

EL CAMBIO CLIMATICO Y EL EFECTO DEL CARBONO NEGRO

Mario Molina

Miembro del Colegio Nacional

**Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos
sobre Energía y Medio Ambiente**

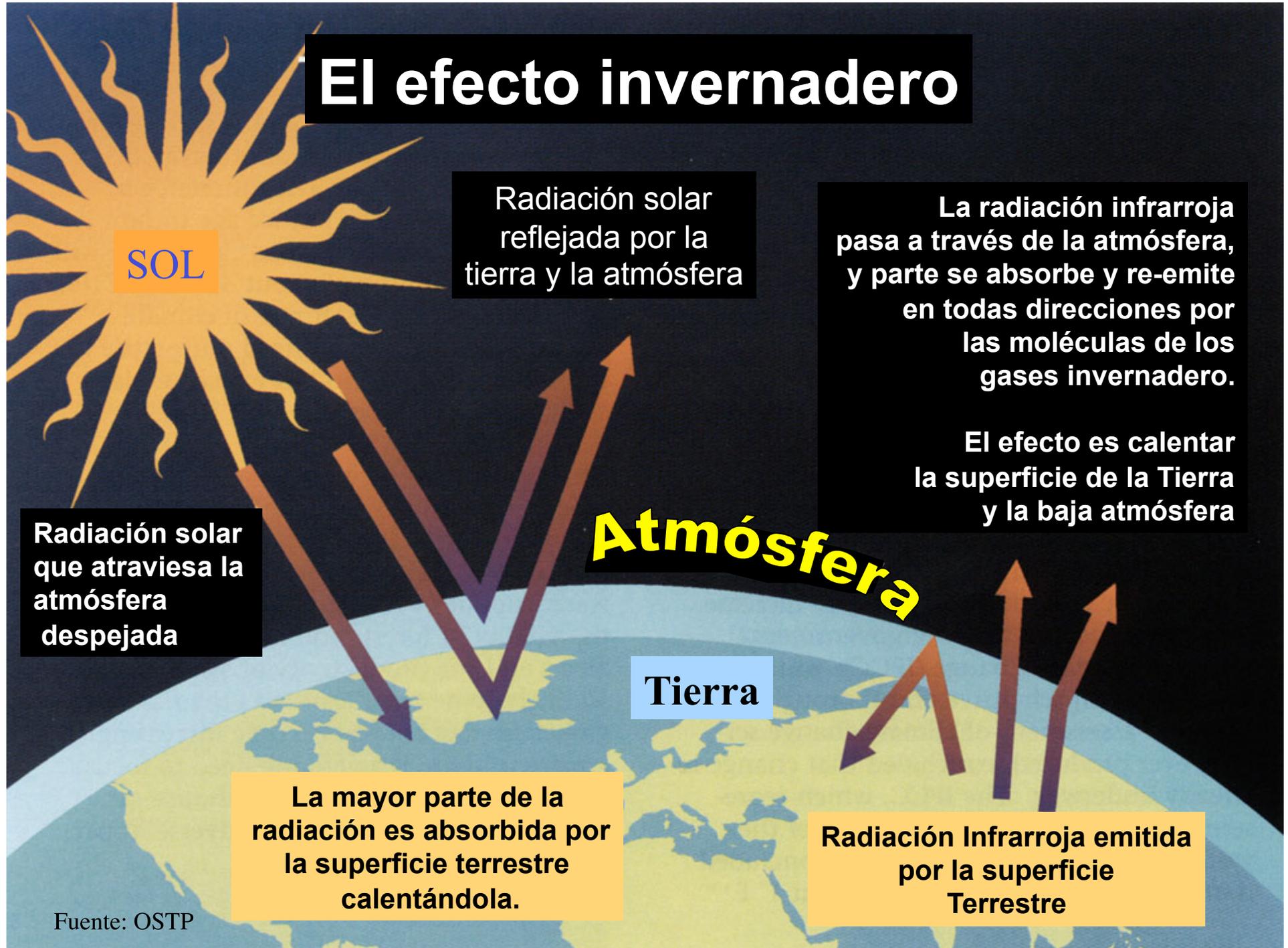
Universidad de California, San Diego

**Taller Internacional de Carbono Negro
y Cambio Climático en Latinoamérica**

México, D.F

19 de octubre del 2009

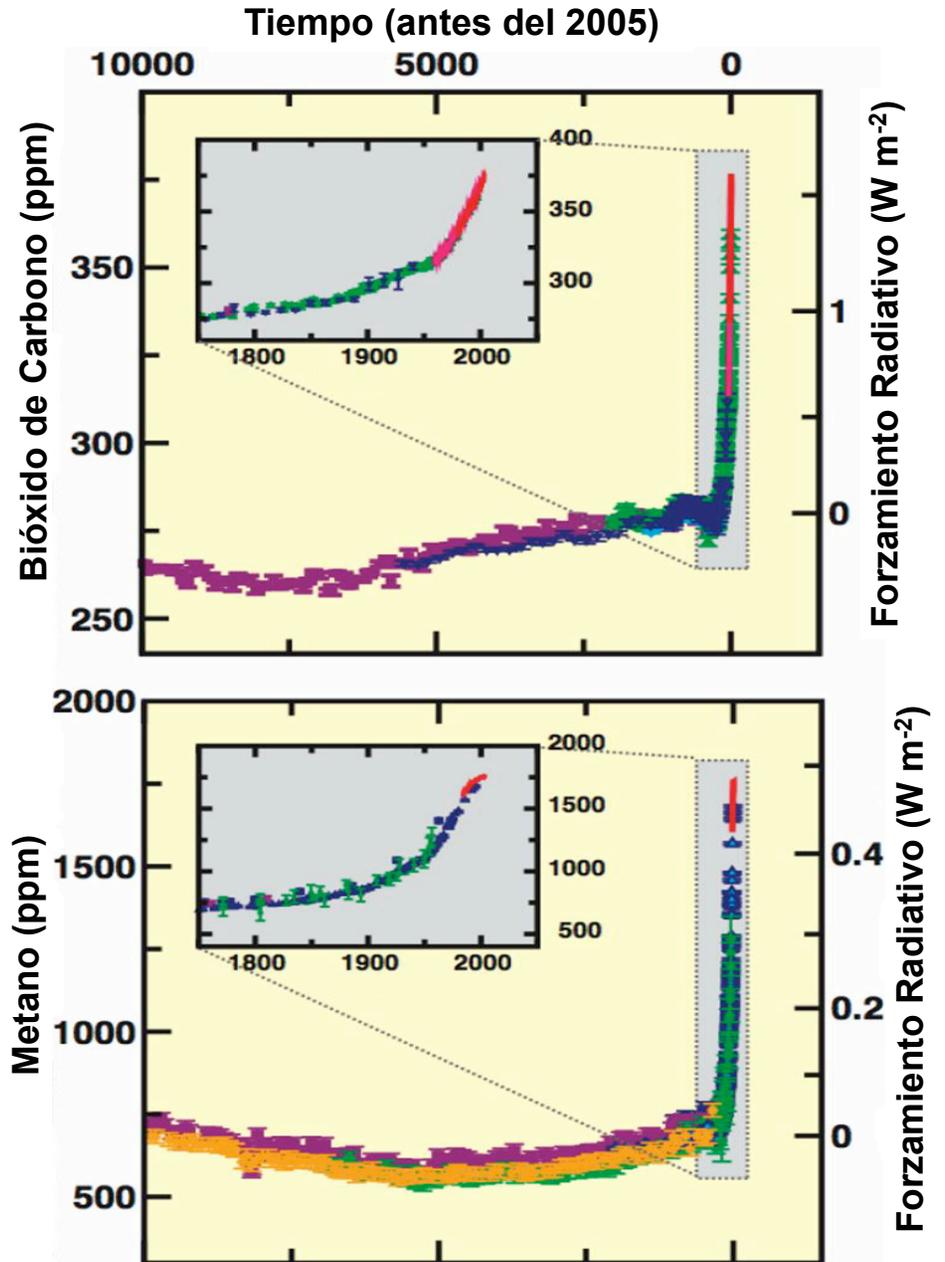
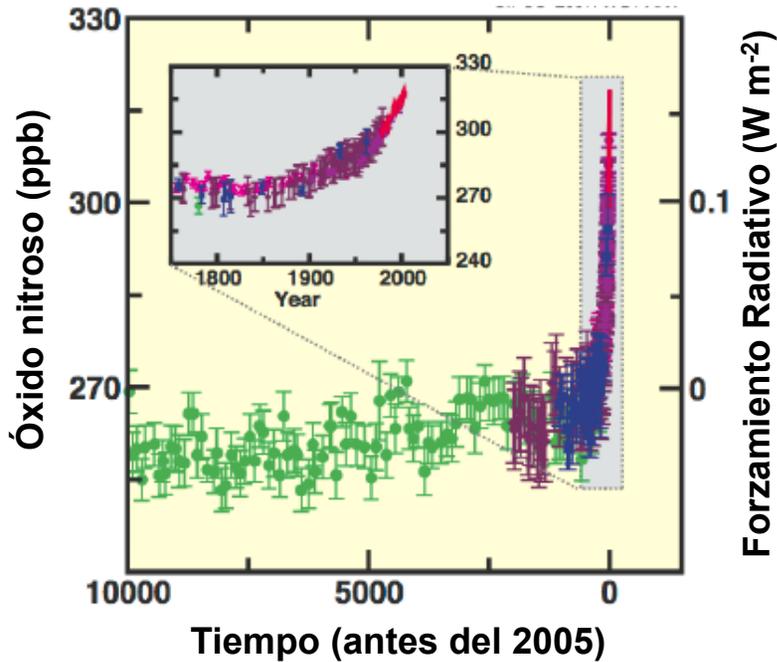
El efecto invernadero



Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)

