

PRÁCTICA 4 - CTE I 2016

El agujero de Ozono sobre el Polo Sur y los niveles de Ozono en Uruguay

Objetivos específicos:

- Analizar la formación del agujero de ozono sobre el polo sur
- Interpretar imágenes satelitales

Conocimientos previos:

Ozono atmosférico (troposférico y estratosférico)
Causas de la variación del agujero de ozono

Descripción:

Se analizarán una serie de imágenes tomadas por instrumentos a bordo de satélites pertenecientes al Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) de la NASA que monitorean los niveles de ozono a nivel mundial. Se determinará el tamaño del agujero de ozono sobre la Antártida y los niveles de ozono sobre Uruguay.

Materiales:

Serie de imágenes tomadas por los satélites: Nimbus-7 (1978-1993), Meteor-3 (1991-1994) Earth Probe TOMS (1996-2005), Ozone Monitoring Instrument (OMI) (2004 al presente) de la NASA. Todas las imágenes se encuentran disponibles en la carpeta "Ozono" dentro del EVA, pudiendo descargarse también de <http://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/measurements.md>.

Las imágenes necesarias para esta práctica se encuentran en los siguientes archivos:

- Mapa de ozono en polo sur - 2000 – Directorio: "2000 Polo Sur"
- Mapa de ozono en polo sur - 2005 – Directorio: "2005 Polo Sur"
- Mapa de ozono en polo sur – Oct.1978-2012 – Directorio: "Años"
- Mapa de ozono global – 2005 – Directorio: "2005 Global"

Dentro de cada directorio están una serie de imágenes en formato .png con los mapas. La denominación de las imágenes hace referencia a la fecha de adquisición del mapa, tipo de datos y satélite que adquirió la imagen. Por ejemplo la imagen *IM_ozspl_ept_20051001.png* corresponde a un mapa tomado el 01/10/2005; *ozspl* corresponde a ozono del Polo Sur (Southern Pole) y *ept* al satélite Earth Probe TOMS (también puede ser *n7t* por Nimbus-7 o *mt3* por Meteor-3).

Procedimiento

Si bien la práctica posee tres secciones a trabajar con diferentes conjuntos de imágenes, se recomienda un análisis previo de éstas en general.

Es conveniente examinar la información que aparece en cada serie de imágenes para evitar confusiones a la hora del análisis, ya que en su mayoría poseen un aspecto bastante similar. Incluso en algunos casos, los datos se repiten (imágenes del mismo año con diferentes satélites), debiendo seleccionarse aquellos de mejor calidad para una óptima realización del trabajo.

Todas las imágenes aportan datos de contenido *total* de ozono atmosférico, encontrándose la mayor parte de éste en la estratósfera, en la zona conocida como

capa de ozono. Sin embargo en algunos casos la contribución de ozono troposférico puede ser importante. ¿En qué condiciones se daría esto? ¿Las contribuciones de ozono troposférico serían relevantes en nuestro país?

Recordando la definición de unidad Dobson (ver **Anexo 1**), se define como *agujero de ozono* a aquella región donde se produce un 'adelgazamiento' de la capa de ozono; es decir, aquella zona donde la concentración (nivel) de ozono es menor a 225 unidades Dobson.

Primera parte: Variaciones estacionales del agujero de ozono

Se analizará la variación estacional a lo largo de un año de los niveles de ozono sobre la Antártida. Las figuras 3 y 5 del **Anexo 2** pueden resultar útiles para el análisis.

Para cada uno de los meses del año 2000 y 2005 se estimará visualmente la extensión del agujero de ozono sobre el Polo Sur (niveles inferiores a 225 DU), a partir de los mapas que se encuentran bajo el Directorio Ozono, en los Directorios "2000 Polo Sur" y "2005 Polo Sur".

¿Porqué hay huecos en las mediciones entre Abril y Setiembre? (es conveniente recordar de qué modo toma los datos el satélite)

Se pide determinar para qué mes ocurre el mínimo nivel de ozono sobre el Polo Sur y el mayor tamaño del agujero en cada año y una comparación en general entre los niveles de ozono en la Antártida para 2000 y 2005.

Segunda parte: Variación del tamaño del agujero de ozono

Para las imágenes tomadas el 1° de Octubre de cada año, se estimará el área del agujero de ozono sobre la superficie de la Tierra (en algún año se tuvo que usar la de una fecha cercana por problemas con las imágenes). Luego se graficará el área del agujero en función de los años. Las figuras 2 y 4 del **Anexo 2** pueden utilizarse una como guía para comparar resultados.

