



Proyecto MAR: Seguimiento del vórtice polar 2000 – 2002 (presentación en póster)

C. Torres¹, A. Redondas¹, E. Cuevas¹, M. Yela², J. Araujo³, H. Ochoa³, G. Deferrari⁴, J.P. Díaz⁵.

(1) Observatorio Atmosférico de Izaña - **Instituto Nacional de Meteorología**

(2) Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

(3) Dirección Nacional de Antártico - Instituto Antártico Argentino

(4) Centro Austral de Investigaciones Científicas

(5) Universidad de La Laguna

En los últimos años ha aumentado el interés por conocer en detalle la evolución del ozono estratosférico (O₃) en las regiones polares, así como los mecanismos físico-químicos que intervienen en su destrucción. En España, la actividad científica atmosférica en la Antártida ha estado liderada por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y por el Instituto Nacional de Meteorología (INM). En 1999, dentro del Proyecto RACRUV "Red Antártica para la vigilancia y Caracterización de la Radiación UltraVioleta" (ANT98-0179), se creó una pequeña red de radiómetros multicanal para el seguimiento de los efectos que sobre la radiación UV tiene la destrucción del ozono estratosférico. Estos instrumentos se instalaron en tres estaciones argentinas situadas a lo largo de un perfil Norte-Sur: Ushuaia (54°49'S, 68°19'W), Base Vicecomodoro Marambio (64°14'S, 56°38'W) y Base Belgrano II (77°52'S, 34°37'W). Estos emplazamientos se eligieron por estar situados fuera, en el borde y dentro del vórtice polar, respectivamente. La ejecución de este proyecto vino a complementar la red antártica de espectrómetros visibles (EVA) que tiene instalada en estos mismos emplazamientos el INTA desde 1999 y a los ozonosondeos que desde 1997 también viene realizando el INTA en Belgrano. El Proyecto MAR "Measurement of Antarctic Radiance for monitoring the ozone layer" (REN2000-0245-C02-01/ANT) surge como resultado de la colaboración entre el INTA y INM, y como continuación a los proyectos anteriores. En el presente trabajo, se describirán los objetivos del Proyecto MAR y se presentarán los resultados del seguimiento del vórtice polar entre 2000 y 2002 con los radiómetros multicanal NILU-UV6 de la red.

1. Introducción

El Proyecto Coordinado MAR "Measurement of Antarctic Radiance for monitoring the ozone layer" (REN2000-0245-C02-01/ANT) (www.inm.es/mar) del INTA y del INM tiene como principal objetivo incrementar la escasa información que existe sobre la distribución total espacio-tiempo del NO₂, O₃ y OCIO, e interpretar el papel que juegan estas especies sobre el O₃ estratosférico. Así mismo, se quiere determinar la radiación ultravioleta (UV) espectral y la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en la región antártica y subantártica haciendo un énfasis especial en el control de calidad de los datos obtenidos. Un objetivo especialmente importante es comparar y evaluar los incrementos de radiación UV medidos con las disminuciones de O₃ observadas. Con este fin se utilizan las medidas realizadas por los espectrómetros visibles (EVA) del INTA y por los radiómetros multicanal NILU-UV6 del INM, instalados en las bases antárticas de Belgrano II (77°52'S, 34°37'W) y Vicecomodoro Marambio (64°14'S, 56°38'W) de la Dirección Nacional del Antártico (DNA/IAA), y en la estación de Ushuaia (54°49'S, 68°19'W) del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC). Estas tres estaciones argentinas están situadas a diferente latitud pero cercanas en longitud permitiendo el estudio simultáneo en tres regiones muy diferentes: el interior, la frontera y fuera del vórtice polar. Esta distribución permite la vigilancia y la caracterización de la evolución espacio-temporal tanto del ozono estratosférico como de la radiación UV en la región antártica y subantártica.



