

Investigación

Los participantes acuerdan cooperar en la promoción de la investigación y en el intercambio de información sobre las mejores tecnologías para mejorar el contenido, la recuperación, el reciclaje o la destrucción de sustancias controladas (o, en otro caso, la reducción de sus emisiones, sobre las posibles alternativas de las sustancias controladas y los productos elaborados con ellas o que las contengan); y sobre los costes y beneficios de las adecuadas estrategias de control. Los participantes cooperarán, asimismo, en la estimulación de la conciencia pública sobre las consecuencias de la emisión de sustancias que reduzcan la capa de ozono.

Mecanismos institucionales y administrativos

Se pondrá en funcionamiento una Secretaría como punto focal para la dirección del Protocolo. Recogerá y distribuirá datos e informes sobre las actividades comunicadas por los participantes; les notificará las peticiones de asistencia técnica; organizará las reuniones de los participantes y alentará a los países no signatarios a asistir como observadores y a aceptar las disposiciones del Protocolo.

Los gastos causados por la ejecución del Protocolo, incluyendo la Secretaría, serán cubiertos con las contribuciones aportadas por los participantes.

La primera reunión de los participantes tendrá lugar no más tarde de un año después de la entrada en vigor del Protocolo; será entonces cuando se decida sobre temas tales como el reglamento financiero, los procedimientos para resolver las disconformidades con el Protocolo, el tratamiento a las Partes en desacuerdo y las necesidades y composición de los grupos asesores. Además, se comenzará un plan de trabajo relacionado con temas tales como la investigación y el intercambio de datos e información.

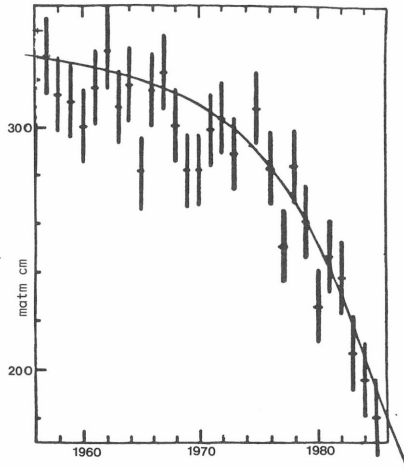
EL "AGUJERO DE OZONO" SOBRE LA ANTARTIDA

Desde el año 1957 se ha venido midiendo sistemáticamente, en dos observatorios británicos en la Antártida, el ozono total mediante espectrofotómetros Dobson. Estos observatorios, Faraday (65 1/4° S, 64 1/4° W) y Halley (75 1/2° S, 26 3/4° W), forman parte ahora del proyecto de investigación y vigilancia del ozono global coordinado por la OMM. El ciclo estacional en Halley promediado sobre los años 1957 a 1976 (16 estaciones), muestra un valor de unos 300 matm cm al comienzo y final del período de observación (entre el 1 de octubre y 10 de marzo más o menos), creciendo hasta un máximo de unos 375 matm cm a finales de noviembre; en Faraday la curva es similar pero comienza con unos 330 matm cm en septiembre, creciendo hasta 400 matm cm al final de noviembre y disminuyendo a 300 matm cm al final de marzo.

Estas cifras se han publicado en un artículo, en 1985, por científicos del British Antarctic Survey (BAS)¹, quienes mostraron entonces que en estos últimos años (1980-1984) los valores medios de ozono total habían disminuido durante toda la estación de observación, pero que la reducción fue mucho más pronunciada en primavera, sobre todo en Halley. La curva media sobre estas cuatro estaciones de observación en Halley, empieza con unos 220 matm cm, tiene un máximo a 340 matm cm y disminuye gradualmente hasta 270 matm cm. Los valores correspondientes en Faraday son, aproximadamente, 270, 350 y 275 matm cm respectivamente. Por otra parte, los valores diarios en octubre de 1984 en Halley fueron todos sustancialmente inferiores a la media de 1980-1984, con un mínimo de unos 180 matm cm.

