



GF 3022 Contaminación Atmosférica

Dispersión atmosférica y modelación de procesos

Laura Gallardo

Profesora Asociada, Departamento de Geofísica

Investigadora Asociada del Centro de Modelamiento Matemático

Universidad de Chile

laura@dgf.uchile.cl



Contenidos de hoy



- Presentación del curso
 - Contenidos
 - Objetivos
 - Actividades
 - Evaluación
- Escalas y problemas de dispersión

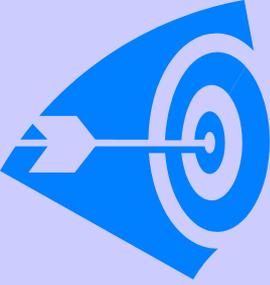
Contenidos

- **Clasificación y caracterización de problemas de dispersión**
- Ecuación de continuidad
- Circulación, estabilidad y transporte
- Transformaciones físico-químicas
- Procesos de remoción
- Representación numérica y computacional de modelos



GF 3022

Código	Nombre			
GF3022	CONTAMINACION ATMOSFÉRICA			
Nombre en Inglés				
Air Pollution				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
CM2004 Físicoquímica FI2004 Termodinámica			Electivo Común de Licenciaturas e Ingenierías. Obligatorio en los Minors de Energías Renovables y de Meteorología y Climatología.	
Resultados de Aprendizaje				
<p>Al cabo de este curso, los estudiantes estarán familiarizados con los procesos que determinan la evolución física y química y la dispersión de trazas atmosféricas: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca. También habrán adquirido experiencia en la modelación numérica de dichos procesos, con énfasis en problemas de contaminación urbana y entorno a megafuentes. Con todo, los alumnos podrán establecer criterios pertinentes al desarrollo, aplicación y evaluación de modelos de dispersión. Específicamente:</p>				



Objetivos

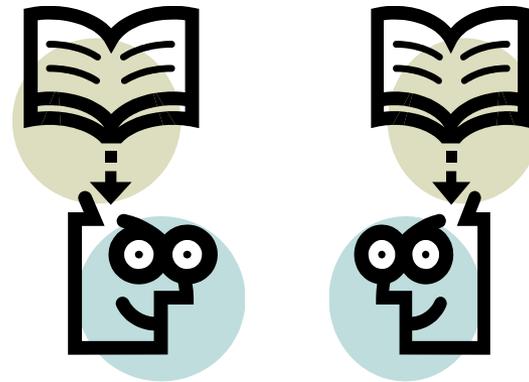
- **Clasificar problemas de contaminación según escalas de tiempo y espacio (locales, regionales, globales).**
- **Definir concepto de tiempo de recambio**
- **Resolver ecuaciones simples de balance de masa**
- Identificar los términos y resolver la ecuación de continuidad en casos particulares
- Reconocer los procesos que, en general, controlan la emisión de los contaminantes primarios y criterio
- Familiarizarse con el proceso de generación de inventarios de emisiones para fuentes antrópicas y naturales
- Describir en términos simples las características de la circulación y condiciones de estabilidad en diversas zonas de interés (e.g., cuenca de Santiago)
- Ligar las condiciones atmosféricas a patrones de transporte y mezcla
- Identificar los posibles efectos de varios contaminantes, entre ellos, compuestos de azufre y nitrógeno (oxidados y reducidos), ozono, material particulado, metales, etc.
- Reconocer los procesos responsables de la aparición de contaminación fotoquímica y de la formación de aerosoles
- Identificar métodos de medición de procesos de remoción
- Estimar tiempos de recambio respecto de los procesos de deposición
- Identificar las características de los modelos de escala: urbana; regional y global
- Describir y analizar parametrizaciones de procesos de dispersión en modelos
- Establecer criterios de elección de modelos ante problemas particulares
- Definir metodologías de validación de modelos de dispersión atmosférica
- Ejecutar en modo asistido modelos de dispersión contemporáneos

Equipo docente

- Laura Gallardo (laura@dgf.uchile.cl)
 - PhD Meteorología Química, Universidad de Estocolmo, Suecia
 - Prof. Asociada, Departamento de Geofísica
 - Inv. Asociada, Centro de Modelamiento Matemático



- Auxiliares



Evaluación

- Tareas (30%): 4 tareas (se elimina una)
- Controles y talleres (2) (30%)
- **Presentación de proyecto de investigación de 6 semanas de duración (40%)***
- * Incluye “correr” modelo de dispersión

Temas de profundización

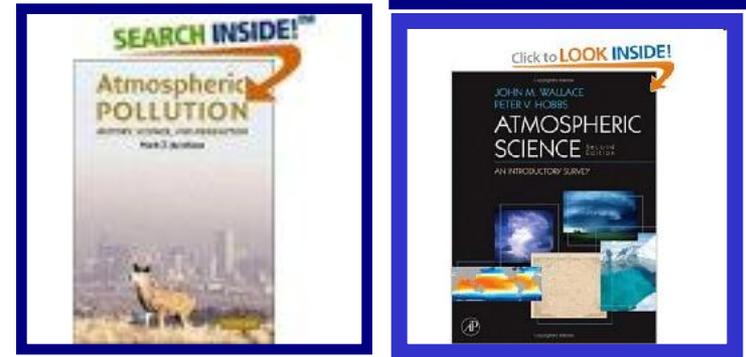
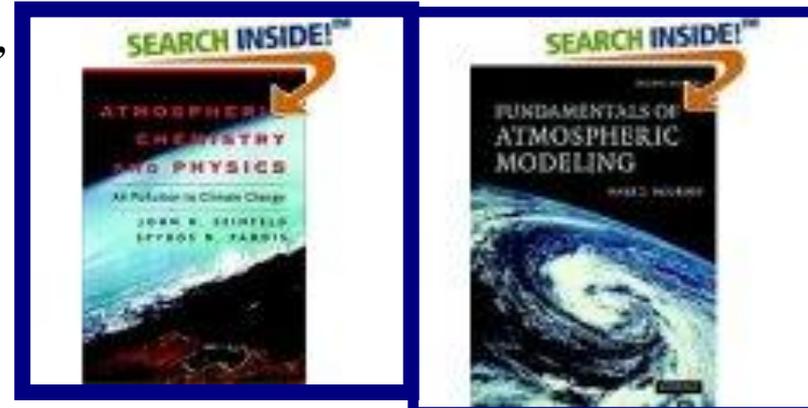
EN GRUPO

- Interacciones entre aerosoles, nubes y clima en el Pacífico sur oriental
- Calidad del aire en América del Sur: análisis y simulaciones
- Volcanes y aerosoles y su impacto en la tropósfera
- ¿Aire marino en Santiago? (Halógenos)
- Otro tema a acordar

Bibliografía

Principal

- Jacobson, M. 1999: *Fundamentals of atmospheric modeling*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jacobson, M. 2002: *Atmospheric Pollution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Seinfeld, J. y Pandis, S., 1998/2006. *Atmospheric Chemistry and Physics. From Air pollution to climate change*, J. Wiley and Sons, Inc.
- Wallace & Hobbs, 2006 “*Atmospheric Sciences, An Introductory Survey*” (second edition, with Peter V. Hobbs) Academic Press / Elsevier, 483 pp.



Complementarios

- Arya, S. Pal, 1999: *Air pollution meteorology and dispersion*. Oxford University Press, Oxford
- Brasseur, G. P. , a. B. Khattatov, and S. Walters, 1999: *Modeling*, in *Atmospheric Chemistry and Global Change*, edited by G. Brasseur, a. J. Orlando, and G. Tyndall, Oxford University Press, Oxford.
- Graedel, T. & Crutzen, P., 1993: *Atmospheric Change: An Earth system perspective*. AT& T. W.H. Freeman and Company, New York.
- Granier et al, 2003. *Modeling*. In “*The Changing Atmosphere: An Integration and Synthesis of a Decade of Tropospheric Chemistry Research*”. Brasseur et al (Eds). Springer-Verlag (ISBN: 3-540-43050-4).
- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en *International Geophysics Series*. G. Façó, S. Ono, K. 2010 editores. Elsevier Ltd.



