

TAREA 2

Repartida: Miércoles 9 de Septiembre de 2009
Devolver: Miércoles 5 de Octubre de 2009

1) Estimando la masa de la atmósfera

Sabiendo que la presión atmosférica sobre el nivel del mar es alrededor de 1000 hPa, estimar la masa de la atmósfera.

2) La fricción y "el llenado" de las bajas presiones

Describe esquemáticamente el efecto que tiene la fricción en la capa límite sobre el balance de fuerzas (viento resultante). ¿Cómo cambia tu resultado si te cambias de hemisferio? Considera por simplicidad isóbaras rectas.

A

B

NB. El efecto de Coriolis es no nulo.

Lectura recomendada: Holton, J. R., 1979: *An Introduction to Dynamic Meteorology, Second Edition*. Academic Press, New York, 416 pp. (Cap 1 y 2).

3) Balance hidrostático

- A partir de la ecuación de balance hidrostático, calcula la presión a nivel del mar si la presión medida a 50 m sobre el nivel del mar es 995 hPa y la temperatura ambiente es 0°C. Supón que la temperatura varía en altura con 0.5°/100m.
- En lo que se llama una atmósfera homogénea, la densidad no varía con la altura. ¿Cuál sería la profundidad de una atmósfera homogénea si la presión a nivel del suelo fuera 1013 hPa y la temperatura a nivel del suelo 0°C. Supón que esta atmósfera está en balance hidrostático.
- Deriva una expresión para la presión (p) como función de la altura sobre el suelo (z).

4) Transporte intercontinental de partículas

En la isla de Barbados se observan regularmente partículas originadas en el desierto de Sahara (aproximadamente a 5000 km de distancia). Sobre la base de aproximaciones cinemáticas simples, estima cuáles partículas tienen una "chance razonable" de ser transportadas hasta Barbados. Supón que sobre el Atlántico no ocurre mezcla vertical del aire ni hay precipitaciones. La velocidad de transporte sobre el Atlántico (alisios) es del orden de 10 m/s. La tabla siguiente indica las velocidades de sedimentación de partículas de densidad de 1 g/cm³.



Radio de la partícula (μm)	Velocidad de sedimentación (cm/s)
0.5	0.004
1	0.013
2	0.050
5	0.32
10	1.2
20	5.0

Lecturas sugeridas:

Prospero, J. and Savoie, D., 1989: Effect of continental sources on nitrate concentrations over the Pacific ocean, *Nature* 339, 687-689.

Stohl, A. And Tickl, T., 2001: Experimental evidence for trans-Atlantic transport of air pollution. IGAC_tivities Newsletter
(http://www.igac.noaa.gov/newsletter/igac24/Aug_2001_IGAC_24.pdf)

5) Dispersión y circulación en Temuco

Describe al menos un par de circulaciones atmosféricas que afecten la dispersión de contaminantes en la ciudad de Temuco ($38^{\circ} 46' \text{S}$, $72^{\circ} 38' \text{W}$, 114 m.s.n.m). Discute esquemáticamente cómo cambian los vientos, temperaturas en superficie y nubosidad a través del año.



6) La papelera de la discordia

A mediados del decenio en curso, hubo un conflicto diplomático entre Argentina y Uruguay por la instalación en este último país de una gran papelera y la potencial contaminación con que dicha planta afectaría al Gran Buenos Aires. El mayor riesgo se asociaba a la emisión de especies cloradas tóxicas (dioxinas), compuestos azufrados y material particulado fino. ¿Cuán fundada era la preocupación de los argentinos en este caso? Debes averiguar cuáles son las emisiones características asociadas a una papelera, las características de dichos compuestos y las condiciones de dispersión de la zona en cuestión. La ubicación de dicha planta sería aproximadamente: 33,15S, 58,04W. Apóyate con información de reanálisis, *google-earth*, etc..



7) Emisiones volcánicas

- ¿Cuáles son las especies emitidas desde los volcanes? (Distingue entre procesos eruptivos y fumarólicos)
- ¿Cuáles volcanes chilenos se encuentran caracterizados en términos de sus emisiones de azufre oxidado?
- ¿Cómo se comparan dichas emisiones con las provenientes de la gran minería del cobre actualmente?, ¿cómo era dicha comparación hace 10 o 15 años?

Lecturas recomendadas:

Mather, T. A., V. I. Tsanev, D. M. Pyle, A. J. S. McGonigle, C. Oppenheimer, and A. G. Allen (2004), Characterization and evolution of tropospheric plumes from Lascar and Villarrica volcanoes, Chile, *J. Geophys. Res.*, 109, D21303, doi:10.1029/2004JD004934.

Textor, C., H.-F. Graf, C. Timmreck, and A. Robock: Emissions from volcanoes, in C. Granier, P. Artaxo, C. E. Reeves (eds.), *Emissions of Atmospheric Trace Compounds, Advances in Global Change Research*, 18, pp. 269-303, 2004.

8) Inventarios de emisiones

Describe los tipos de fuentes que forman parte de un inventario de emisiones y mencione ejemplos de las incertidumbres que pueden aparecer en cada una de ellas.