Para la determinación de área del agujero haremos el siguiente procedimiento:

- Abrir Matlab e ir al directorio Ozono\Años.
- Para cargar una imagen como una matriz de datos, hacemos por ejemplo
`A=imread('IM_ozspl_ept_20051001.png','png')`
- La desplegamos en un gráfico con:
`imagesc(A)`
`axis equal`
- Se debe cambiar el mapa de colores para obtener un mejor detalle de los datos. En el archivo *ept.mat* está guardado un mapa de colores adecuado. Hacer:
`caxis([0 255])`
`load ept.mat`
`colormap(ept)`

Hay un mapa de colores diferentes para cada uno de los tipos de datos que se usaron. Como se aclara en **Materiales**, cada archivo tiene una extensión entre la palabra *ozspl* y la fecha que es diferente según el satélite usado para recoger los datos: *n7t*, *mt3*, *ept*, *omi*.

Se dispone de archivos *.mat* con la paleta de colores para cada tipo de datos; utilizar la paleta correspondiente para cada imagen.

- Para medir el área, crearemos un polígono que enmarque la zona cuya concentración de ozono sea menor a 225 DU. Para ello marcaremos puntos sobre el gráfico con:
[x,y]=ginput
- Calculamos el área y la guardamos en un vector:
oz(1)=polyarea(x,y)
El índice del vector se irá incrementando con cada nueva imagen.
- También creamos un vector con los tiempos:
t(1)=2005 (si la primera imagen que se usó corresponde al año 2005. En caso contrario, poner aquí el año de la primera imagen que se utilizó para trabajar. A medida que se incrementa el índice del vector oz(i), se debe poner en t(i) el año correspondiente a la imagen, por ejemplo t(7)=1980 si la séptima imagen a analizar corresponde a ese año. Se aconseja comenzar en orden cronológico por cuestiones de practicidad)

Luego de repetir para diversos años, se graficará el área calculada vs el año.

Discutir cómo ha evolucionado el tamaño de los agujeros

Tercera parte: Niveles de ozono sobre Uruguay

A partir de los mapas globales de nivel de ozono del año 2005, se pide estimar el nivel de ozono sobre Uruguay mes a mes. Dichos mapas se encuentran bajo el Directorio Ozono, dentro del Directorio "2005 Global".

Para los valores estimados, se pide graficarlos en función del tiempo y discutir los resultados. ¿Podemos decir que en algún momento hubo un 'agujero' de ozono sobre nuestro país?

Anexo 1

¿Qué es la Unidad Dobson?

La unidad *Dobson* es la medida básica usada en la investigación sobre el ozono atmosférico. La unidad es llamada así por **G.M.B. Dobson** (1920-1960), uno de los científicos que primero estudió el ozono atmosférico y quien diseñó el *Espectrómetro Dobson*, instrumento standard usado para medir el ozono desde el suelo. Este espectrómetro mide la intensidad de la radiación UV solar del largo de cuatro ondas, dos de las cuales son absorbidas por el ozono y dos no lo son.

La ilustración muestra una columna de aire, $10^\circ \times 5^\circ$ sobre la península del Labrador, Canadá. El monto de ozono en esta columna (por ejemplo, cubriendo el área de $10^\circ \times 5^\circ$) es medido en unidades *Dobson*.