Literatura especializada

Clase 1

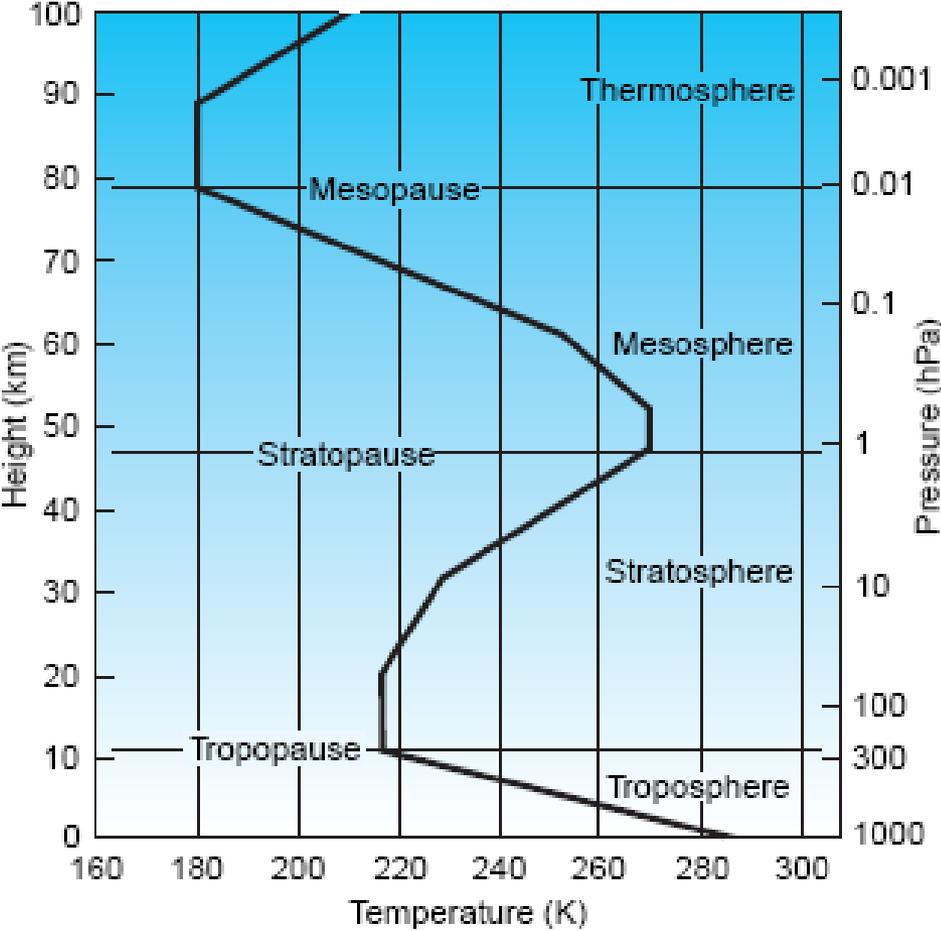
- **Clasificación y caracterización de problemas de dispersión**



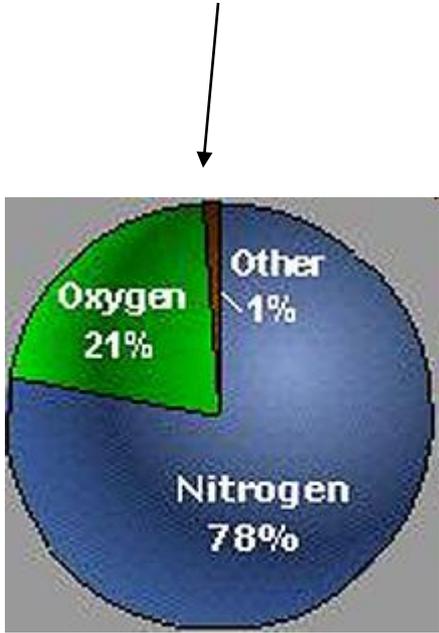
**La atmósfera
un fluido
cambiante
...caótico y
complejo...
perturbable**



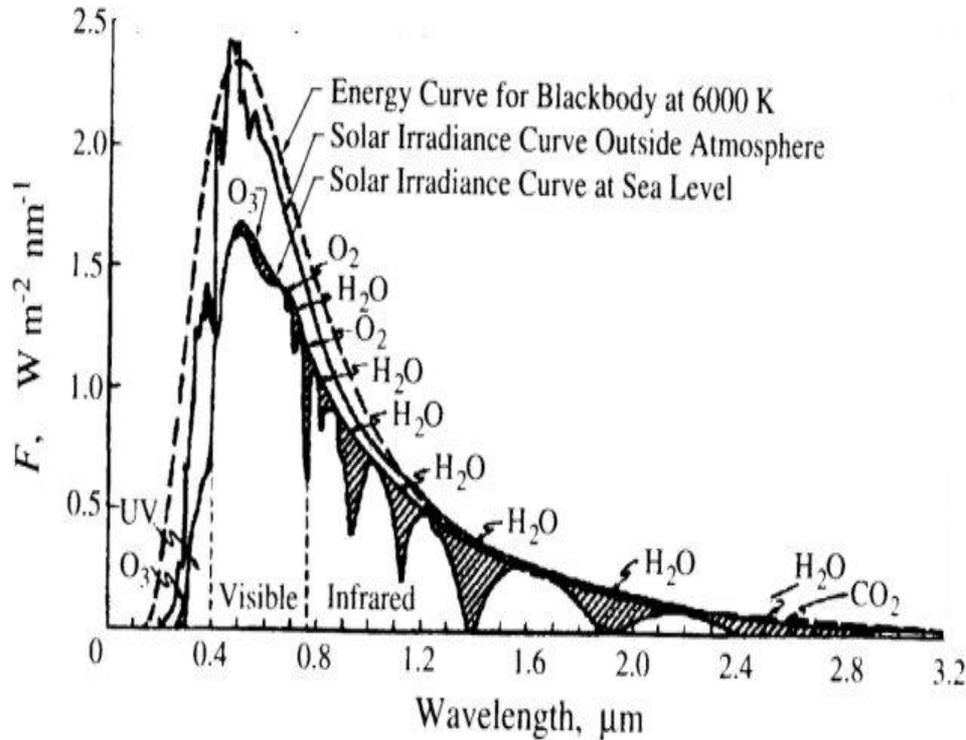
Composición y estratificación atmosféricas



Parte interesante



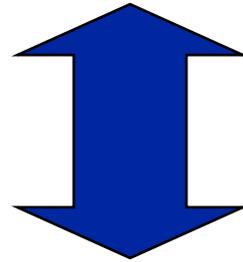
...el fluido **NO** es inerte químicamente
ni transparente radiativamente



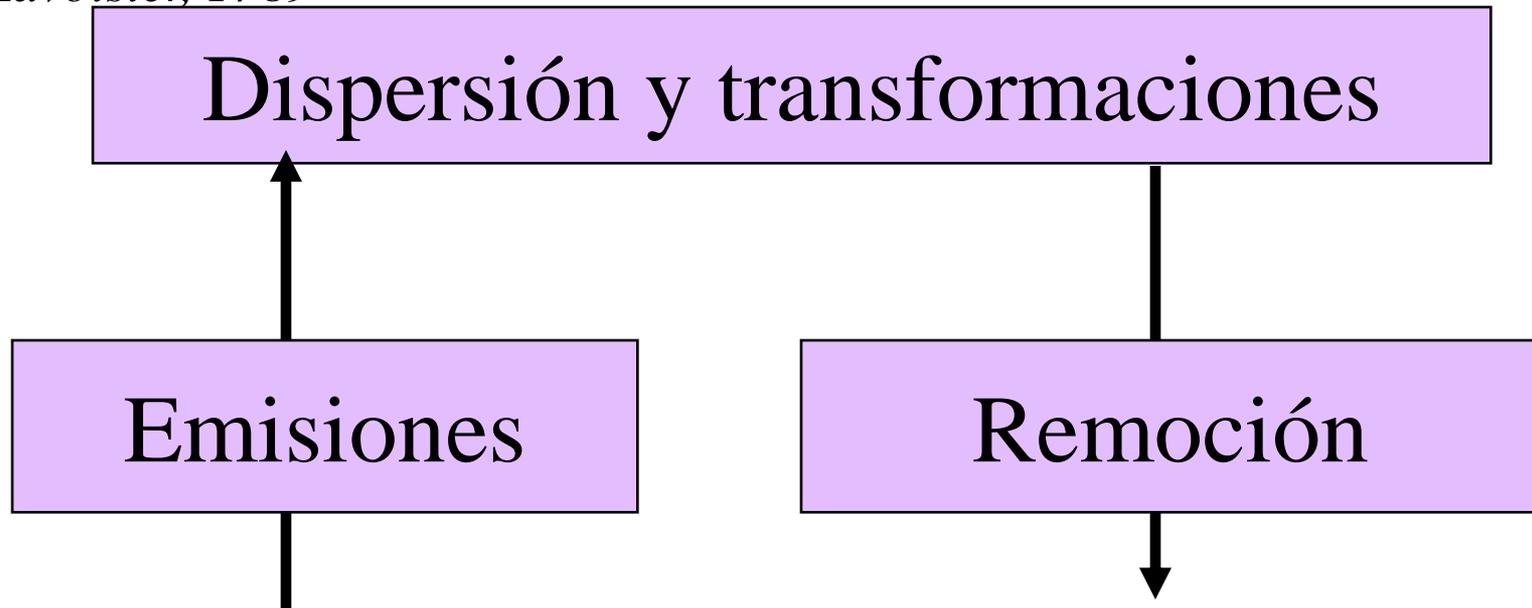
$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\vec{v} \cdot \nabla c - c \nabla \cdot \vec{v} - \nabla \cdot (\langle c' \vec{v}' \rangle) + Q - S$$