2. Radiómetro multicanal NILU-UV6

2.1. Descripción del radiómetro

Los radiómetros multicanal de ancho de banda moderada NILU-UV6 miden en cinco canales dentro del espectro UV, con una longitud de onda central de 305, 312, 320, 340 y 380 nm para cada canal y con un ancho de banda de 10 nm (FWHM). Además posee un sexto canal en el rango 400-700 nm donde mide la radiación fotosintéticamente activa (Photosynthetically Active Radiation, PAR). A partir de las medidas de irradiancia se determina mediante modelización el contenido total de O₃ en columna, la radiación ponderada por su acción biológica (CIE, *Commission Internationale de l'Eclairage*) y el factor de transmitancia de las nubes. Los algoritmos que se utilizan fueron desarrollados por Dahlback (1996), y únicamente requieren que al menos uno de los canales esté en la región UV-B (sensible al ozono y a las nubes) y otro en el UV-A (sensible a las nubes pero no al ozono).

2.2. Control de calidad

Los radiómetros son calibrados cada dos semanas con lámparas de 100W. Este control permite conocer la estabilidad de cada canal y la degradación óptica de los instrumentos. Con estos test de lámparas se calculan unos coeficientes de corrección para corregir la deriva de la señal de cada canal (Torres et al, 2002). Dos veces al año se realiza un control externo con la intercomparación directa con el 'NILU-UV6 Viajero' del Instituto Meteorológico Finlandés (FMI). Este instrumento de referencia ha sido calibrado frente al Bentham DM150 del Observatorio Atmosférico de Izaña (IZO). Debido a la situación de la Base de Belgrano, en NILU-UV6 de esta base se sustituye anualmente por otro que ha sido calibrado y controlado en IZO.

3. Evolución del vórtice polar 2000 - 2002

La comparación del contenido total de ozono obtenido por los radiómetros NILU-UV6 y el espectroradiómetro Dobson del Servio Meteorológico Nacional Argentino (SMN), para las estaciones de Ushuaia y Marambio en el periodo 2000 - 2002, muestran una buena correlación una vez aplicado los coeficientes de corrección determinados con los test de lámparas de los NILU-UV6 (Figura 1). El error medio anual entre estos dos instrumentos para Ushuaia es de -2.6% ($\pm 5.5\%$) y para Marambio de -1.3% ($\pm 4.5\%$). En la figura 1, se puede observa claramente la disminución del contenido de ozono y la formación del vórtice polar entre los meses de septiembre y noviembre. Esta situación se repite periódicamente para cada año, aunque varía en importancia.

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ushuaia | 09/00 | 10/00 | 11/00 | 09/01 | 10/01 | 11/01 | 09/02 | 10/02 | 11/02 |
| Media | 1210 | 2665 | 2407 | 933 | 2033 | 2538 | 759 | 1450 | 2352 |
| ± D.S. | 481 | 1584 | 740 | 310 | 531 | 601 | 282 | 727 | 553 |
| O ₃ (UD) | 276 ± 52 | 277 ± 66 | 354 ± 24 | 305 ± 30 | 298 ± 41 | 337 ± 19 | 319 ± 52 | 353 ± 64 | 326 ± 55 |
| Marambio | 09/00 | 10/00 | 11/00 | 09/01 | 10/01 | 11/01 | 09/02 | 10/02 | 11/02 |
| Media | 1297 | 2693 | 2164 | 657 | 1981 | 2282 | 750 | 1704 | 3246 |
| ± D.S. | 644 | 918 | 646 | 313 | 755 | 676 | 318 | 1123 | 939 |
| O ₃ (UD) | 168 ± 39 | 187 ± 50 | 340 ± 22 | 235 ± 44 | 215 ± 59 | 315 ± 49 | 252 ± 62 | 311 ± 66 | 314 ± 53 |

Tabla 1.- Promedios mensuales de la radiación diaria (CIE, J/m²) y del contenido total de O₃ (UD) durante los meses de formación del vórtice polar para las estaciones de Ushuaia y Marambio, obtenidos con el radiómetro NILU-UV6.