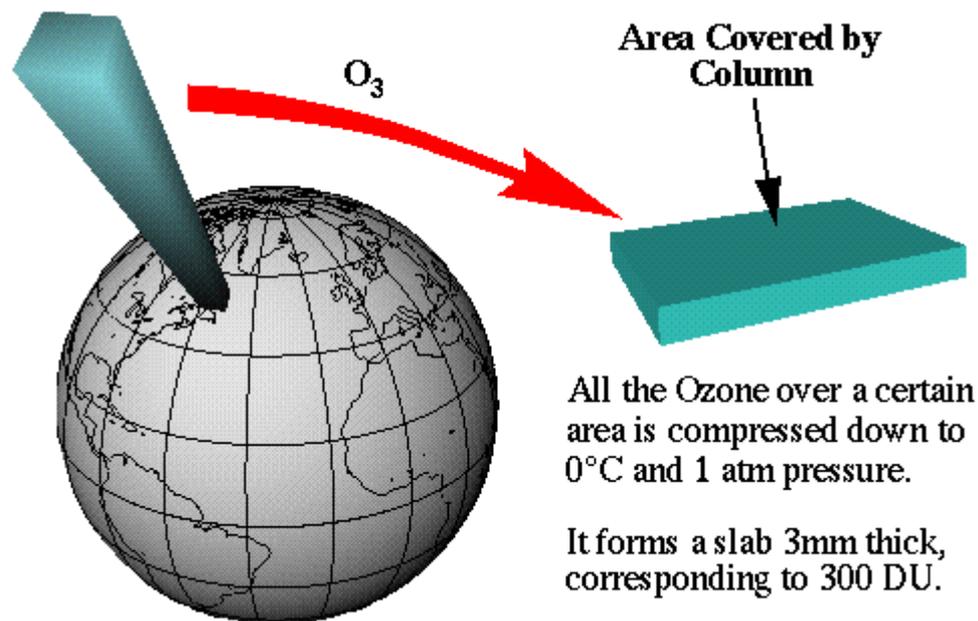


Fig. 1: La unidad Dobson

Si todo el ozono de esta columna fuera comprimido a temperatura y presión standard (STP: $0^\circ C$ y 1 atm) y distribuido uniformemente sobre el área, debería formar una capa de aproximadamente 3mm de espesor.

1 unidad Dobson (DU) es definida como 0,01 mm de espesor a STP, así podría establecerse que conforme con los datos dados, la capa de ozono sobre la península del Labrador es entonces de 300 DU.

Anexo 2

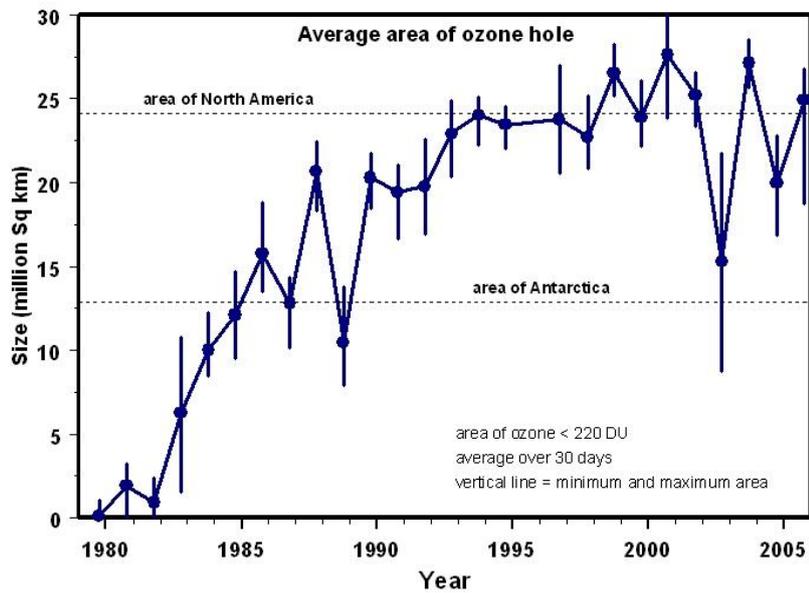


Fig. 2: Evolución temporal del tamaño del agujero de ozono en la Antártida a lo largo de los años