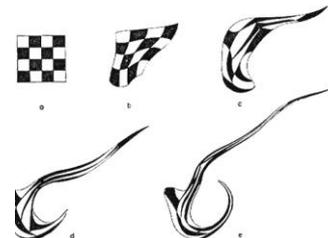
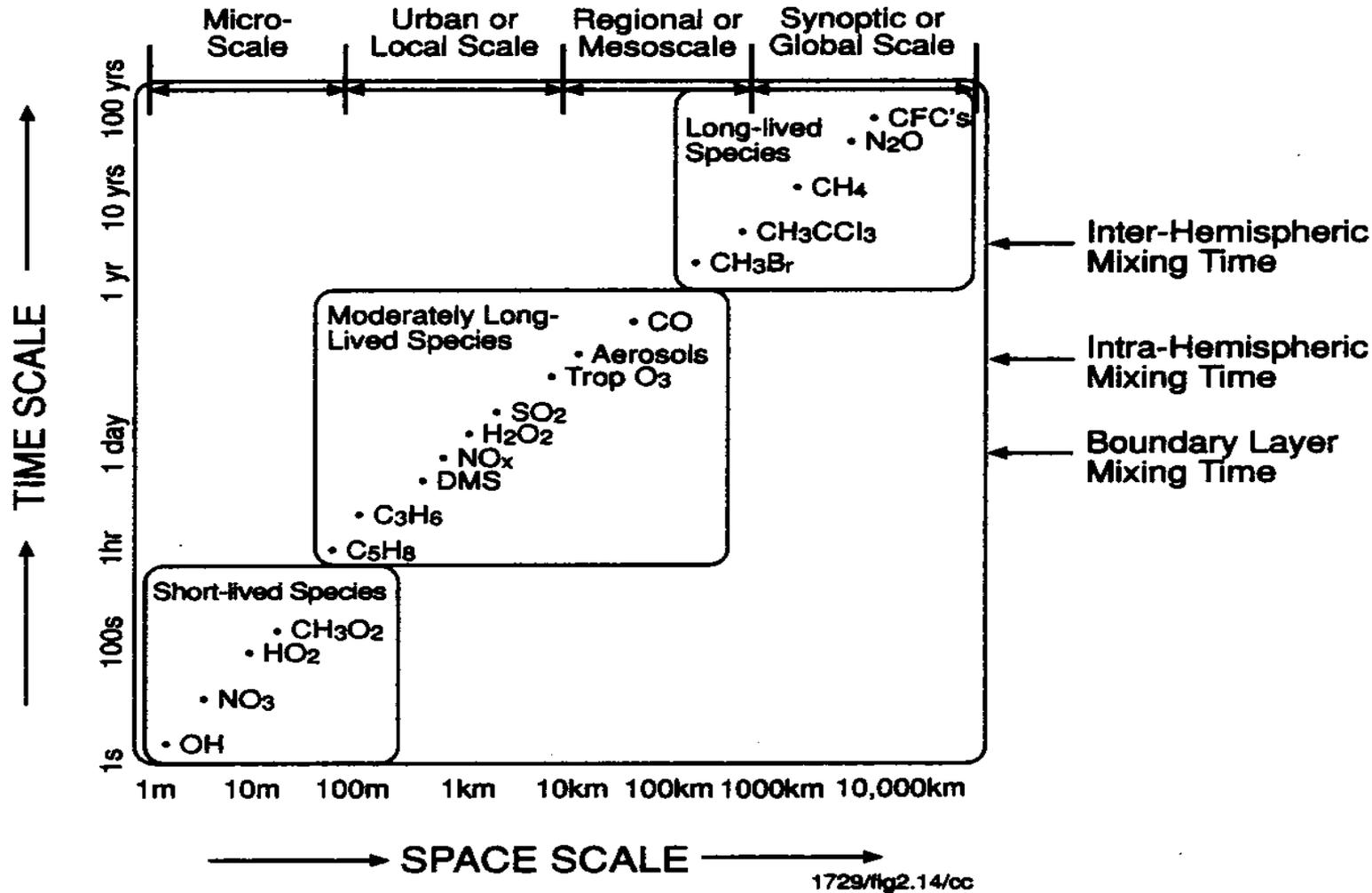
Lavoisier, 1789



+CI & CB



Desde interacciones moleculares hasta sistemas de tiempo de miles de kilómetros... ¡todo a la vez!