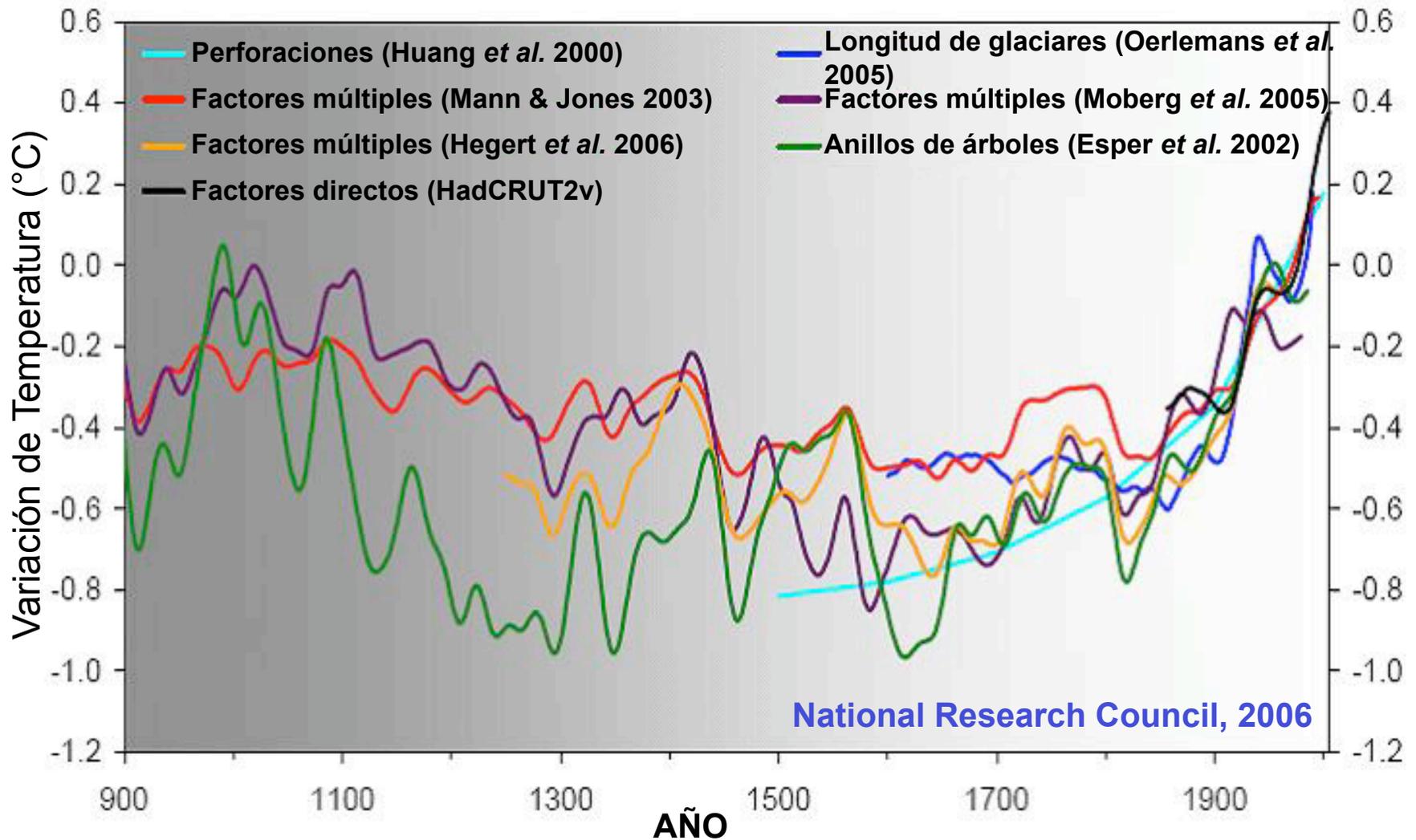
- **Establecido por NU y la organización meteorológica mundial en 1988**
- **Papel del IPCC: evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los riesgos por el cambio climático inducido por el hombre.**
- **Evaluaciones basadas en publicaciones y literatura arbitrada.**

Concentración Atmosférica de GEI durante los últimos 10,000 años



Fuente: IPCC AR4, WG1 SPM, 2007

Reconstrucción de la temperatura de los últimos 1100 años



La tendencia natural fue hacia el enfriamiento global entre ~1000 y ~1800, hasta que comenzó el calentamiento debido a la actividad humana.

Derretimiento de Glaciares

Glaciar Muir, Alaska

Agosto 1941



Agosto 2004



NSIDC/WDC for Glaciology, Boulder, compiler. 2002, updated 2006. *Online glacier photograph database*. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center.

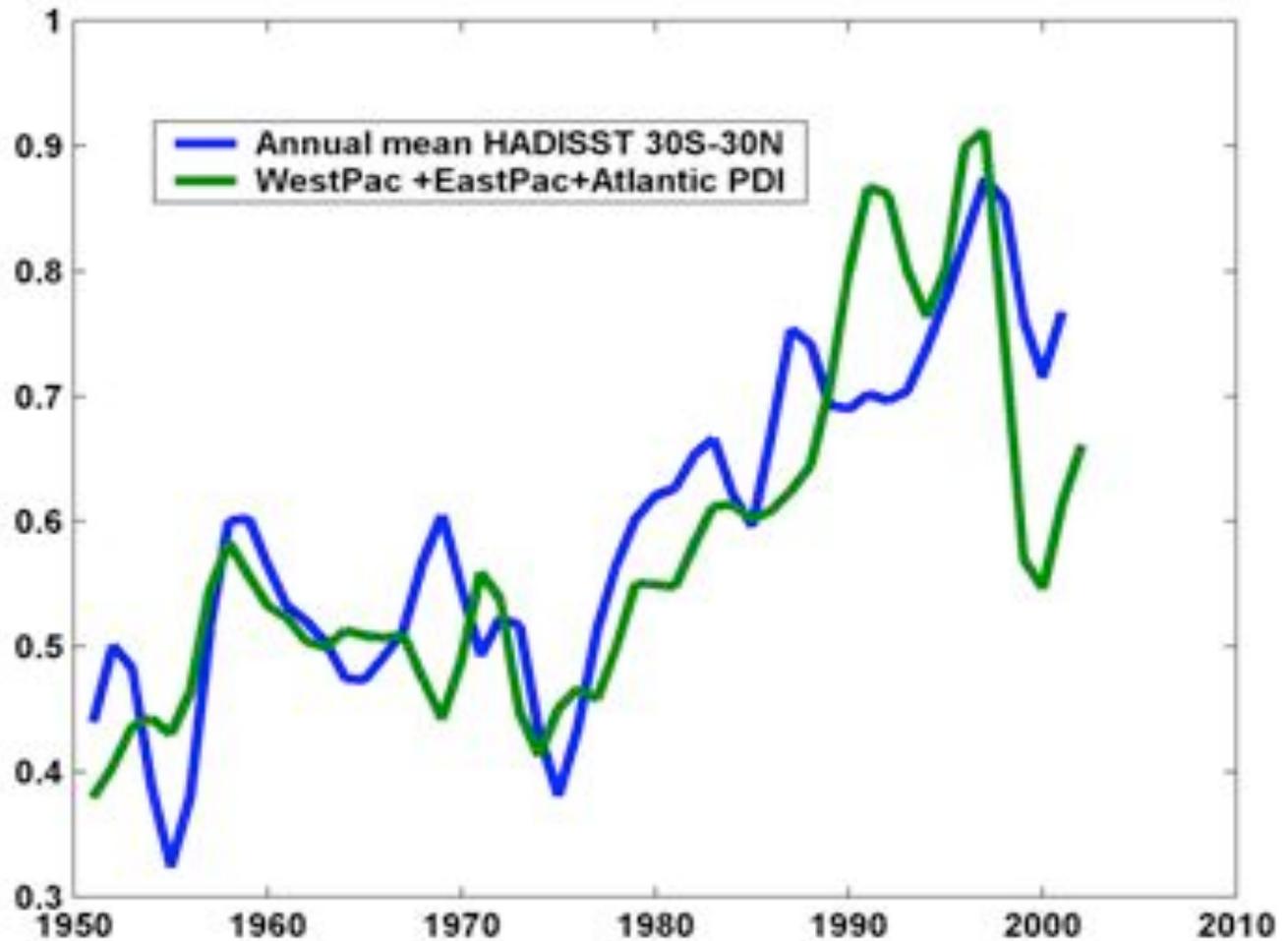
Huracán Katrina



HURACANES

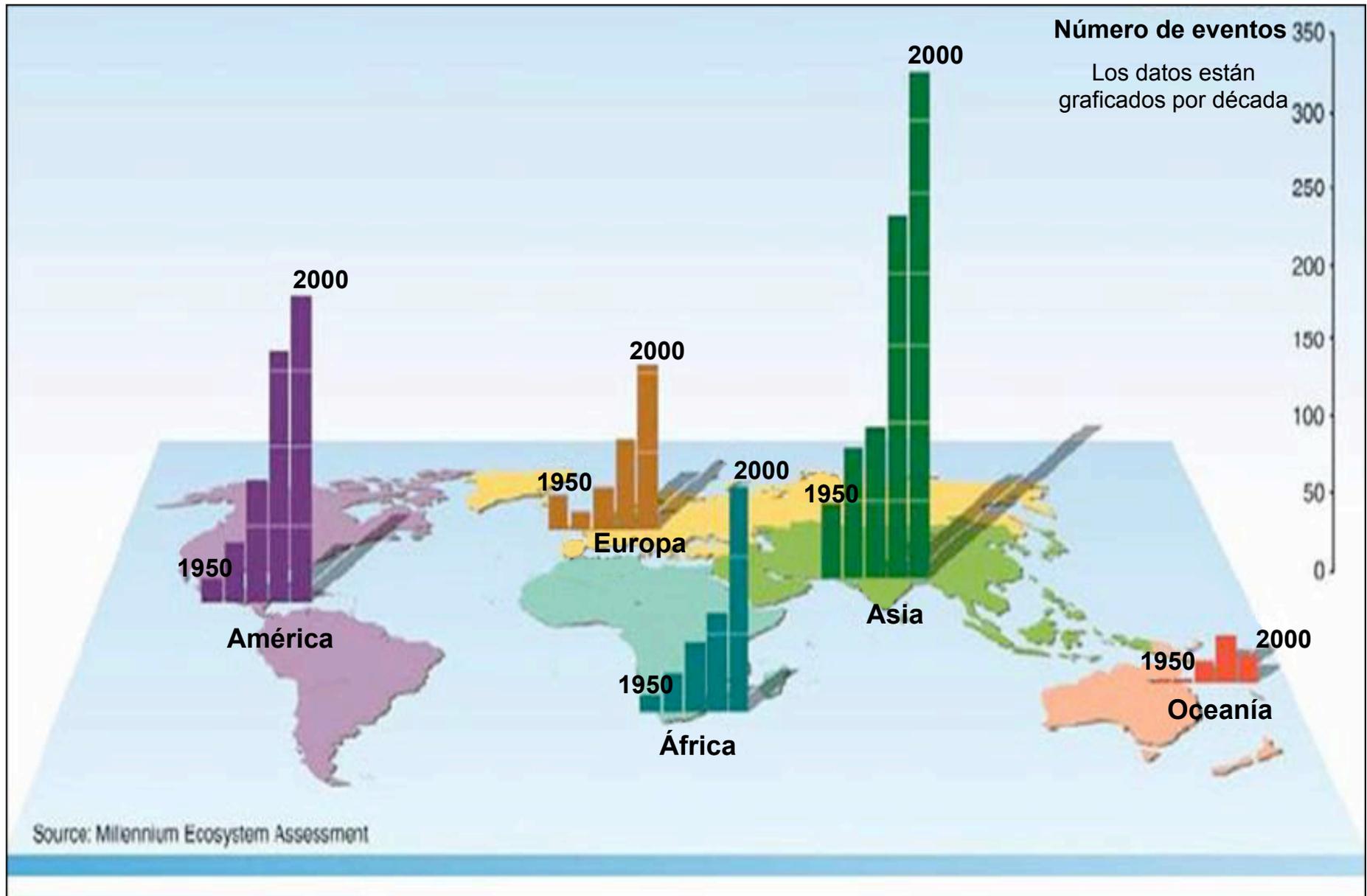
Verde: energía total liberada por los ciclones tropicales
Azul: temperatura de la superficie del mar.

