



## Ozono Superficial en la Base Antártica Belgrano. *Surface ozone at Antarctic Station Belgrano.*

Navarro-Comas M. <sup>(1)</sup>, Yela M. <sup>(1)</sup>, Ochoa H. <sup>(2)</sup>, Gil M. <sup>(1)</sup>, Parrondo M.C. <sup>(1)</sup> y Puentedura O. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Area de Observación de la tierra, Teledetección y Atmósfera, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), Crta de Ajalvir km. 4, 28850 Torrejón de Ardoz, Madrid, navarrocm@inta.es

<sup>(2)</sup>Departamento de Alta Atmósfera, Instituto Antártico Argentino (DNA/IAA), Argentina

### SUMMARY

*The first surface ozone measurements from the Antarctic station Belgrano (78°S, 35°W) are presented. Surface ozone data obtained by a UV photometric O<sub>3</sub> analyzer from February 2007 to November 2007 is shown and compared with surface ozone data obtained from ozonounding measurements launched at the same site along the year. Almost one year data available shows an annual cycle with maximum values in austral winter, reaching 37 ppb in July. From the comparison with the ozonounding data, an offset between both types of data with mean value of -8.58 ppb is observed, being always greater the data obtained by the surface ozone analyzer. Belgrano is a station located by the Weddell sea, 150 km from the coast, and from August on, some ozone depletions events are observed.*

### 1. INTRODUCCION

El estudio del ozono superficial ha cobrado protagonismo durante los últimos años, por su interacción con el balance energético global y su impacto sobre el cambio climático (WMO, 2003). El ozono en la troposfera influye sobre el balance radiativo de nuestro planeta, por un lado absorbiendo radiación solar y por otra absorbiendo y emitiendo la radiación infrarroja de la superficie de la tierra, por lo que es considerado un importante gas de efecto invernadero.

El ozono, a diferencia de otros gases, no tiene una fuente natural directa en la superficie terrestre (emitida por la superficie o vegetación), sino que es producido en la atmósfera, y su concentración varía desde unos pocos ppb en la superficie hasta el orden de ppm en la estratosfera. Una parte del ozono presente en la troposfera es de origen estratosférico, el resto es producido fotoquímicamente por la oxidación de CO<sub>2</sub> y de hidrocarburos en presencia de NO<sub>x</sub>, de origen mayoritariamente antropogénico, mientras es destruido por diferentes reacciones químicas y por fenómenos de deposición en la superficie.

La concentración de ozono superficial ha aumentado desde la época preindustrial debido a la actividad humana (IPCC, 2001), lo que ha supuesto un significativo calentamiento climático. Cerca de áreas industrializadas y contaminadas y zonas de quema de biomasa las concentraciones son elevadas, en lugares más remotos como la Antártida, y lejos de estas áreas contaminadas, las concentraciones nos proporcionan datos de valores de fondo que son considerados como el nivel de ozono existente en zonas sin contaminación.

Sin embargo, en las regiones polares y durante los meses de agosto y septiembre, se han observado eventos de destrucción masiva de ozono en la troposfera debido a reacción con compuestos halogenados, concretamente compuestos bromados (Barrie et al., 1988), mediante un mecanismo similar al que se produce en la estratosfera. Durante estos episodios observados tanto en el Ártico como en la Antártida, en los que se puede producir casi la completa destrucción del ozono en la capa de mezcla (Bottenheim et al., 1990; Solberg et al., 1996), se ha medido simultáneamente la concentración de BrO y ozono superficial, (Sturges et al., 1993; Kreher et al., 1997; Friess, 1998) estableciéndose una relación directa entre la presencia BrO y los eventos de desaparición de ozono.

Existen todavía muchas incertidumbres sobre el origen del monóxido de bromo, responsable de la destrucción de ozono troposférico en la Antártida. Se han observado, tanto desde tierra como desde satélite, episodios de producción masiva de monóxido de bromo en regiones costeras antárticas, por lo que se piensa que el BrO se produce en masas de aire ricas en aerosoles marinos que previamente han estado en contacto con superficies oceánicas heladas (Friess et al., 2004). Por su situación, la base argentina

Belgrano (78°S, 35°W) es una buena candidata para el estudio de este tipo de eventos de destrucción de ozono superficial, ya que se encuentra situada en una zona costera, rodeada de grandes superficies de océano helado durante gran parte del invierno.

En enero de 2004 el INTA junto con la Dirección Nacional de la Antártida/Instituto Antártico Argentino (DNA/IAA) instaló un medidor de ozono superficial (modelo TEI 49C, TECO) en la base Belgrano. Esta base se encuentra situada en el mar Weddell a 150 km de la costa y a 50 m de altura sobre el nivel del mar. La figura 1 muestra su ubicación.