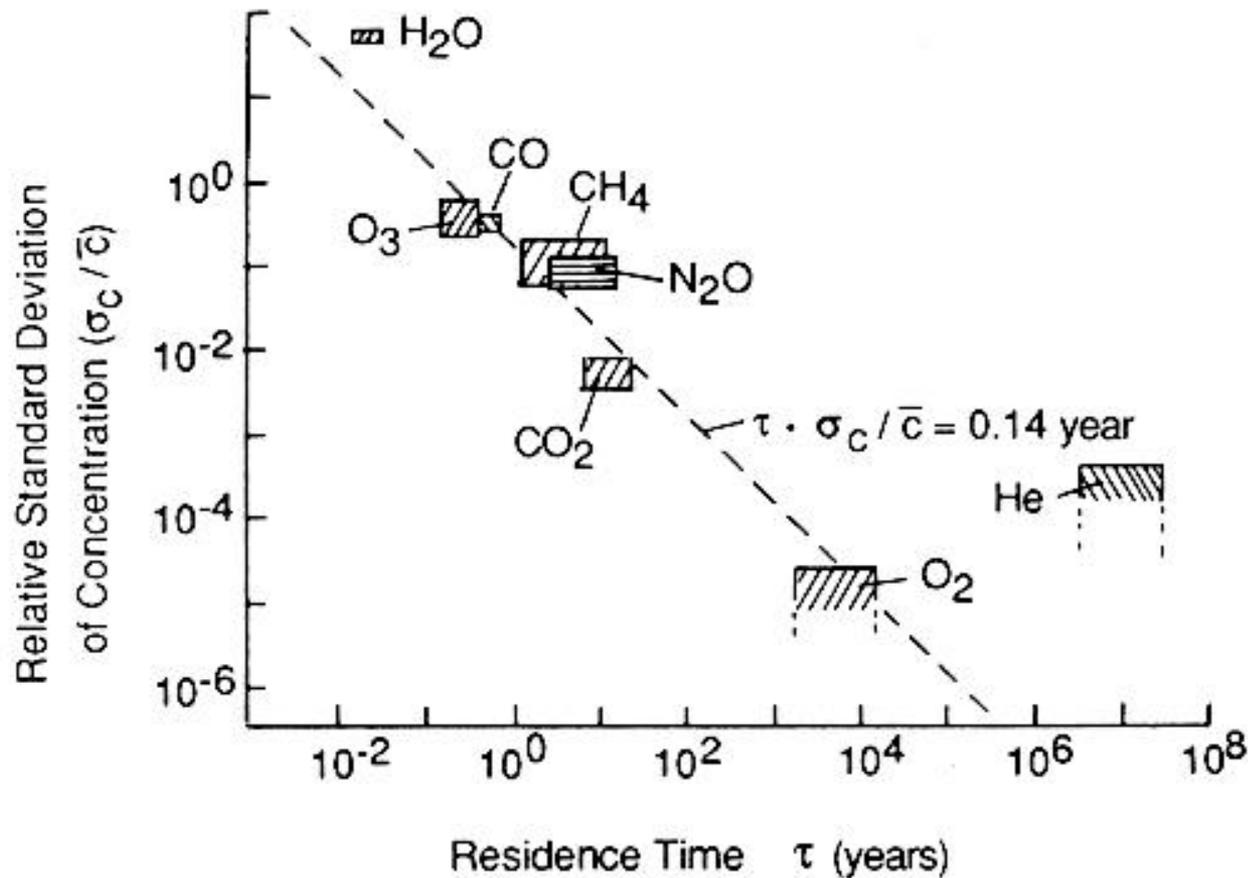
Tiempo de Recambio τ



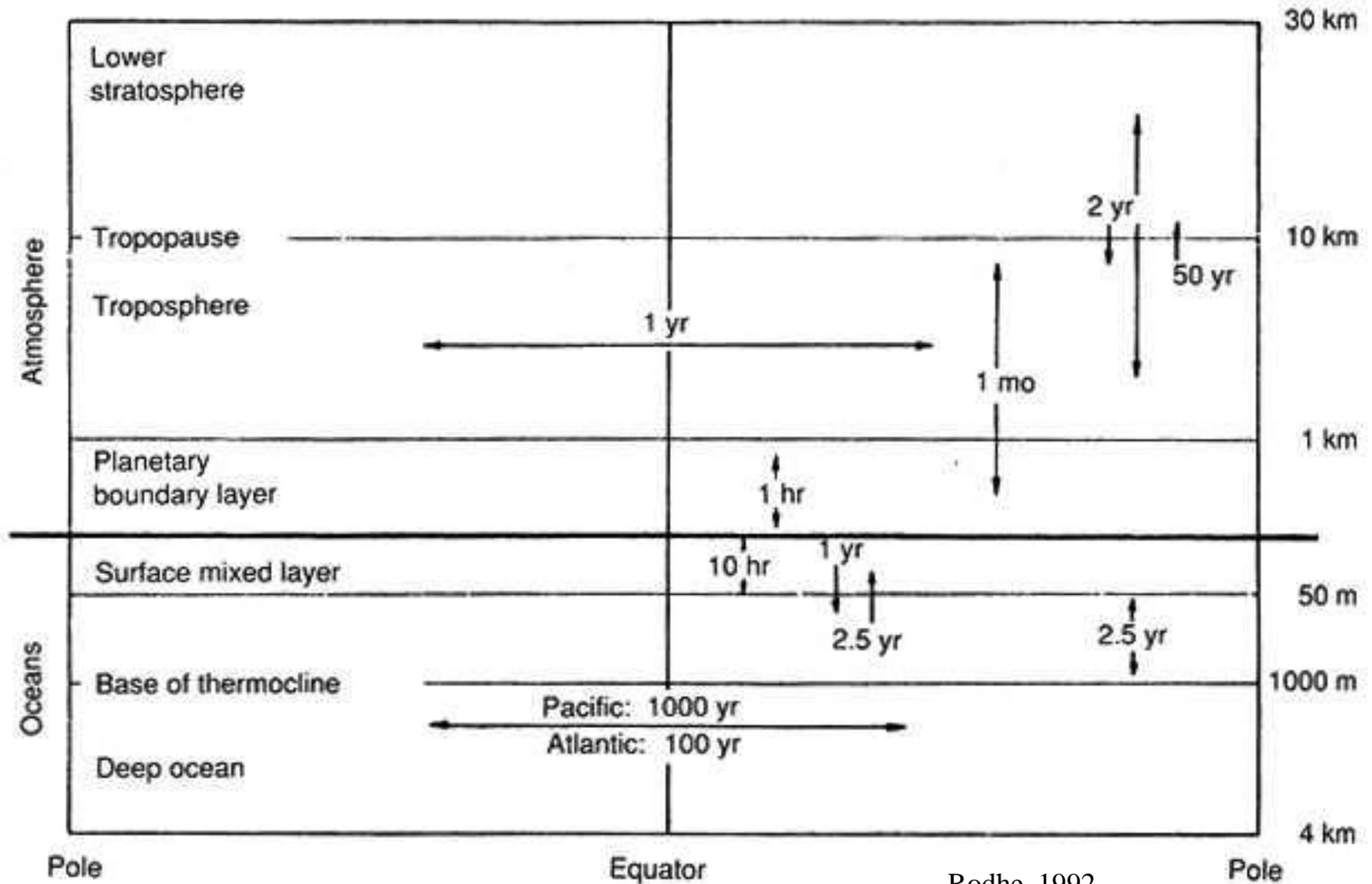
$$\tau = \frac{M}{S}$$

$$\frac{dM}{dt} = Q - S$$

Tiempo de recambio y variabilidad



Tiempos característicos de mezcla



Escalas de tiempo y espacio características

Problema	Escala horizontal	Escala vertical	Escala de tiempo	
Locales	<decenas de km	<cientos de m	< 1 hr	
Mesoescálicos	decenas a cientos de km	< 1 km	<10 hr	
Regionales	cientos a miles de km	<5 km	1-5 días	
Globales	>miles de km	toda la atmósfera	> 1 año	