**Índice de
Potencia**
(medida de la
capacidad de
destrucción
de la tormenta)



Año

INUNDACIONES 1950-2000





SEQUÍAS

**400,000,000 de personas
viven bajo condiciones de
sequía extrema**

**Tierra considerada “Muy
Seca” a nivel mundial:**

15% en 1970

30% en 2002

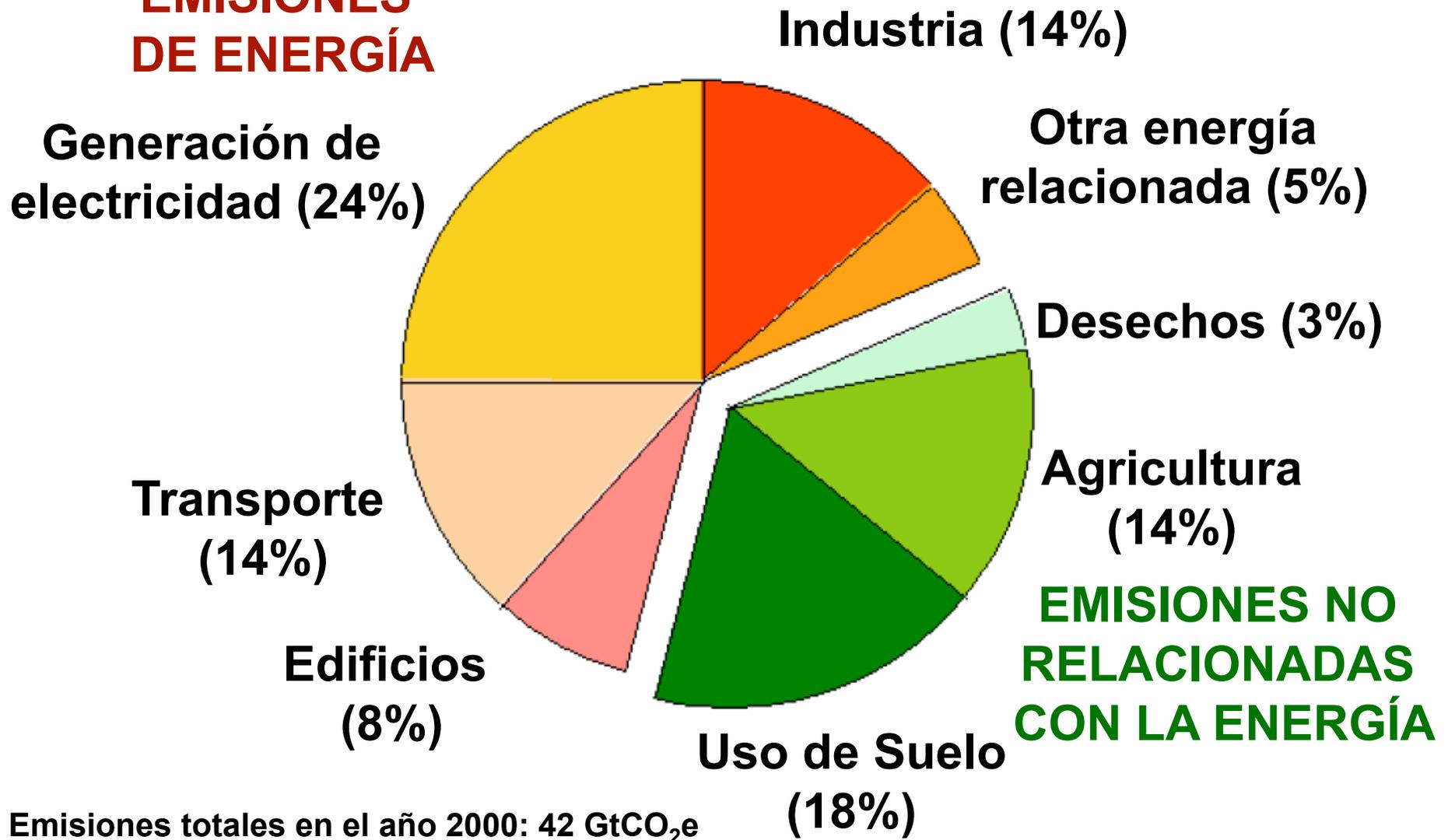
Impactos del Cambio Climático



Fuente: Stern Review (adaptado del IPCC, Cuarto Informe de Evaluación, Grupo de trabajo II. Resumen Técnico, 2007)

Emisiones de GEI en el año 2000

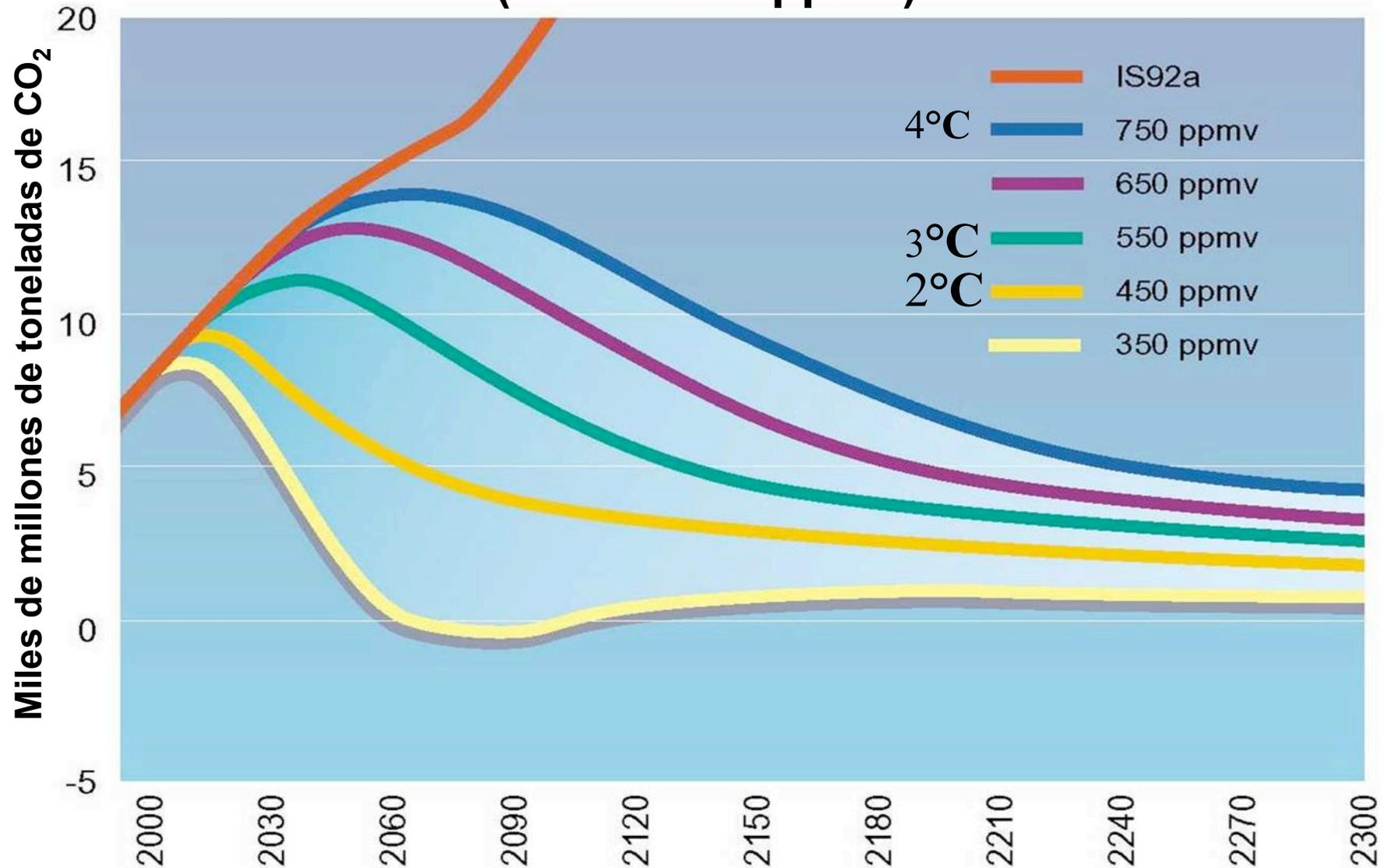
EMISIONES DE ENERGÍA



Fuente: Stern Review; World resources Institute

TRAYECTORIA DE LAS EMISIONES DE CO₂

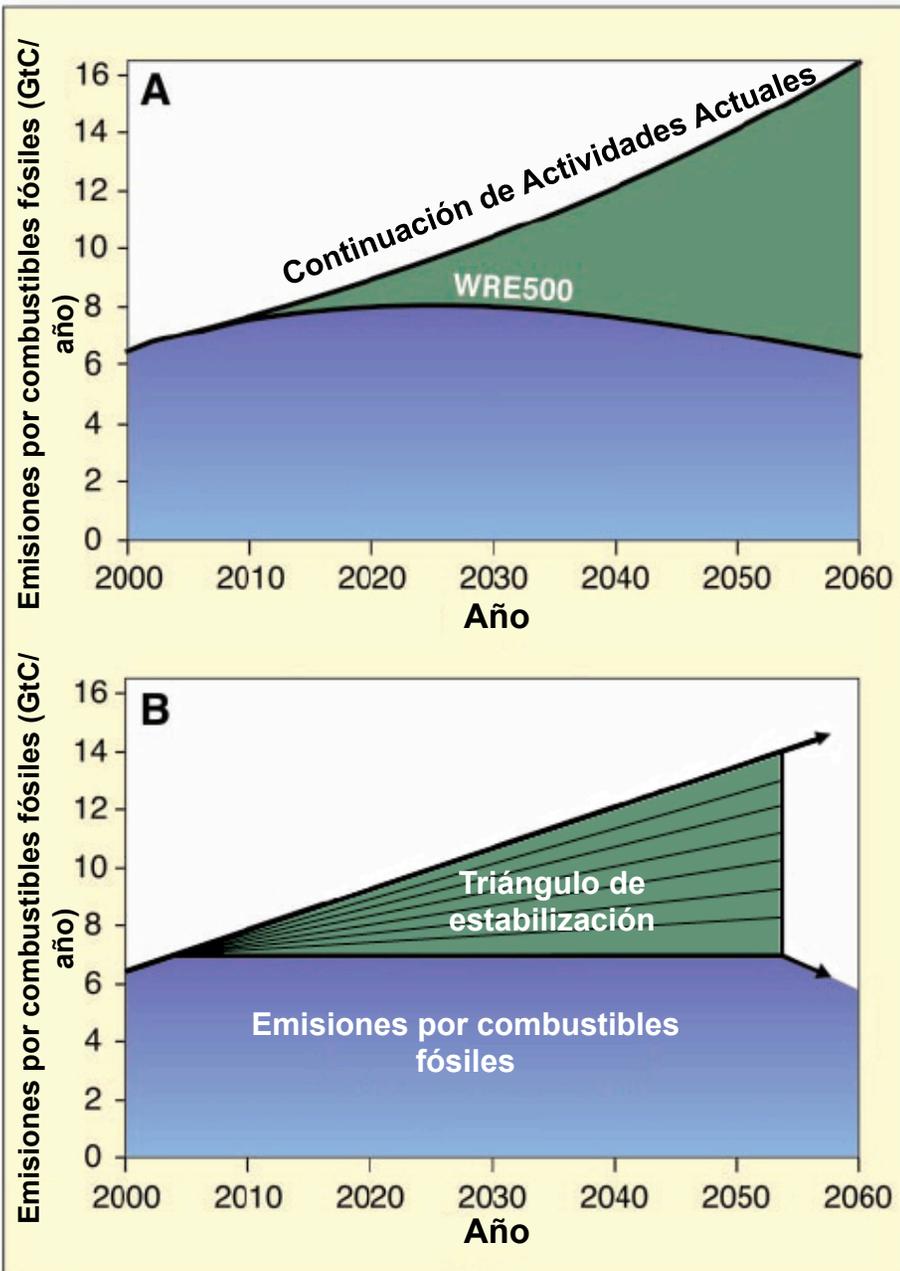
(2005 = 380 ppmv)