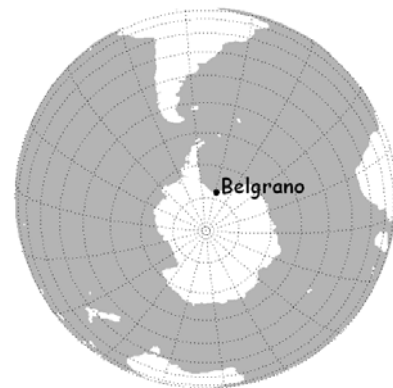


Figura 1 – Situación de la estación de Belgrano en la Antártida. (Belgrano station location at Antarctic.)

Los objetivos fundamentales de estas observaciones son monitorizar el ozono superficial y poder calibrar las ozonosondas que se lanzan desde esa misma estación, momentos antes de su lanzamiento. De esta manera se siguen las recomendaciones de la OMM sobre la conveniencia de medir el ozono superficial en lugares donde se encuentra instalado un ozonondeador y donde se realizan medidas de ozono total (GAW report 143, 2001). Al mismo tiempo, se contribuye a aumentar el número de estaciones de observación donde se realizan este tipo de medidas en la Antártida, ya que este es muy escaso para la extensión del continente.

### 2. MEDIDAS

El principio de medida del instrumento TECO se basa en el análisis de la atenuación de radiación UV a 254 nm debida a la absorción de ozono. Este procedimiento presenta sin embargo defectos cuando se produce alguna degradación en alguno de los componentes del instrumento, por ello es recomendable realizar calibraciones anuales para asegurar la calidad de las medidas realizadas. La situación geográfica de la base Belgrano hace muy difícil la realización de las calibraciones, ya que sólo se accede a esta estación una vez al año, el resto del año está aislada. El



procedimiento utilizado es mantener un equipo calibrador y realizar con él las calibraciones anuales. Este equipo será calibrado bianualmente en Buenos Aires con un patrón reconocido por la OMM.

La serie de datos de la que disponemos comienza en febrero de 2007. A pesar de que el instrumento fue instalado en enero de 2004, no es hasta esta fecha cuando se ha optimizado la operación y funcionamiento del instrumento. Los datos obtenidos se han comparado con los valores medidos en superficie por las ozonsondas lanzadas por el INTA y la DNA/IAA en la estación a lo largo del año. Las sondas empleadas son del tipo ECC (Electrochemical Concentration Cell) de la empresa Science Pump Corporation y han sido preparadas siguiendo los procedimientos establecidos por Komhyr (1986).

### 3. RESULTADOS

La figura 2 muestra las medias horarias y diarias de la concentración de ozono superficial obtenidas con el instrumento TECO. Aún no se dispone de medidas para poder mostrar un ciclo anual completo, sin embargo, se intuye una onda anual observando valores más altos de ozono para los meses de junio-agosto, con un valor máximo de 37 ppb, y, en el periodo de datos que disponemos, febrero tendría valores mínimos, con un mínimo de 10 ppb.

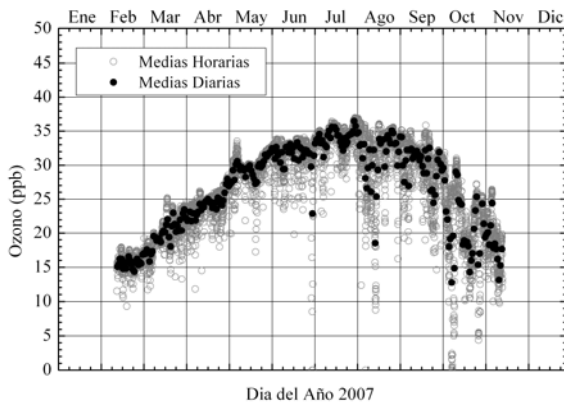


Figura 2 – Variación anual de ozono superficial. Medias horarias y diarias. (Surface ozone annual variation. Hourly and daily mean)

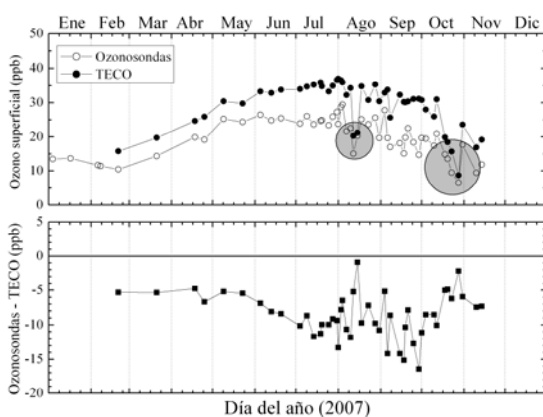


Figura 3 – Datos de ozono obtenidos por ambos instrumentos (panel superior), las diferencias entre ambos (panel inferior). (Ozone data obtained by both instruments (upper panel) and differences between them (lower panel).)