Dada su situación geográfica, la estación de Ushuaia se encuentra en el límite de formación del vórtice polar. De los últimos tres años, los niveles de radiación más altos registrados fueron durante septiembre y octubre del 2000 (Tabla 1). Durante la primavera austral, la base de Marambio queda, durante cierto tiempo, dentro del radio de influencia del vórtice polar. Al igual que en Ushuaia, el episodio más importante correspondió al del año 2000 (Tabla 1). Los niveles de radiación que se registran en esta época deberían ser menores que los registrados en Ushuaia dada su latitud,



ocurriendo lo contrario (septiembre 2000; octubre y noviembre 2001; septiembre, octubre y noviembre 2002). Destacar también la anomalía del vórtice de 2002 que comenzó a registrarse desde comienzos de agosto en la base de Marambio (Figura 1).

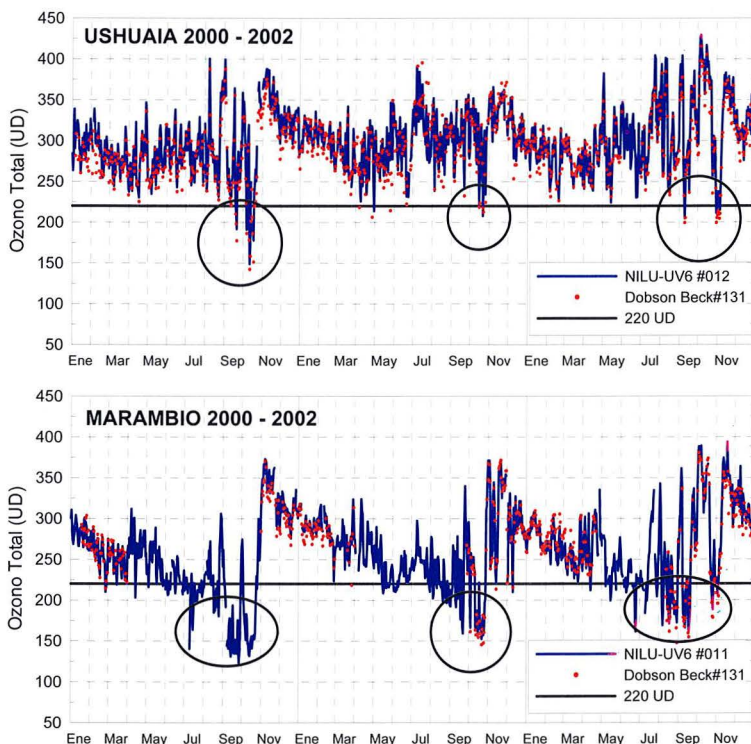


Figura 1.- Evolución del contenido total de ozono obtenido con el radiómetros NILU-UV6 en las estaciones de Ushuaia y Marambio para el periodo 2000-2002. Comparación con el ozono medido por los espectroradiómetros Dobson en cada una de las estaciones. Se marca con un círculo negro los episodios de vórtice polar (< 220 UD).

4. Agradecimientos

El proyecto MAR está financiado dentro del Plan Nacional I+D del Ministerio de Ciencia y Tecnología (REN2000-0245-C02-01/ANT). Los autores quieren dar un especial agradecimiento al Servicio Meteorológico Nacional argentino por los datos del Dobson de las estaciones de Ushuaia y Marambio, y a los operadores de las bases antárticas que intervienen en la Red Antártica del Proyecto MAR.

5. Referencias

- Dahlback, A., (1996): "Measurements of biologically effective UV doses, total ozono abundances, and cloud effects with multichannel, moderate bandwidth filter instruments". *Appl. Opt.*, 35, 6514-6521.
- Torres, C., A. Redondas, E. Cuevas, K. Lakkala y P. Taalas, (2002): "Correction and validation of total ozone data series from an Antarctic multichannel filter radiometer solar UV Network". 27th General Assembly of European Geophysical Society (EGS).