Triángulos de Estabilización: Cómo Resolver el Problema del Clima en los Próximos 50 años con Tecnologías Disponibles

S. Pacala & R. Socolow

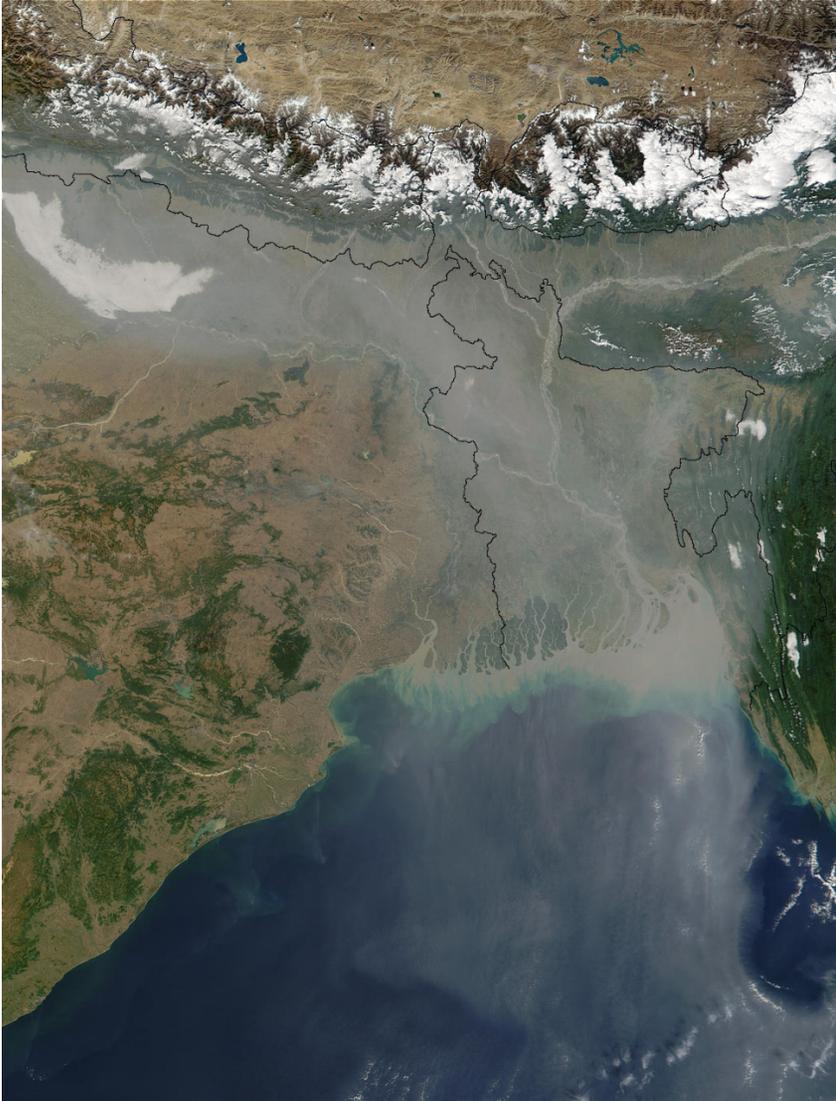
- Mejorar la eficiencia energética*
- Disminuir la dependencia del auto*
- Mejorar eficiencia de plantas
generadoras de electricidad*
- Sustituir carbón por gas natural*
- Captura y almacenamiento de CO₂*
- Fisión nuclear*
- Electricidad eólica*
- Energía solar*
- Bio-combustibles*
- Administración de bosques*







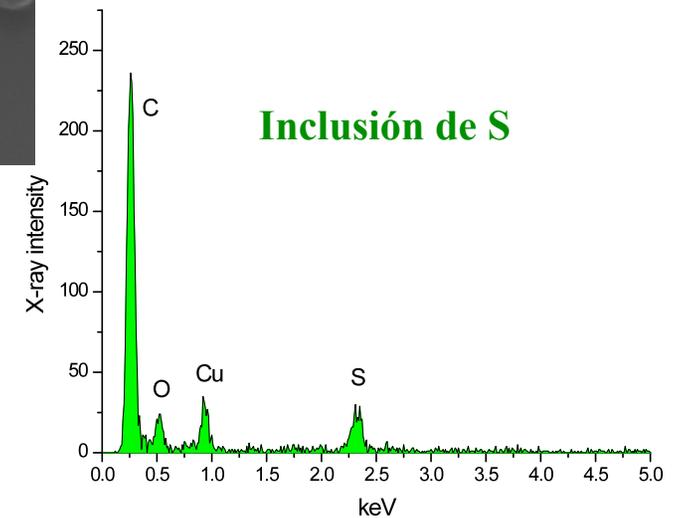
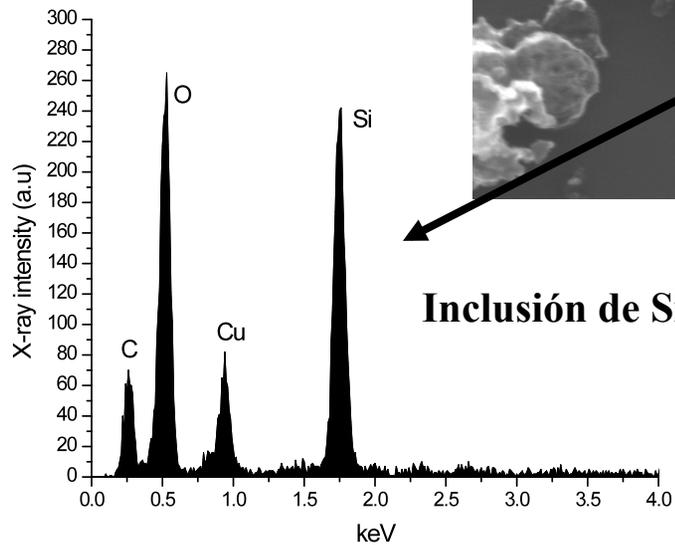
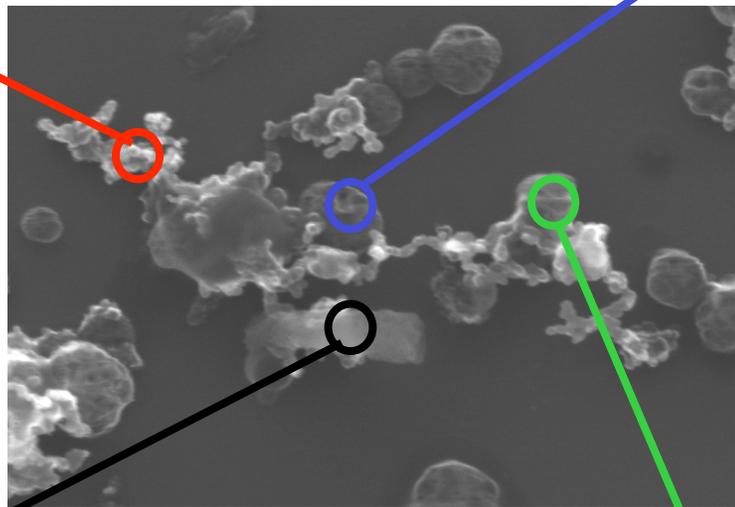
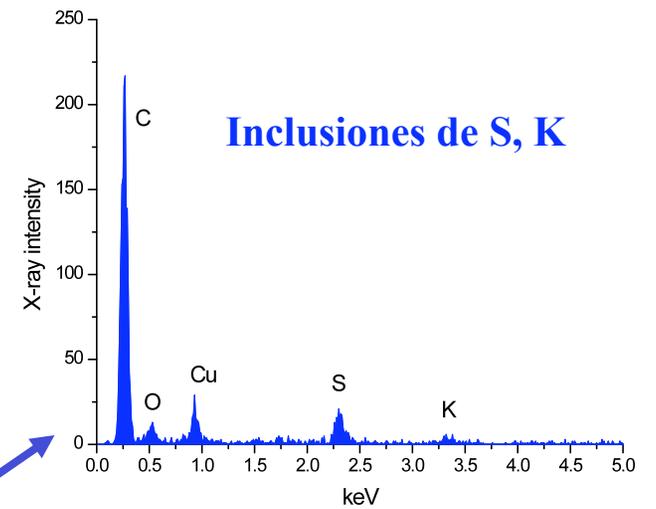
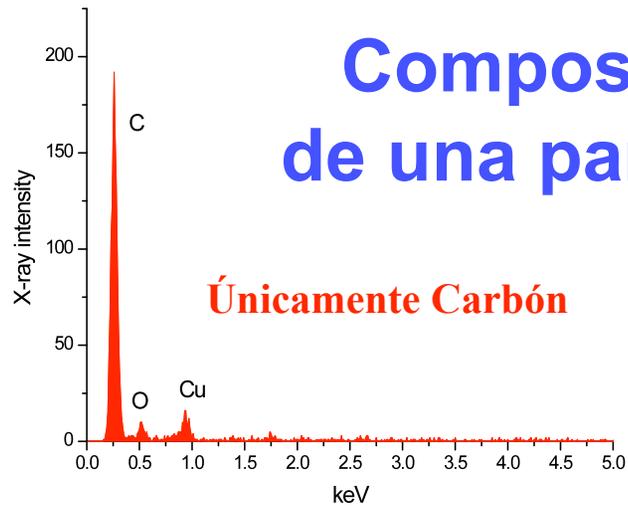
Flujo de Aerosol, Norte de la India



Los cielos sobre el norte de la India están saturados con partículas suspendidas a todo lo largo del extremo sur de las Montañas del Himalaya, y se desplazan hacia el sur sobre Bangladesh y la Bahía de Bengala.