GF 3022 LGK 2010

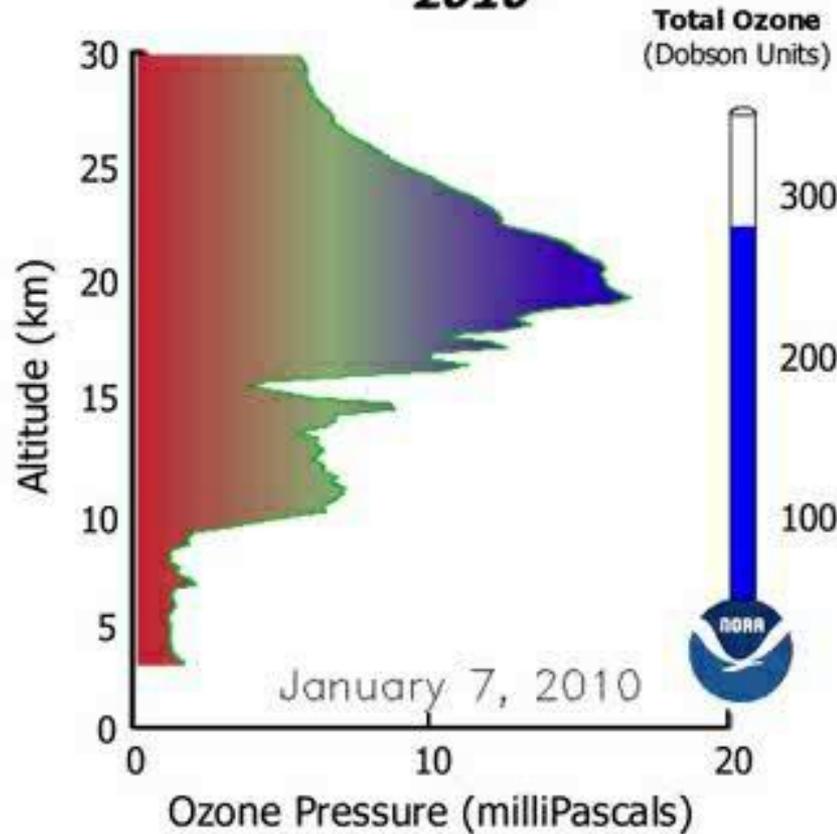


GF 3022 LGK 2010

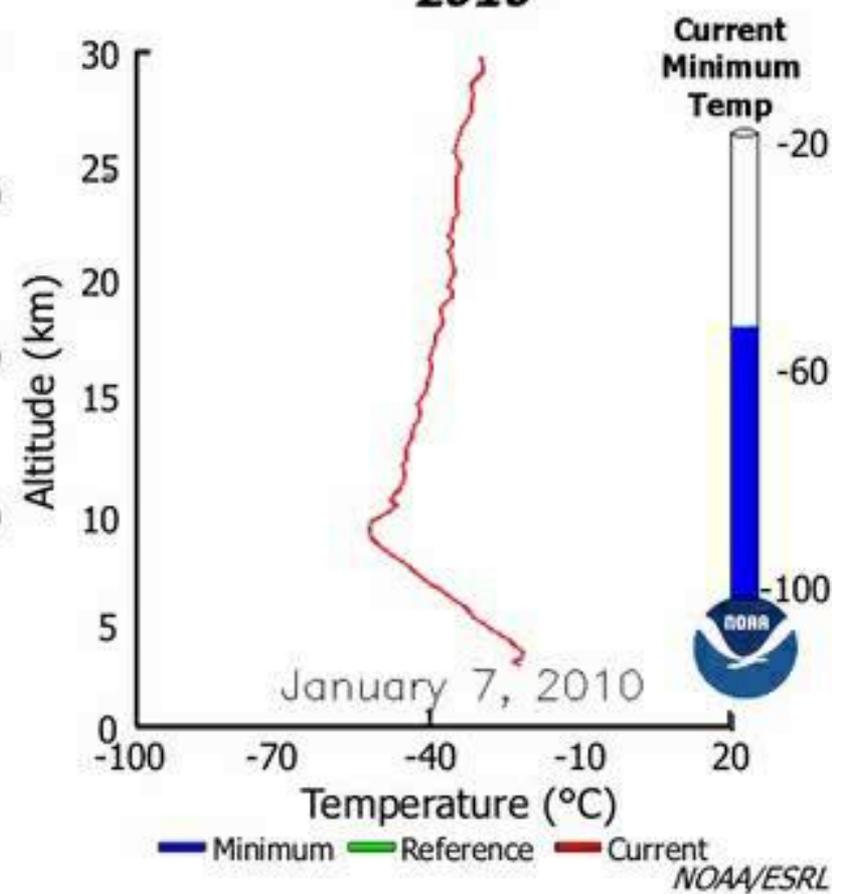


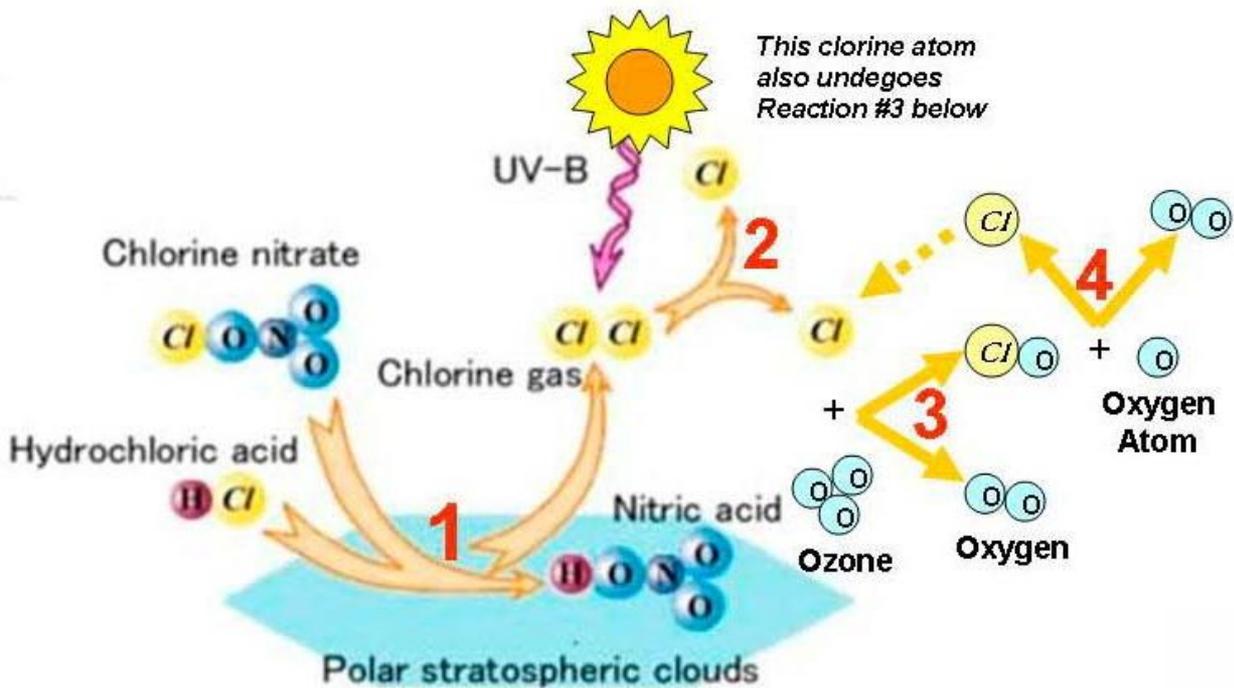


South Pole Ozone 2010

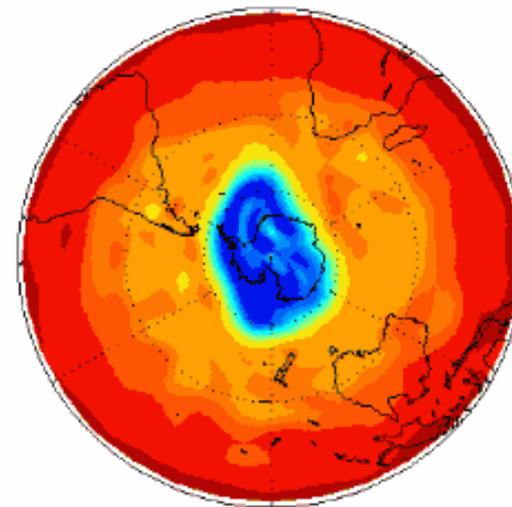


South Pole Temperature 2010



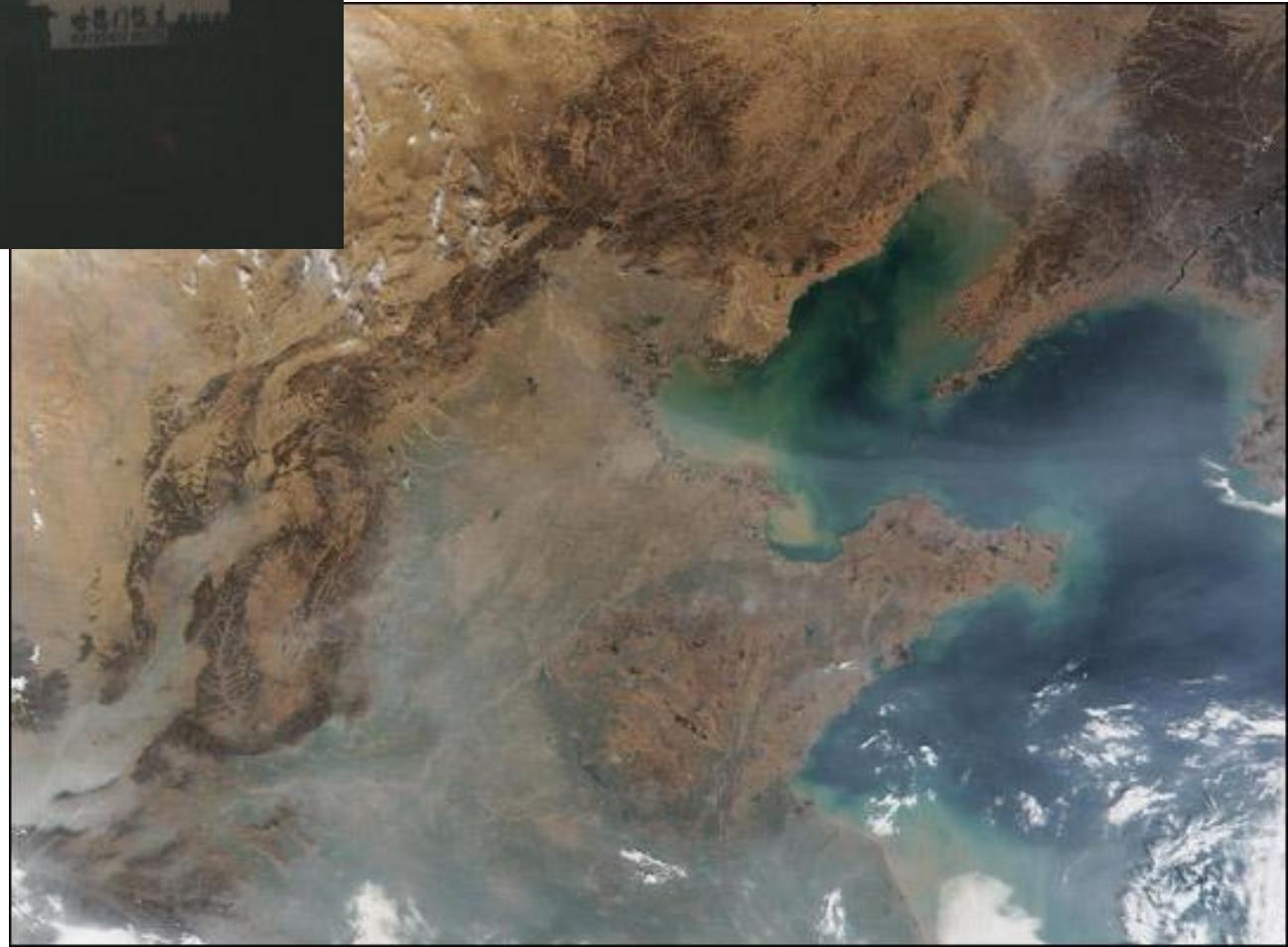


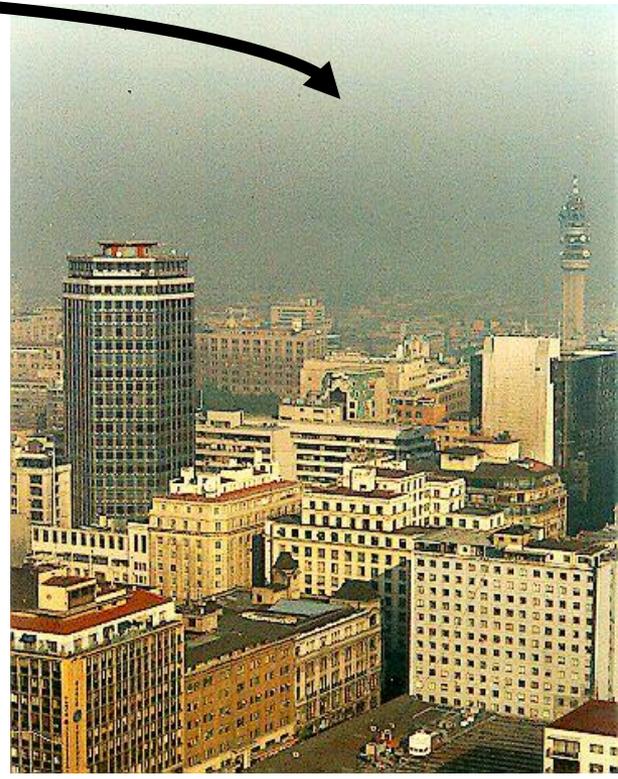
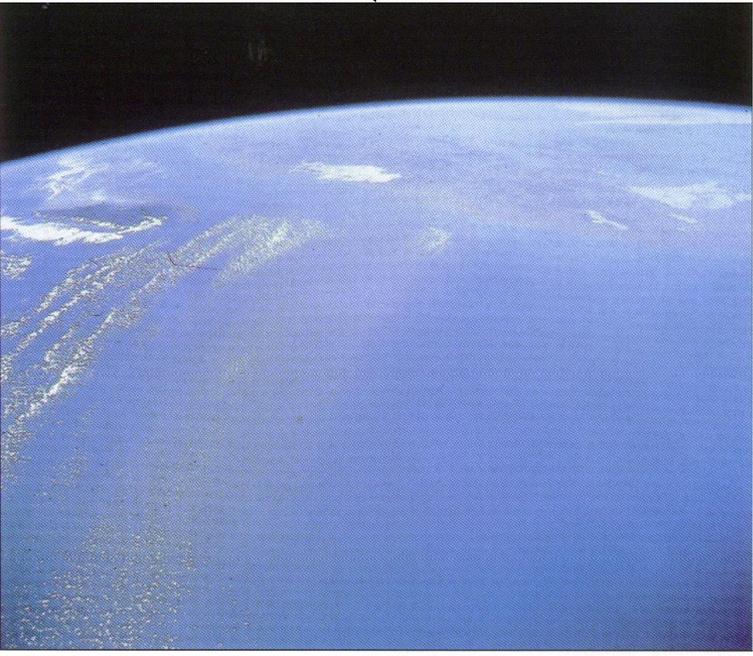
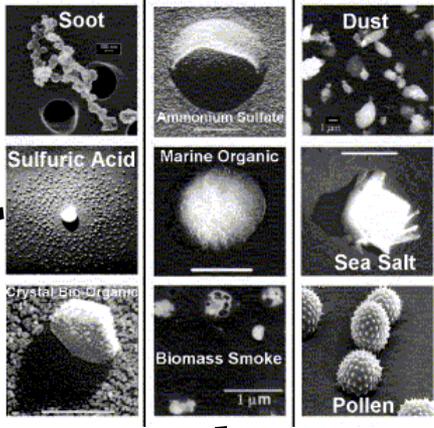
01-Sep-1996



