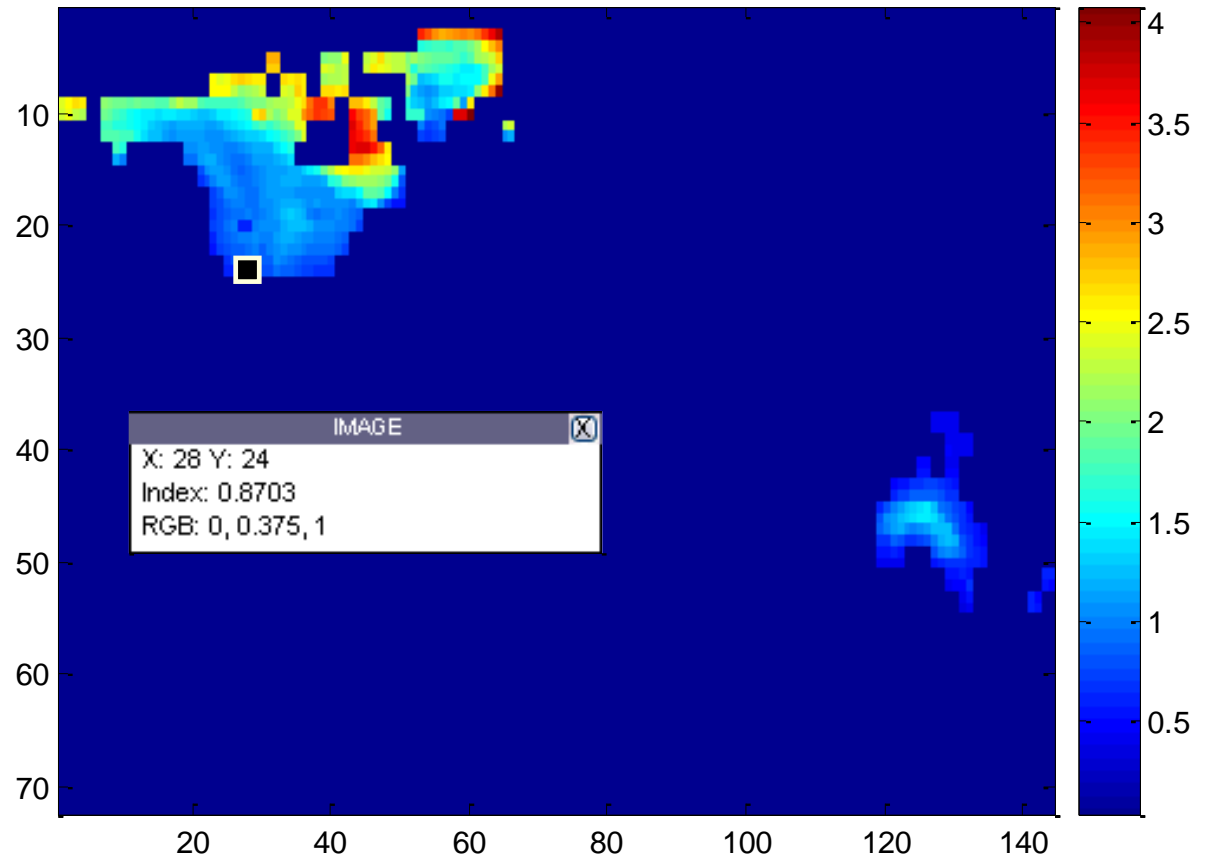
Impacto promedio México (%del PIB)

Impacto México % del PIB percentil 95

Impacto promedio América del Norte y OCDE (%del PIB)

Impacto América del Norte y OCDE % del PIB percentil 95

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



Modelo