Composición química de una partícula de hollín



Procesamiento del hollín

De estudios “de Persecución”

En el Aire Ambiente

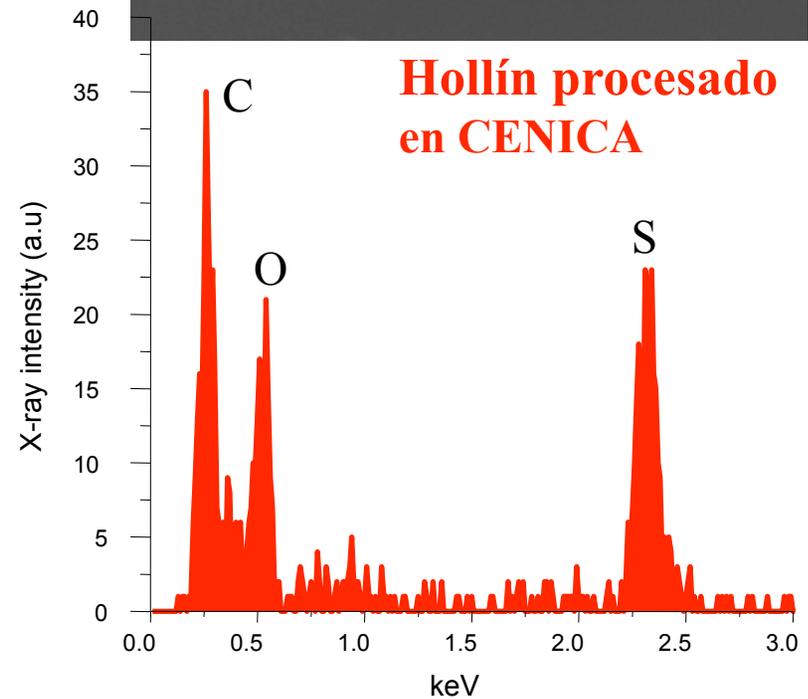
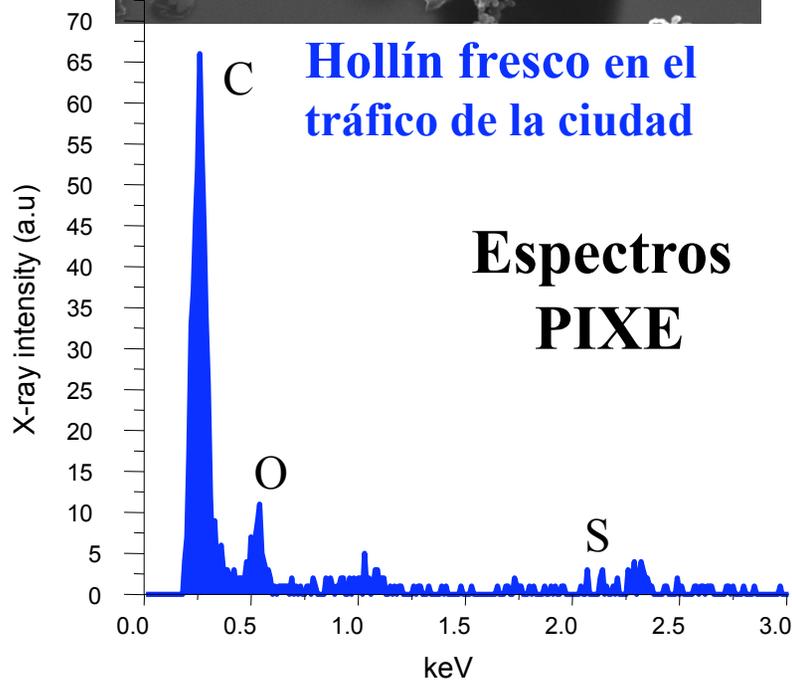
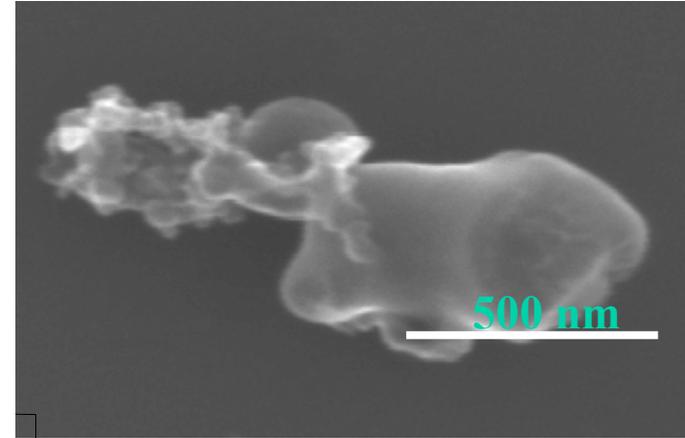
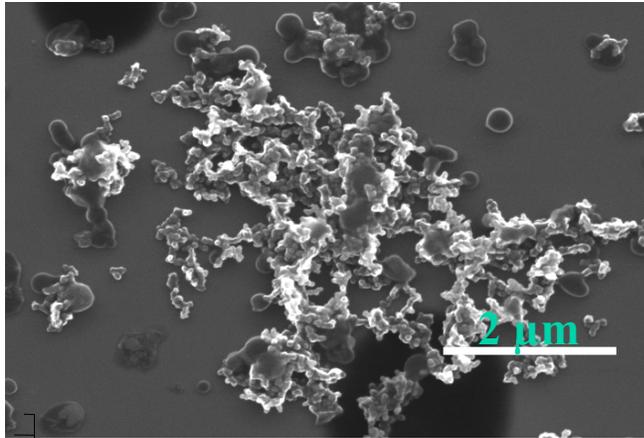
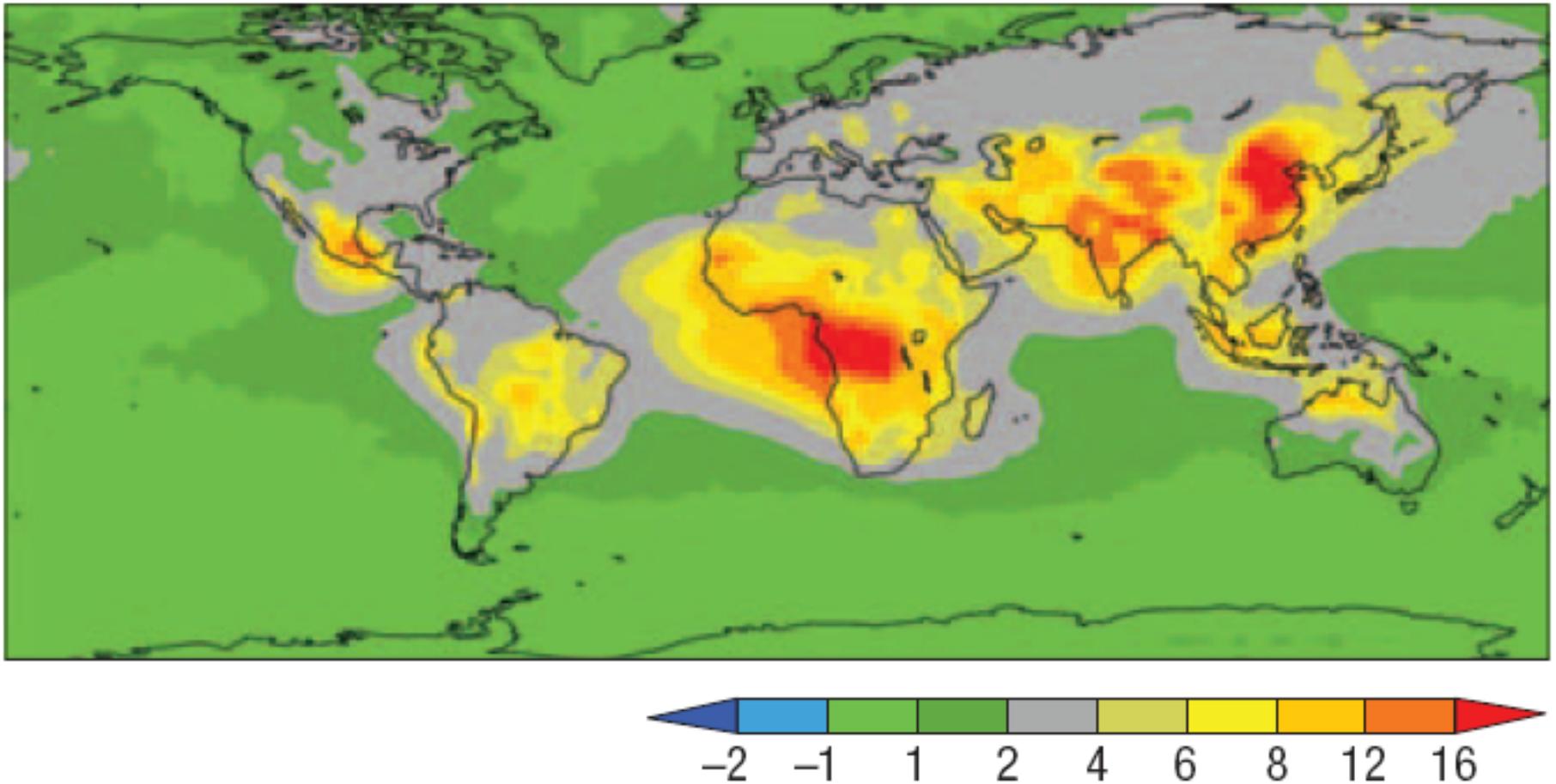




Foto de satélite con incendios forestales en California, octubre del 2003

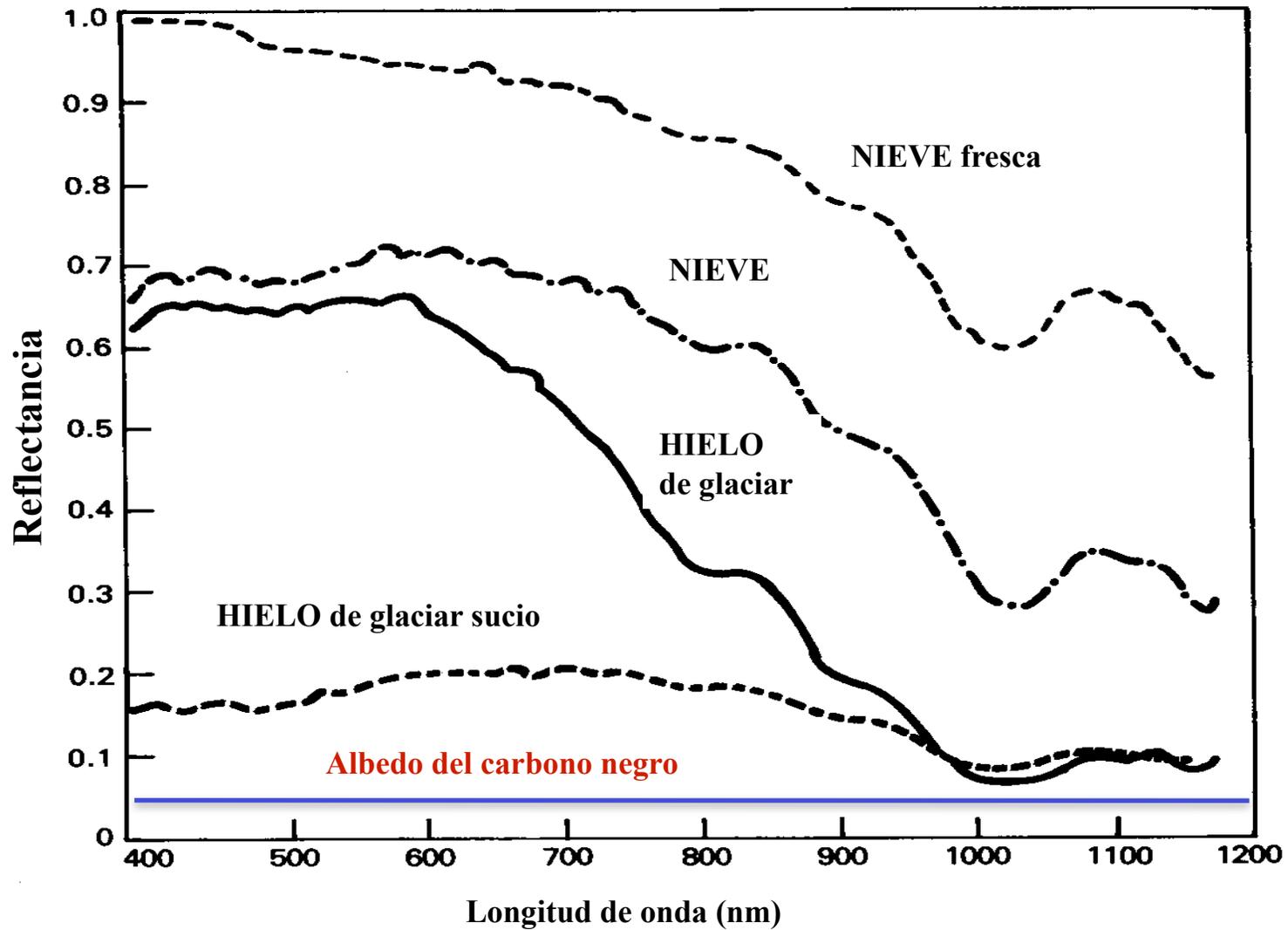
Calentamiento de la atmosfera causado por el Carbono Negro en el período 2001-2003



FUENTE: Chung, C., Ramanathan, V., Kim, D., & Podgorny, I. A. *Global anthropogenic aerosol direct forcing derived from satellite and ground-based observations*. J. Geophys. Res. 110, doi:10.1029/2005JD006356 (2005).