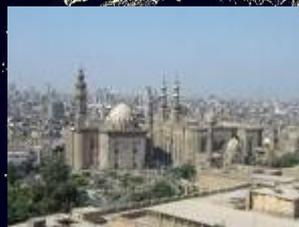
Química y meteorología son relevantes

AEROSOLS

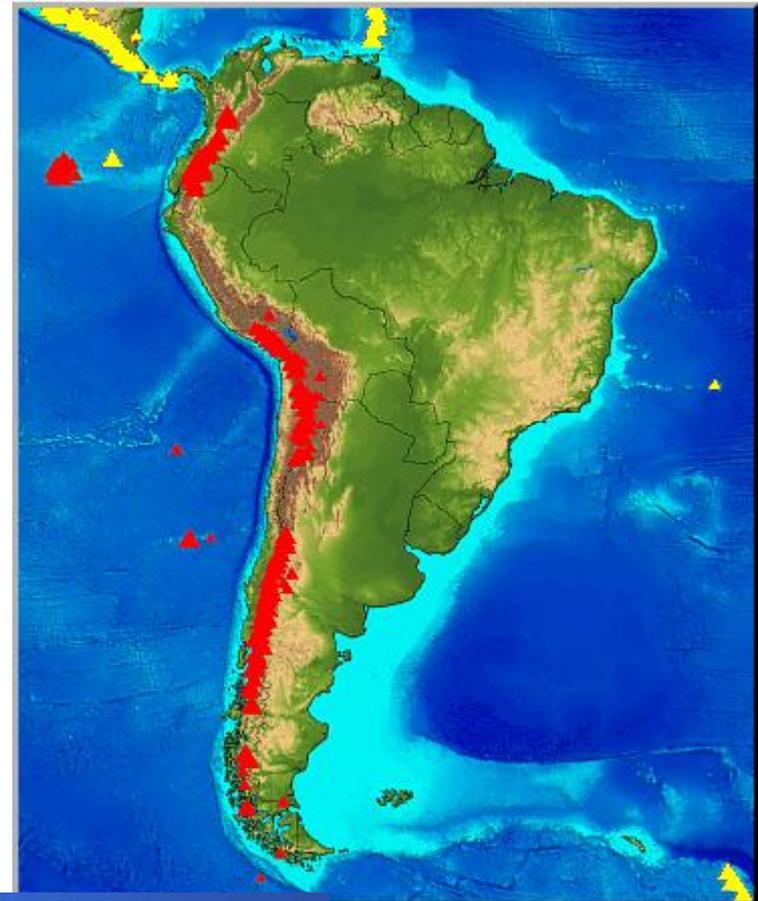
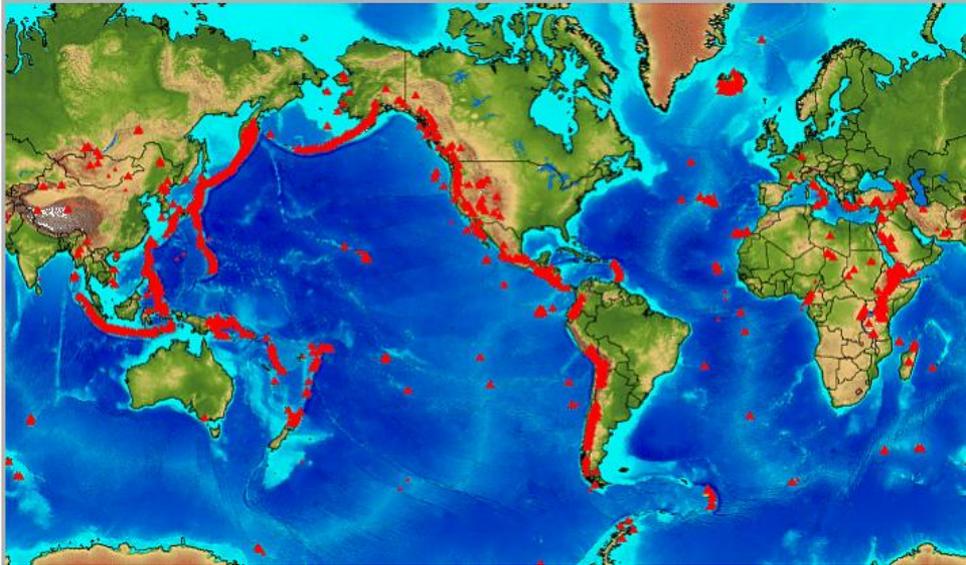


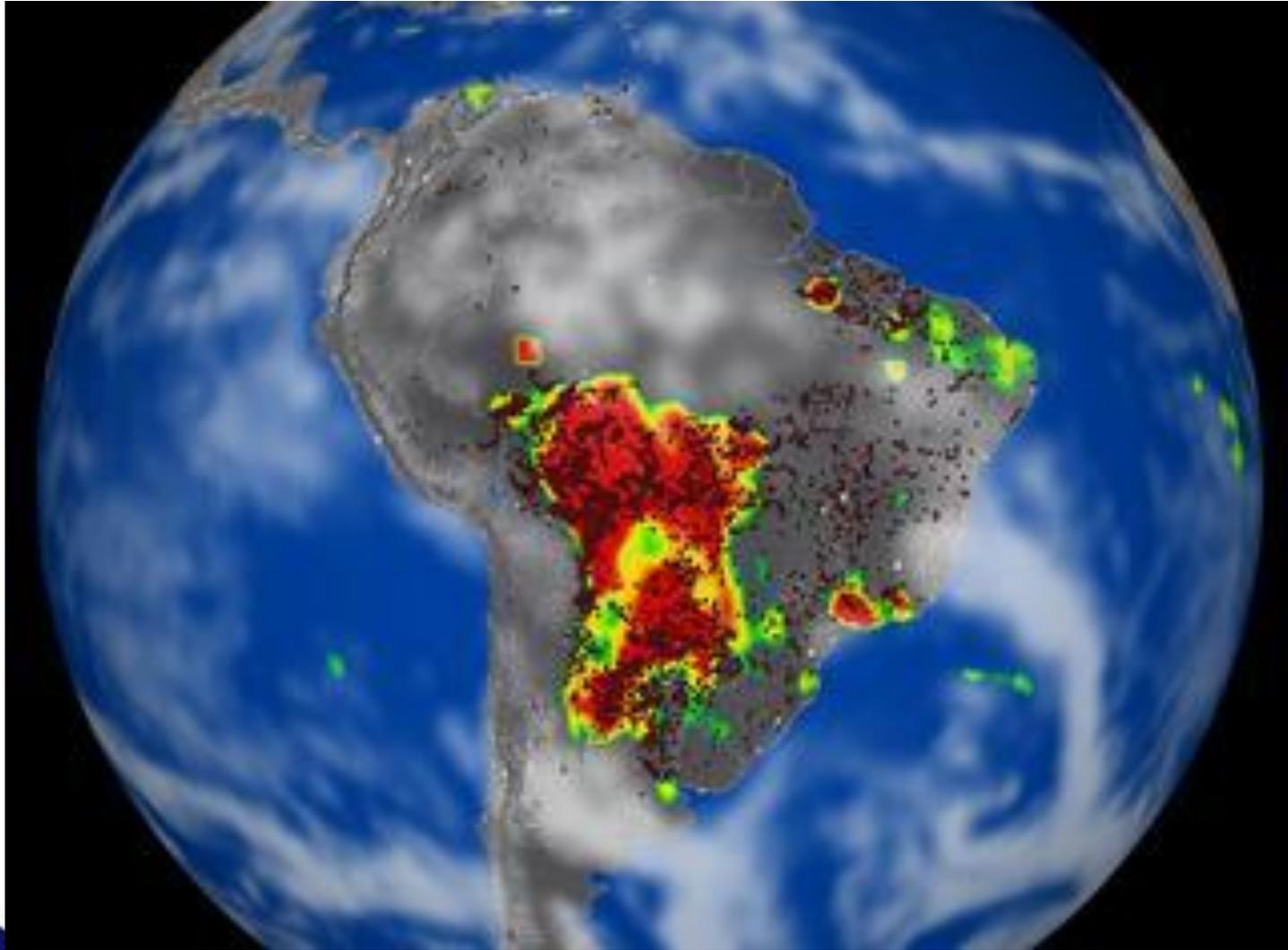


GF 3022 LGK 2010



Más del 50% de la humanidad vive en grandes centros urbanos! En América del Sur, más del 80%