Lecturas sugeridas:

- European Environmental Agency. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007
(http://reports.eea.europa.eu/EMEP_CORINAIR5/en/page002.html)

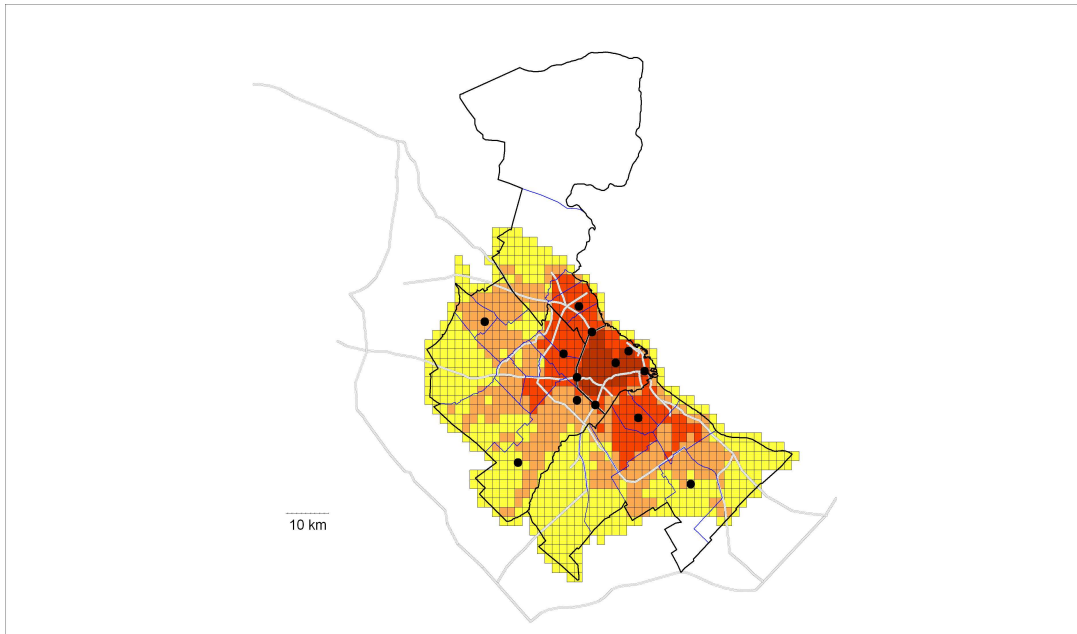


Imagen del inventario de emisiones de monóxido de carbono (fuentes móviles) de Buenos Aires. Gentileza de Ariela D'Angiola y colegas (Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina).

9) Ecuación de continuidad y partición de Reynolds

Muestra que a partir de la ecuación:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\nabla \cdot (c\bar{v}) + Q - S$$

donde:

c: concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

\bar{v} : viento tridimensional (m/s)

Q,S: fuentes y sumideros ($\mu\text{g}/\text{sm}^3$)

y considerando las particiones temporales:

$$c = \bar{c} + c'$$

$$\bar{v} = \bar{\bar{v}} + \bar{v}'$$

donde:

$$\bar{x} = \langle x \rangle = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} x dt$$

con τ intervalo de tiempo arbitrario, se obtiene la relación siguiente:

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

Interpreta el significado de cada uno de los términos de esta ecuación.

10) Ecuación de continuidad en modelos usados en Chile

- A partir de Robertson et al (1999) y lo que tú conoces de modelos de dispersión, indica cómo se representa la ecuación de continuidad o de conservación de masa en este modelo. (Robertson, L., Langner, J., and Engardt, M. 1999. An Eulerian limited-area atmospheric transport model. *J. Appl. Met.* 38, 190-210.)
- Busca información sobre algún otro modelo de dispersión (ver tabla adjunta) y discute en qué se diferencia la representación de la ecuación de continuidad en dicho modelo.

Sigla	www	Referencias	Contacto en Chile
POLYPHEM US/ POLAIR	http://www.enpc.fr/cerea/polyphemus/	V. Mallet and B. Sportisse. 3-d chemistry-transport model Polair3D: numerical issues, validation and automatic-differentiation strategy. <i>Atmos. Chem. Phys. Disc.</i> , (1):1371:1392, 2004.	Ricardo Alcaful ricardo@meteochile.cl
CMAQ/ CAMx	http://www.epa.gov/asmdnerl/CMAQ/ http://www.camx.com/	http://www.epa.gov/asmdnerl/CMAQ/CMAQscienceDoc.html	<ul style="list-style-type: none"> Luis Díaz, Universidad Católica de Temuco, ldiaz@uct.cl Héctor Jorquera, U. Católica Santiago, jorquera@puc.cl Pedro Sanhueza, Universidad de Santiago, psanhuez@usach.cl
WRF	http://www.wrf-model.org/index.php	Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang and J. G. Powers, 2005: A Description of the Advanced Research WRF Version 2 (http://www.wrf-model.org/wrfadmin/publications.php)	Rainer Schmitz schmitzr@dgf.uchile.cl