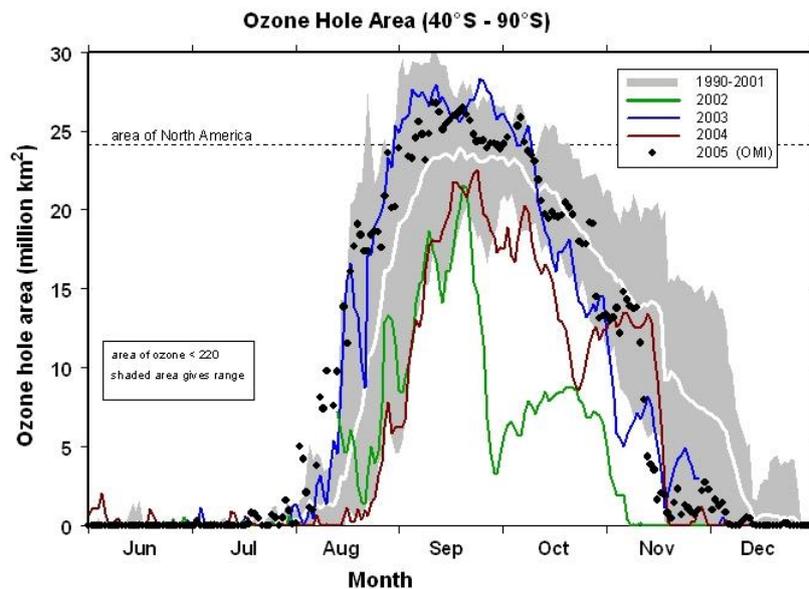


Fig. 3: Evolución temporal del tamaño del agujero de ozono en la Antártida a lo largo del año 2002, 2003, 2004 y 2005; comparado con una media entre los años 1990 – 2001.

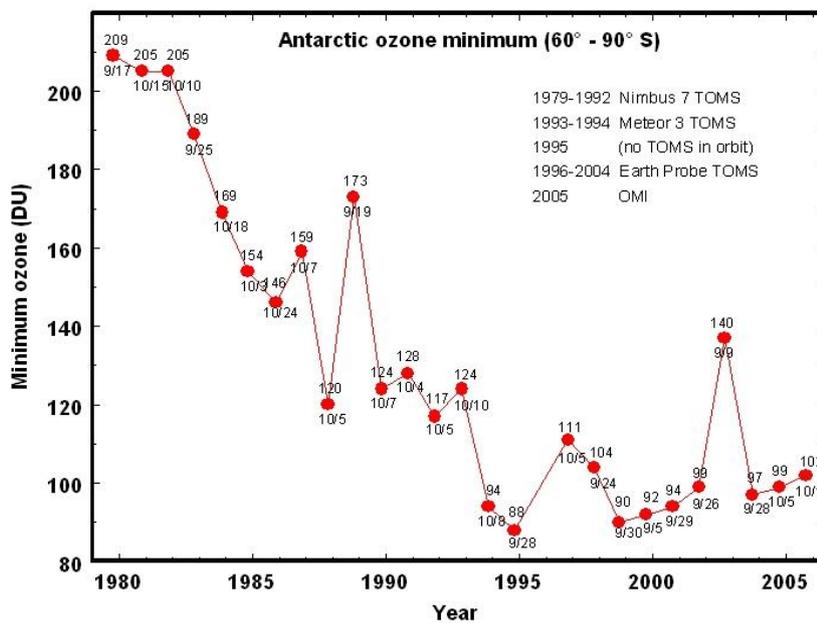


Fig. 4: Nivel mínimo de ozono en la Antártida a lo largo de los años

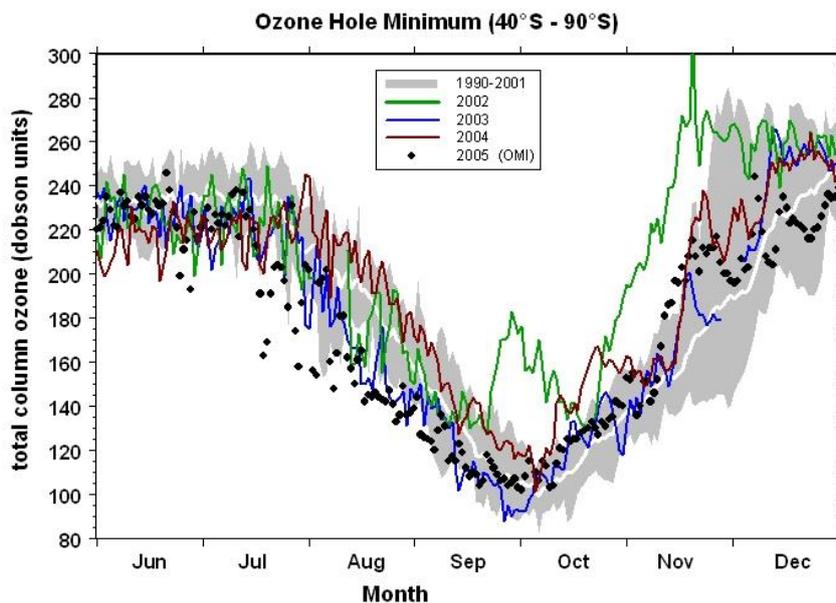


Fig. 5: Nivel de ozono en la Antártida entre Junio y Diciembre