En la figura 3, se muestra la comparación de los datos obtenidos con el medidor de ozono superficial y los valores de ozono en superficie extraídos de los ozonsondeos. Se observa un offset medio entre ambas series de datos de -8.58 ppb, siendo mayores los datos obtenidos por el medidor de ozono superficial. Se está analizando el origen de estas diferencias.

La serie de datos disponible es aún demasiado corta como para realizar un estudio estadístico de las observaciones, posponiendo este análisis hasta que se disponga de un periodo de medidas más extenso.

A partir del mes de agosto, en la figura 2 se puede observar una mayor variabilidad diaria en la concentración de ozono superficial que durante los primeros meses del año, algunos episodios de destrucción de ozono superficial pueden observarse durante estos meses. Vemos en la figura 3 dos episodios de brusco descenso en la concentración de ozono que son registrados por ambos instrumentos. Uno, más leve, los días 12 y 15 de agosto, habiéndose registrado el día 15 en el monitor de ozono superficial valores muy bajos, de hasta 8 ppb. La figura 4 muestra los valores medios horarios de ozono superficial registrado por el TECO durante estos días. Un segundo evento de valores bajos de ozono superficial más prolongado es registrado a finales de octubre, alcanzándose el día 28 de octubre valores de hasta 4 ppb.

Será necesaria la comparación con valores de satélite de BrO sobre la estación durante esos días para poder constatar una relación entre un descenso en el ozono superficial y un aumento en el BrO.

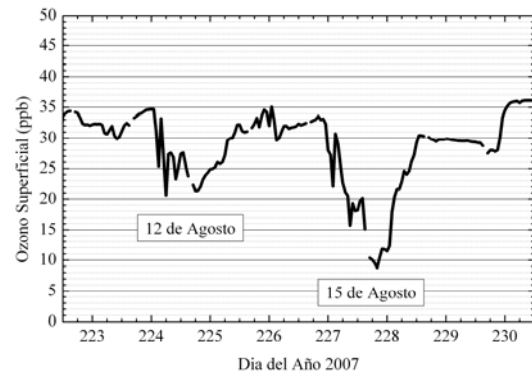


Figura 4 – Medias horarias de ozono superficial registrado por el instrumento TECO durante el periodo del 11 al 18 de agosto. (Hourly mean surface ozone measurements from TECO, period August 11 to 18.)

### 4. REFERENCIAS

Barrie, L.A., J.W. Bottenheim, R.C. Schnell, P.J. Crutzen and R.A. Rasmussen. (1988): "Ozone destruction and photochemical reactions at polar sunrise in the lower Arctic atmosphere". *Nature*, **334**, 138-141.

Bottenheim, J.W et al. (1990): "Depletion of lower tropospheric ozone during the Arctic spring: The polar sunrise experiment 1988". *J. Geophys. Res.*, **95**, 18, 555-568.

Frieß U., F. Erle, T. Wagner, K. Pfeilsticker and U. Platt. (1998): "Spectroscopic measurements of O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, OClO, and BrO at Neumayer station, Antarctica during 1995". *Proc. 4th Europ. Symp. On Polar Stratospheric Ozone*, Schliersee, Sept. 22-26, Air Poll. Report **66**, 443-446.

Frieß U., J. Hollwedel, G. König-Langlo, T. Wagner and U. Platt. (2004): "Dynamics and chemistry of tropospheric bromine explosion events in the Antarctic coastal region". *J. Geophys Res.*, **109**, D06305, doi: 10.1029/2003JD004133.

IPCC, (2001): "Climate Change 2001: The Science Basis", Cambridge Univ. Press, UK, 944pp.

Kreher K., P.V. Johnston, S. Wood, B. Nardi and U. Platt. (1997): "Ground-based measurements of tropospheric and stratospheric BrO at Arrival Heights, Antarctica", *Geophys. Res. Lett.* **24**, 3021-3024.

Komhyr, W. D. (1986): "Operations handbook-ozone measurements to 40 km altitude with model 4A electrochemical concentration cell (ECC) ozonsondes (used with 1680 MHz radiosondes)". *NOAA Tech. Memo. ERL ARL-149*, 49p, Air Resources Laboratory, Boulder, CO.

Solberg, S.N., N. Schmidbauer, A. Semb, F. Stordal and Ø. Hov (1996): "Boundary Ozone-layer depletion as seen in the Norwegian Arctic in spring". *J. Atmos. Chem.*, **23**, 301-332.

Sturges W.T., R. C. Schnell, G. S. Dutton, S. R. Garcia and J. A. Lind (1993): "Spring measurements of tropospheric bromine at Barrow, Alaska". *Geophys. Res. Lett.*, **20**, 201-204.

WMO, (2003): "Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002". *Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No 47*.