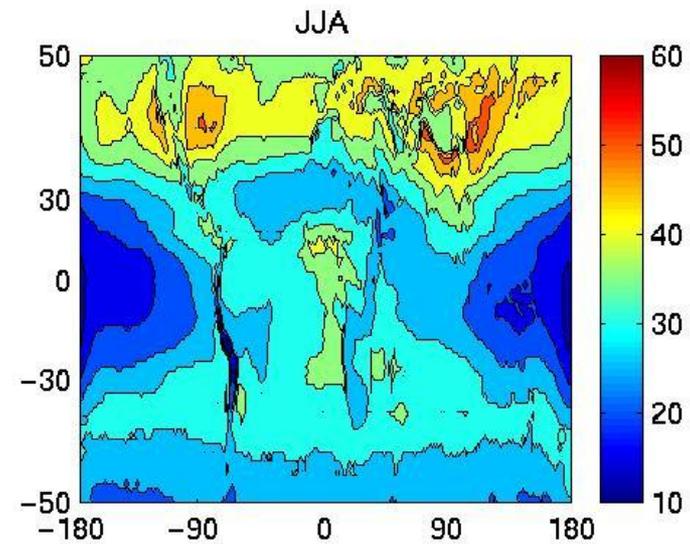
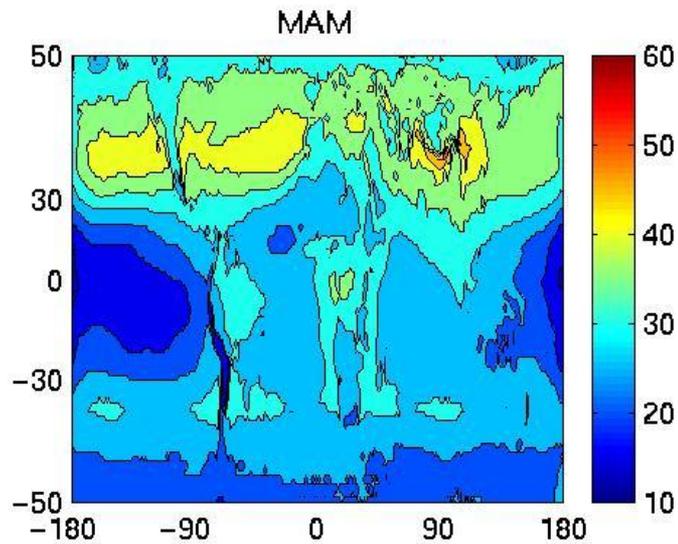
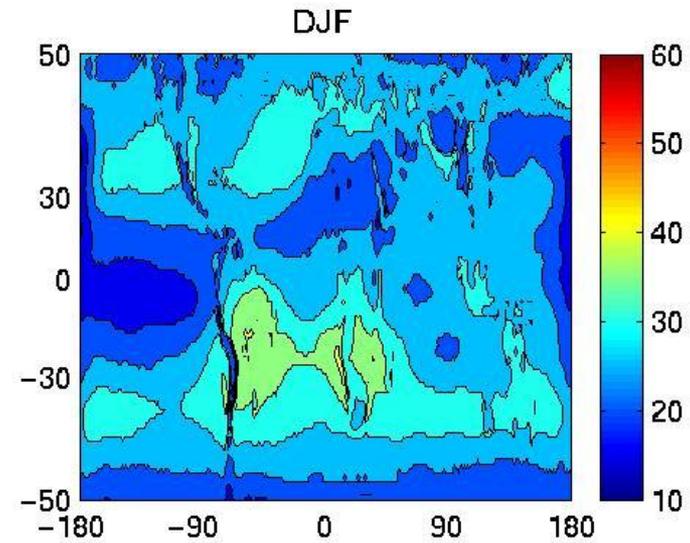
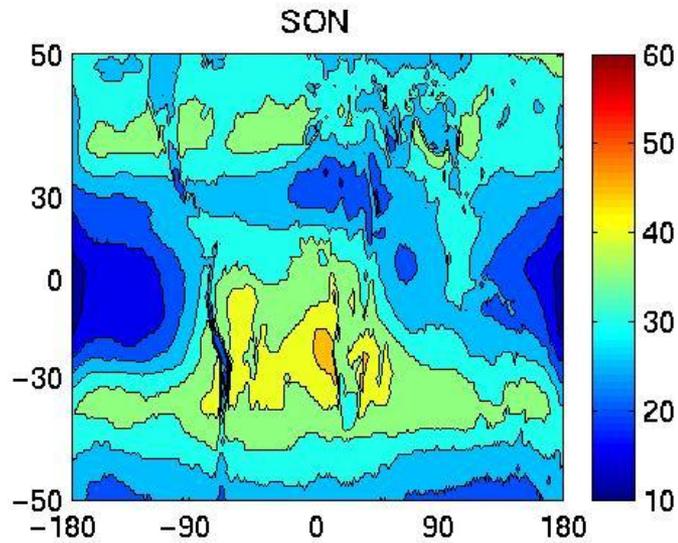