IMPACTO DEL CARBONO NEGRO EN LA NIEVE Y EN LOS GLACIARES



Contaminación de Aire

Oxígeno (O_2)
+ Compuestos orgánicos volátiles (COV)
+ Óxidos de nitrógeno (NO_x)



luz solar

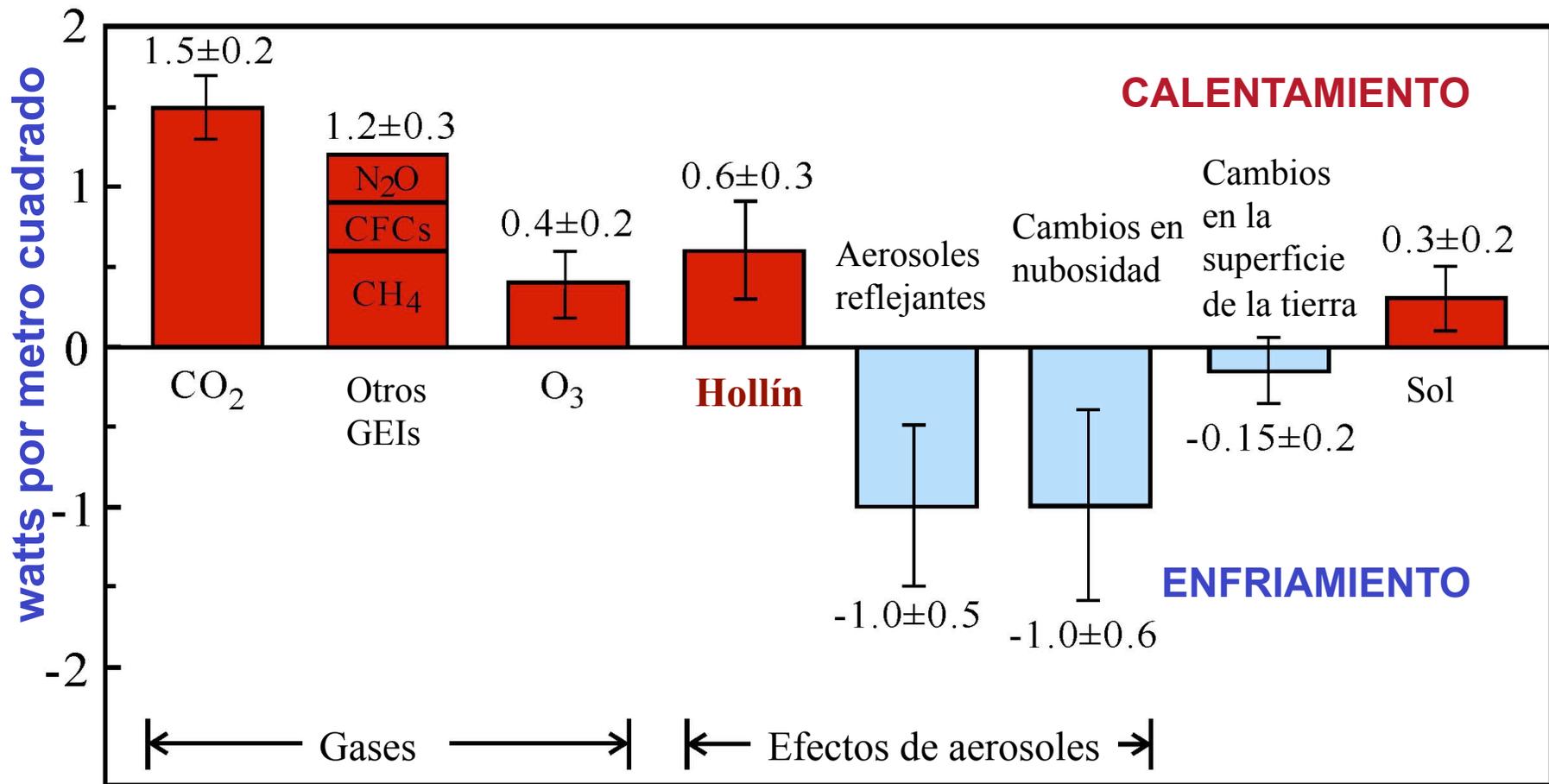


Ozono (O_3) +
Partículas



Alteración en el promedio global del flujo de radiación atmosférica (1750-2000)

Hollín: 0.9 W/m² (Ramanathan y Carmichael, 2008); 0.2 W/m² (IPCC, 2007)



Fuente: Hansen et al., JGR, 110, D18104, 2005.

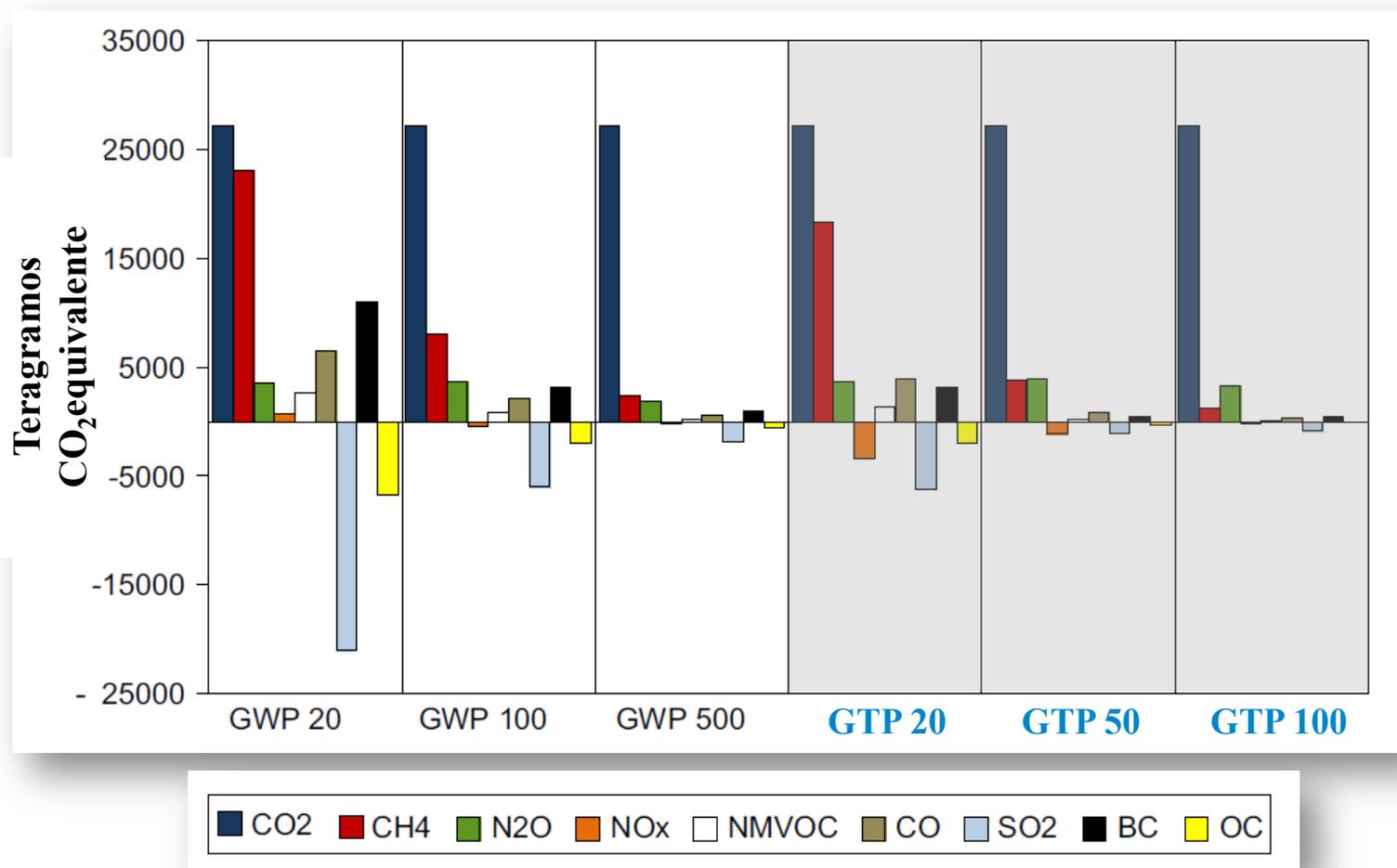
POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (GWP)

	GWP20	GWP100	GWP500
Carbón Negro (Hollín)	1600	460	140
Metano	72	25	7.6
Oxido Nitroso	289	298	153
Partículas: Sulfatos	-140	-40	-12
Partículas: Carbón orgánico	-240	-69	-21
Bióxido de Carbono	1	1	1