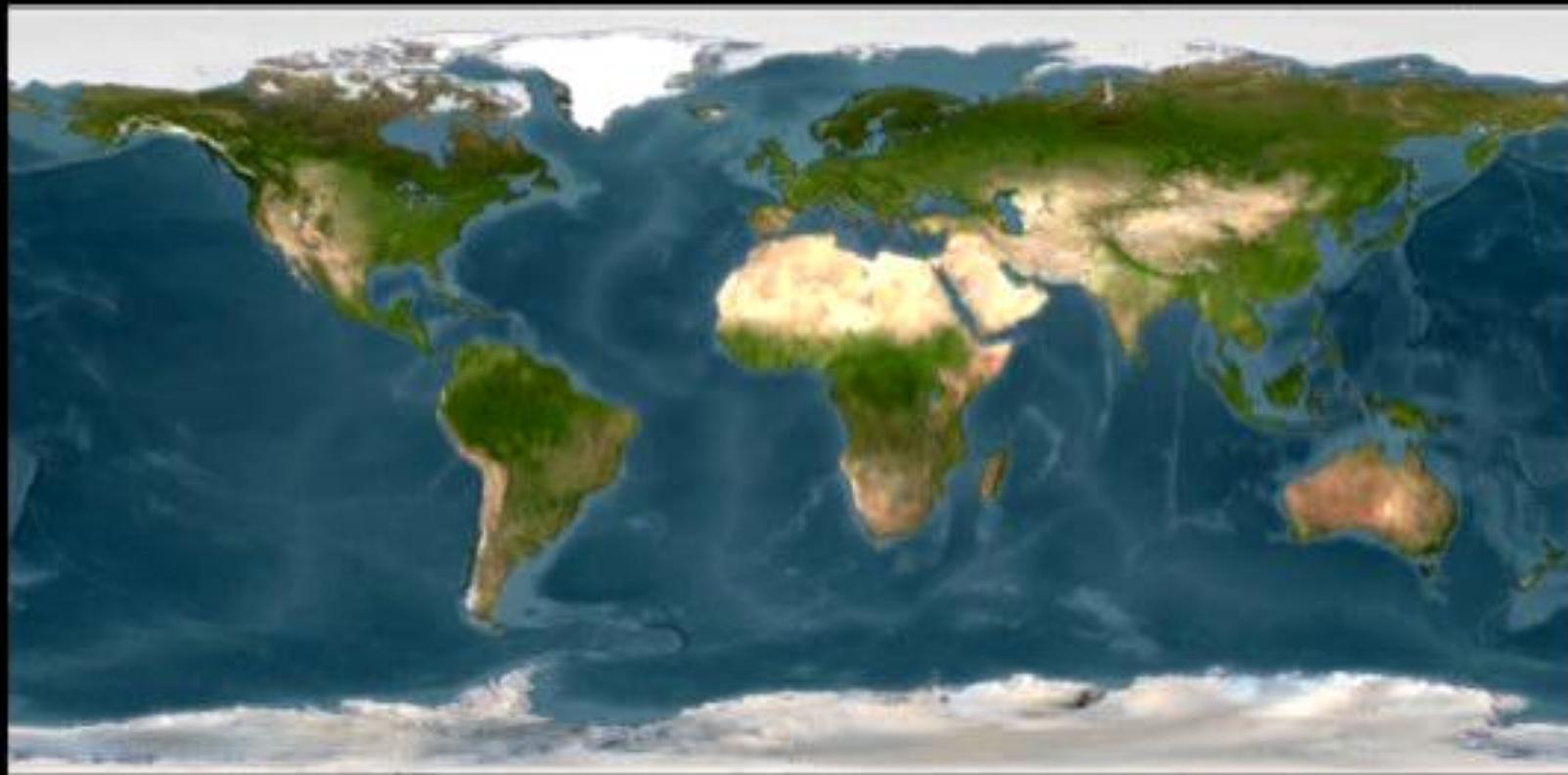
GF 3022 LGK 2010

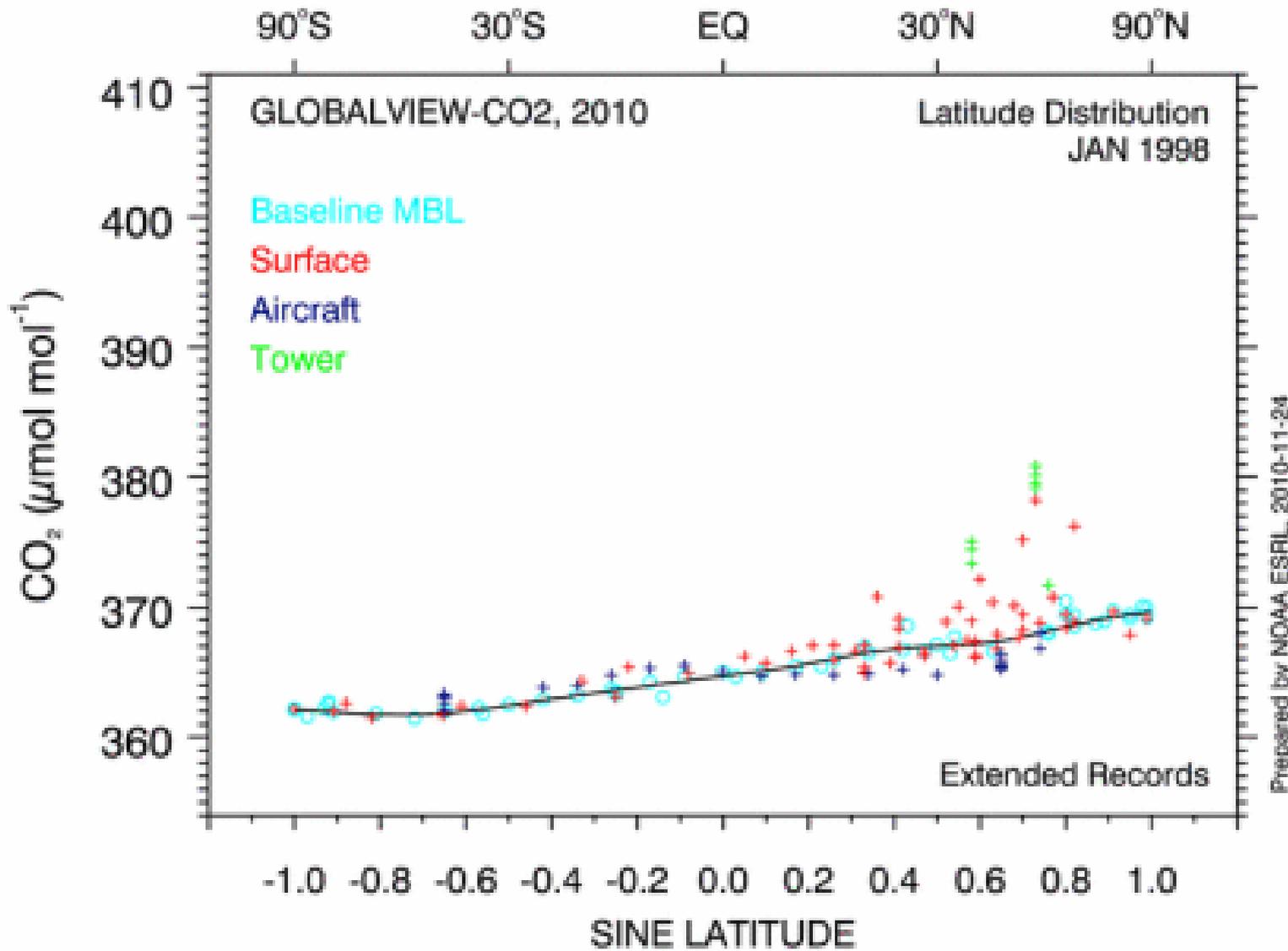
Queima de biomassa

TOR: Tropospheric Ozone Residual

<http://asd-www.larc.nasa.gov/TOR/data.html>



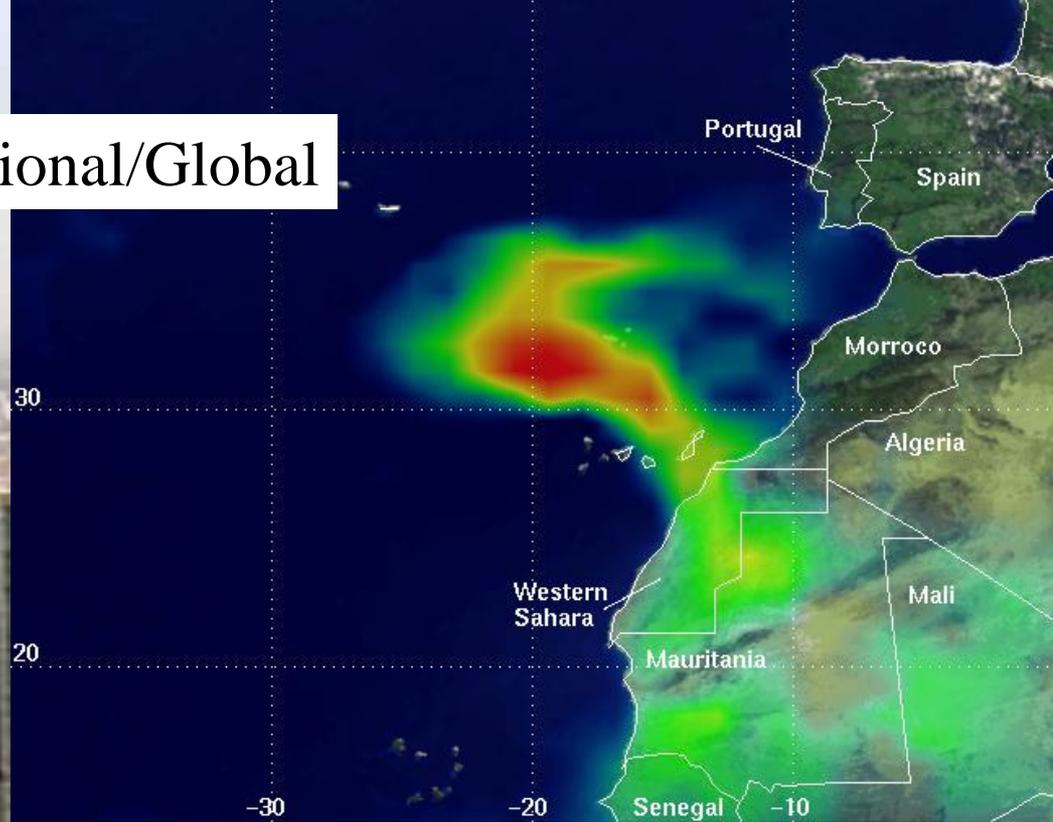




Local/regional



Regional/Global



Local/micro

GF 3022 LGK 2010





- Grupos A: Erupción del Llaima



- Grupos B: Automovilistas en
Tunel Lo Prado

Por hacer (y presentar en 3 transparencias)

- Identificar una traza atmosférica relevante y discutir su tiempo de recambio. ¿Qué se puede decir de la variabilidad espacial de las concentraciones de esta traza?
- ¿Hay un origen antrópico en estos problemas?
- ¿Qué efectos tienen los problemas presentados?

Lecturas de hoy



- Rodhe, H., 2000: *Modeling Biogeochemical Cycles*, en *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global change*. Vol. 72 en International Geophysics Series. Jacobson et al., editores. Elsevier Ltd.
- Gallardo, L., 2006. Trazas atmosféricas y su modelación. Capítulo 4, en *Contaminación atmosférica urbana : episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago*, Morales et al (Eds). Editorial Universitaria. ISBN: 956-11-1835-1