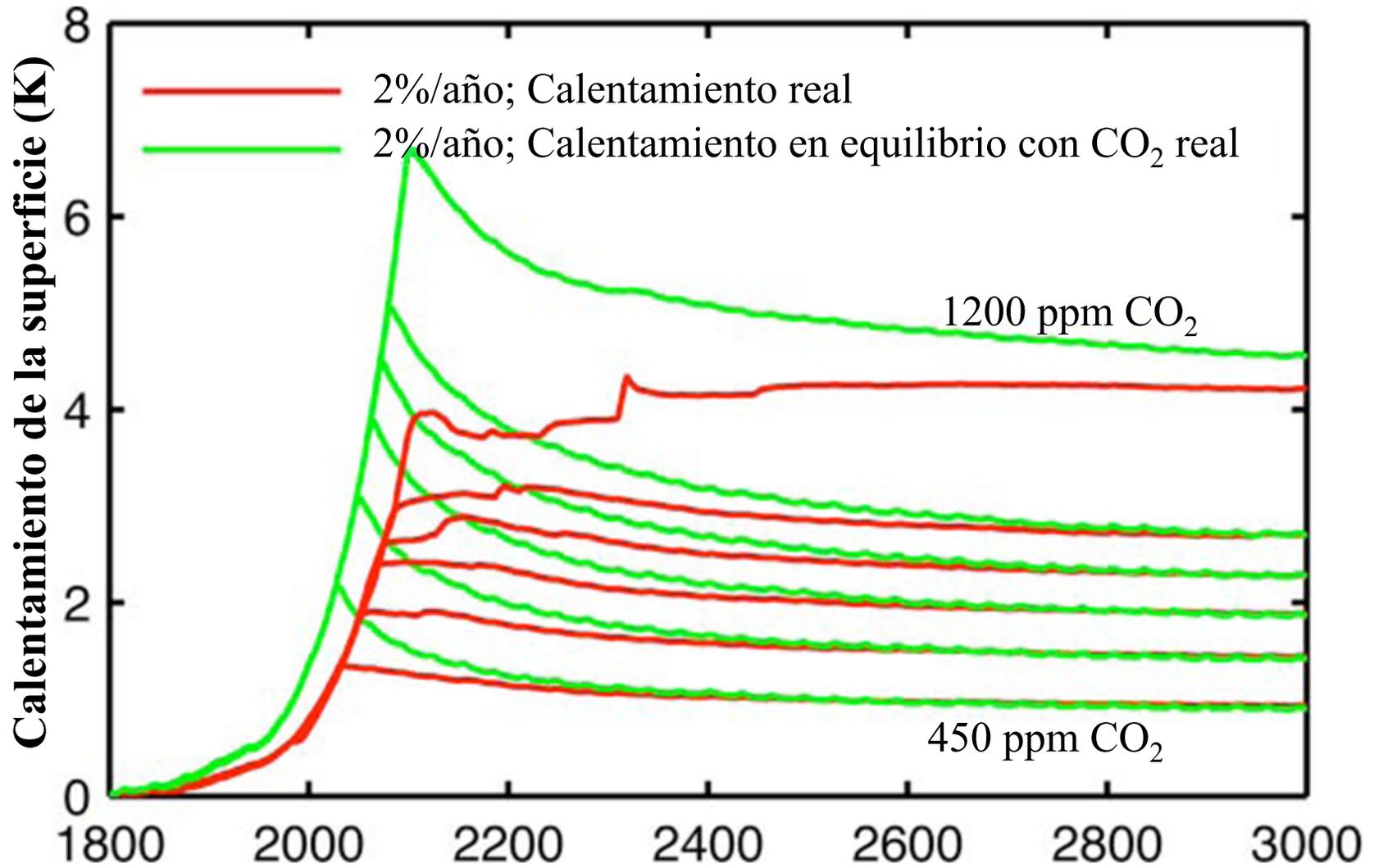
FUENTE: J. Fuglestvedt, K. Shine et al.

Transport impacts on Atmosphere and Climate: Metrics. *Atmos Environment* (2009)

EMISIONES GLOBALES ANTROPOGENICAS EN EL AÑO 2000 EN EQUIVALENTE DE CO₂



FUENTE: Fuglestvedt, J.S., K.P. Shine et al., *Transport impacts on atmosphere and climate: Metrics*. Atmospheric Environment (2009), doi:10.1016/j.atmosenv.2009.04.044



Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions
S. Solomon, G.-K. Plattner, R. Knutti, and P. Friedlingstein

Proceedings of the National Academy of Sciences, 2008



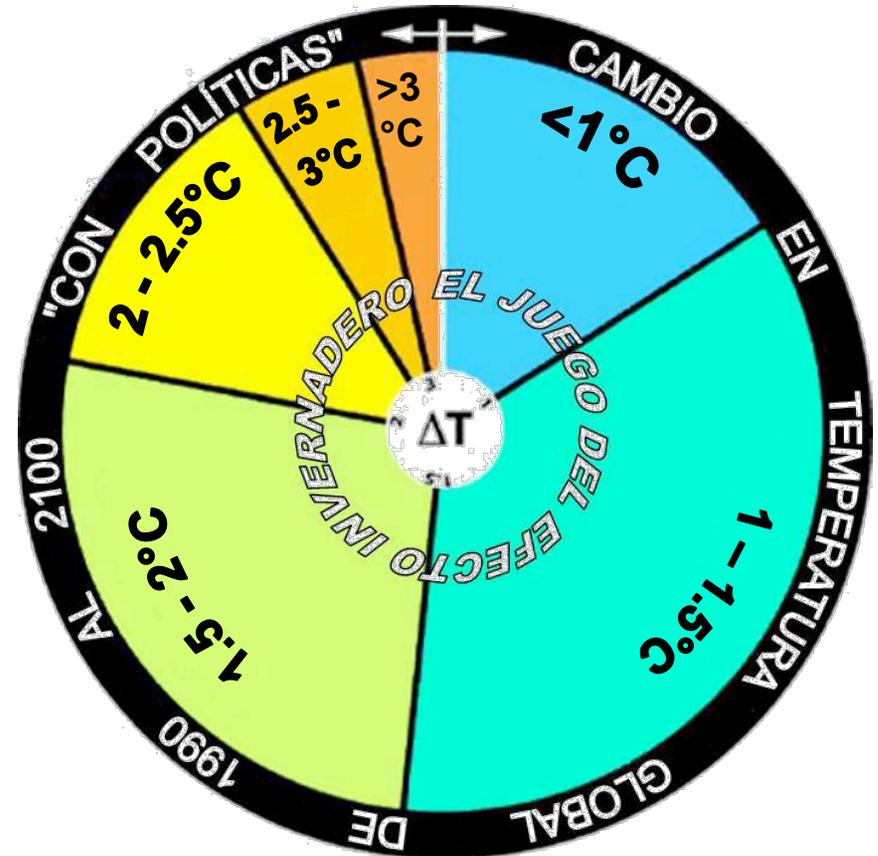
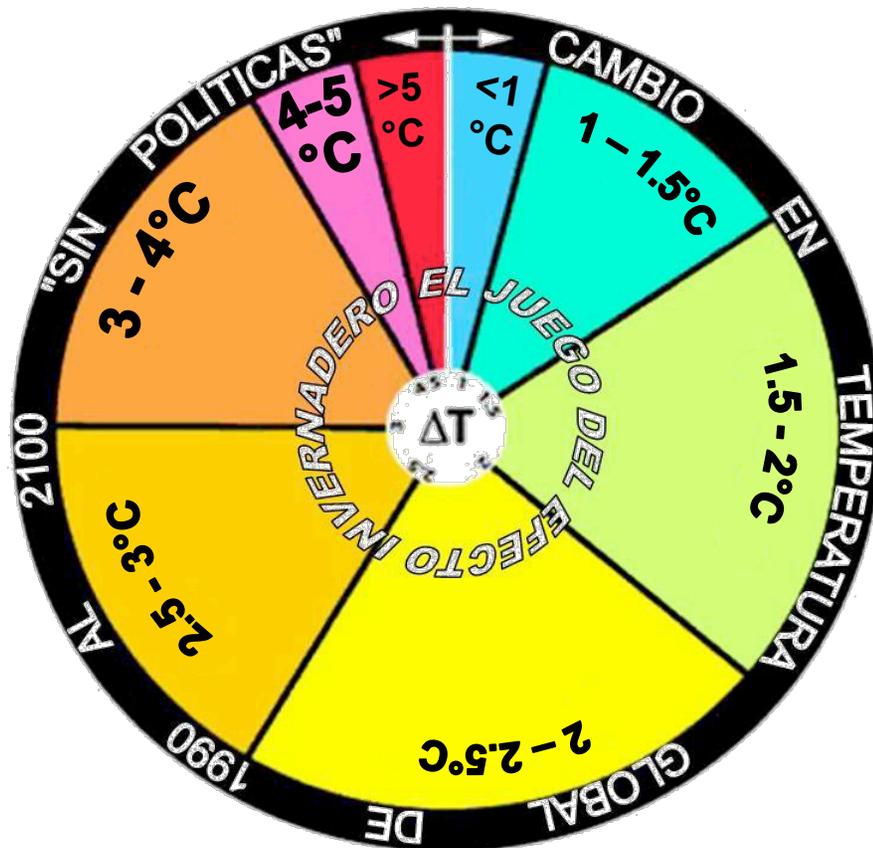
POLÍTICAS CLIMÁTICAS BAJO INCERTIDUMBRE

Fuente:
MIT
2003

Sin
POLÍTICAS

ESTABILIZACIÓN
del CO₂ a 550ppm:

UNA NUEVA RUEDA



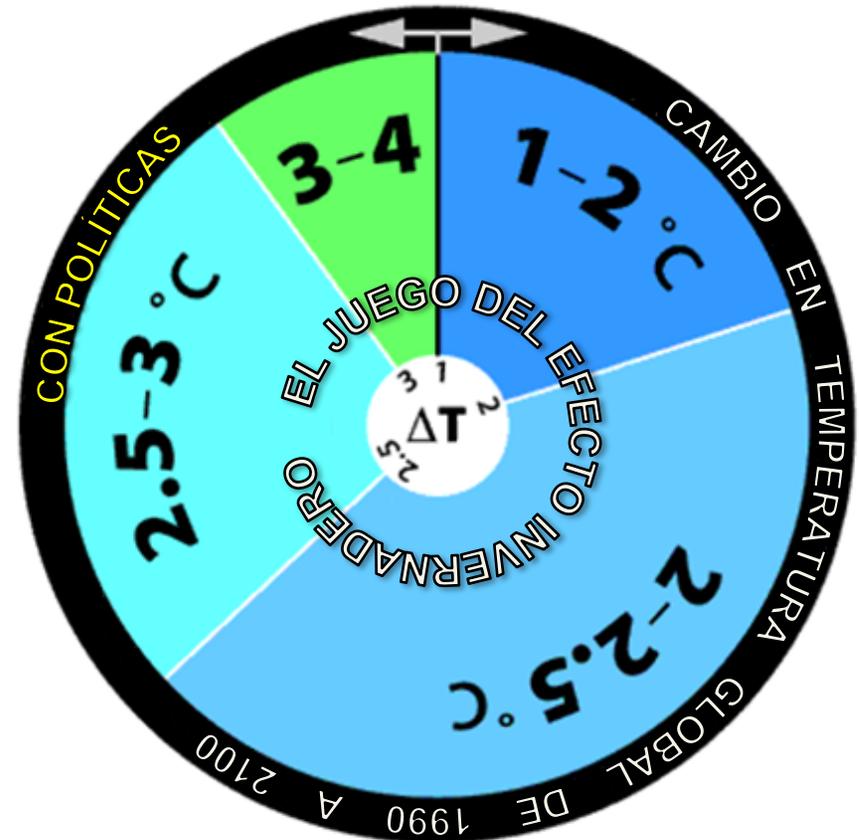
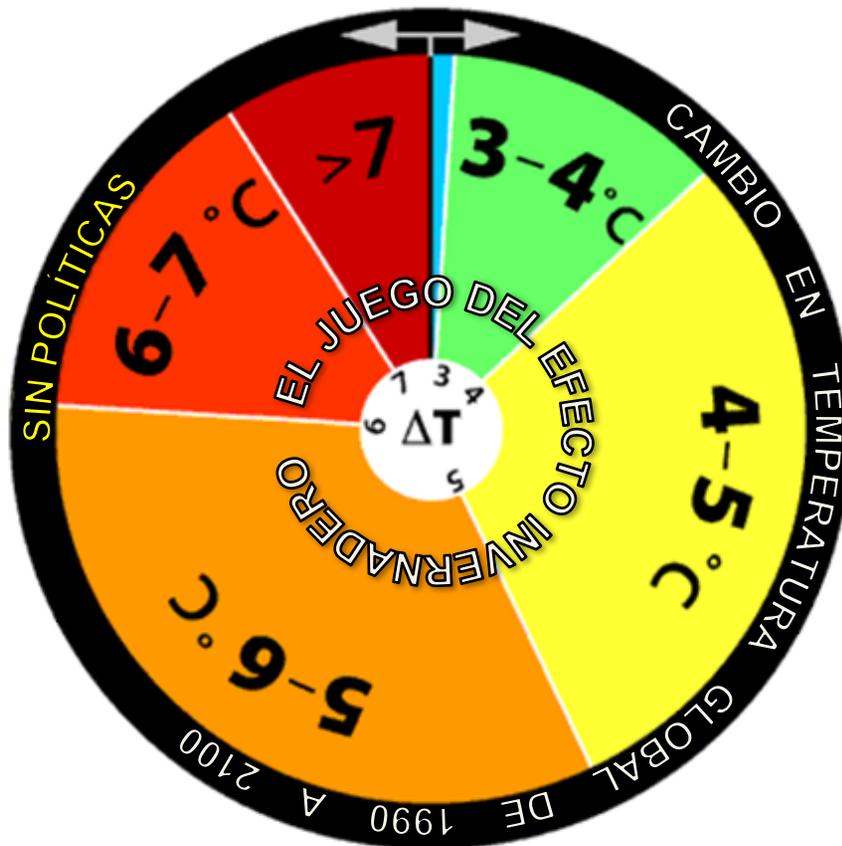
POLÍTICAS CLIMÁTICAS BAJO INCERTIDUMBRE

Fuente:
MIT
2009

Sin
POLÍTICAS

ESTABILIZACIÓN
del CO₂ a 550ppm:

UNA NUEVA RUEDA



**REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CAMBIO CLIMÁTICO
BRUSCO UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE MONTREAL Y
OTRAS ACCIONES REGULATORIAS PARA
COMPLEMENTAR CORTES EN EMISIONES DE CO₂**

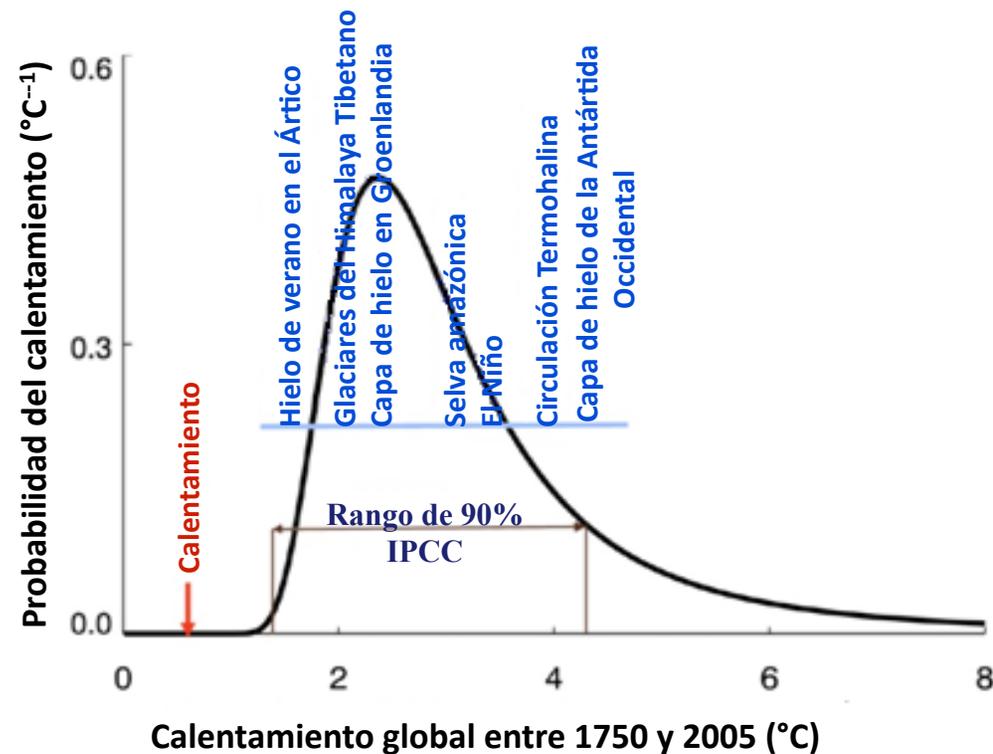
**Mario Molina, Durwood Zaelke, Madhava Sarma, Stephen
Andersen, Veerabhadran Ramanathan, and Donald Kaniaru**

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2009

- Hollín**
- Ozono troposférico**
- Hidrofluorocarbones (HFCs)**

Distribución de Probabilidad para el Calentamiento Global

Temperatura de Umbral para los Puntos de Inflexión



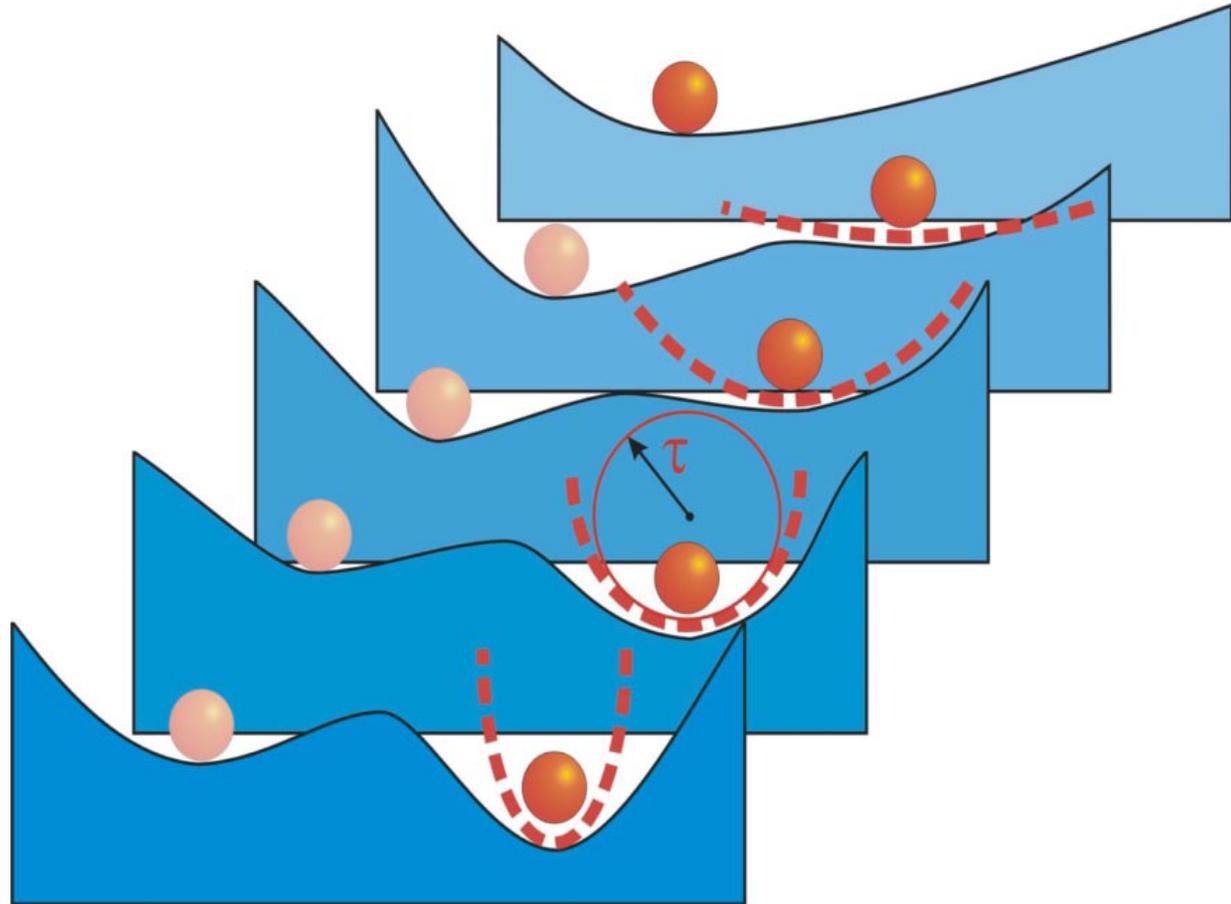
Fuente: V. Ramanathan V, Y. Feng

On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system:

Formidable challenges ahead.

Proc Natl Acad Sci USA 105:14245-14250, 2008

Punto de Inflexión para Cambios en el Sistema Climático Terrestre



Fuente: Timothy M. Lenton, Hermann Held, Elmar Kriegler, Jim W. Hall, Wolfgang Lucht, Stefan Rahmstorf, y Hans Joachim Schellnhuber
Tipping elements in the Earth's climate system
Proc Natl Acad Sci USA, Febrero del 2008

Escala de Tiempo para Cambios “Irreversibles” en Sistemas Terrestres

ELEMENTOS DEL PUNTO DE INFLEXIÓN	ESCALA DE TIEMPO DE LA TRANSICIÓN
Hielo marino de verano en el Ártico	~ 10 años (rápido)
Capa de hielo en Groenlandia	> 300 años (lento)
Capa de hielo de la Antártida Occidental	> 300 años (lento)
Circulación en la capa superior del Océano Atlántico	~ 100 años (gradual)
Monzón de verano en India	~ 1 año (rápido)
Selva amazónica	~ 50 años (gradual)
Bosque boreal	~ 50 años (gradual)

Fuente: Timothy M. Lenton*†, Hermann Held‡, Elmar Kriegler ‡§, Jim W. Hall¶, Wolfgang Lucht‡, Stefan Rahmstorf‡, and Hans Joachim Schellnhuber
Tipping elements in the Earth's climate system
Proc Natl Acad Sci USA, Febrero del 2008

Acciones Necesarias para Enfrentar el Cambio Climático

- Establecer un **precio a las emisiones de carbono** para que el mercado pueda trabajar en encontrar las reducciones más baratas, a través de un nuevo acuerdo internacional para el periodo post-Kyoto.
- Incrementar la inversión **en investigación, desarrollo y demostración de tecnologías en energía.**
- Expandir la **cooperación internacional** para la implementación de tecnologías en energía avanzadas
- Acelerar las **medidas “ganar-ganar”**

PROTOCOLO DE KYOTO

ante la

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Las Partes ante este Protocolo, siendo Partes ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, ... han acordado lo siguiente: ... (28 artículos)

Los Países que ratifiquen este protocolo se comprometen a reducir sus emisiones de dióxido de carbono y otros cinco gases de efecto invernadero, o a participar en el comercio de emisiones.

Programa Ambiental de las Naciones Unidas

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP)



**MONTREAL PROTOCOL
ON SUBSTANCES
THAT DEplete THE
OZONE LAYER**

FINAL ACT

1987

Protocolo de Montreal de sustancias que destruyen a la capa de ozono

Población Mundial