Se han efectuado con regularidad sondeos de la alta atmósfera en ambos observatorios desde 1956 y, de acuerdo con el artículo del BAS, no indicaron cambios en el régimen de la circulación que pudiesen explicar la tendencia observada de cantidades más bajas del ozono de la estratosfera. Los científicos británicos lo atribuyeron a la sensibilidad particular de la estratosfera de la Antártida a los efectos de cantidades más grandes de cloro libre, señalaron los fuertes incrementos de las concentraciones observadas de CFC-11 y CFC-12 en la troposfera del hemisferio sur².

Estas observaciones y conclusiones fueron confirmadas posteriormente por otras investigaciones que utilizan medidas tomadas desde la tierra, desde globos y desde naves espaciales. Sobre esto ha efectuado un análisis Stolarski *et al* (1986)³. La American Geophysical Union también ha prestado mucha atención a este problema⁴.



Medias mensuales, en octubre, del ozono total en Halley desde 1957. NASA, según Farman *et al.* (1985).

Esta dramática reducción primaveral del ozono total sobre la Antártida ha recibido la denominación de “agujero de ozono” por parte de la prensa popular; dicho agujero no aparece en otras épocas del año. El fenómeno se extiende actualmente más allá de la Antártida hasta casi la latitud de 45° S y está confinado principalmente a la capa de la estratosfera entre los 15 y 25 km aproximadamente. Algunos estudios en marcha, sin resultados definitivos hasta ahora (están aún bajo revisión científica), sugieren que el decrecimiento estacional en el ozono total puede ser de carácter mundial y no limitado a la Antártida, aunque el grado de reducción es mucho mas pequeño que en las altas latitudes del hemisferio sur.

Hasta ahora no hay explicaciones teóricas completamente satisfactorias para el agujero de ozono. Hay tres explicaciones conceptuales más importantes:

- Puede deberse a las actividades humanas que introducen en la atmósfera átomos de cloro y bromo libre (a partir de los CFC y halones). Estos dos elementos pueden destruir por catálisis el ozono. Las condiciones meteorológicas especiales de la Antártida juegan también un papel que contribuye, debido a las siguientes características: *a*) una masa de aire aislada (un vórtice polar denso y frío que inhibe la mezcla entre el aire polar y el de más baja latitud); *b*) las temperaturas extremadamente bajas que hacen la atmósfera muy estable; *c*) un predominio de nubes estratosféricas que pueden influir en la heterogeneidad de la química de la Antártida.
- Puede haber habido cambios en la circulación de la atmósfera con el resultado de transporte a la Antártida de masas de aire menos ricas en ozono que en el pasado.
- Los aumentos periódicos en la actividad solar y de los rayos cósmicos pueden haber originado cantidades mayores de óxidos de nitrógeno que, a su vez, destruyen el ozono por catálisis.

Algunos países Miembros de la OMM, han llevado a cabo expediciones a la Antártida desde que se conoció el fenómeno. Una de ellas, realizada por los EE.UU., hizo observaciones desde la tierra y mediante sondas transportadas por globos. Durante el último invierno y principio de la primavera del año 1987 en el hemisferio sur, se efectuaron observaciones coordinadas utilizando instrumentos en tierra y sondeos con globos, aeronaves y satélites. Tomaron parte Argentina, Canadá, Chile, Costa Rica, Ecuador, EE.UU., Francia, Nueva Zelanda, Panamá, Perú y Reino Unido. También contribuyó la Asociación de Industriales Químicos.

Mediante las medidas tomadas por medio del espectrométero para el trazado de mapas del ozono total (TOMS), a bordo de la nave espacial de la NASA Nimbus-7, además de los datos obtenidos mediante sondas de ozono transportadas por globo y aeronaves (uno volando a altitudes entre los 12 y 19 km y el otro a 11 km), se deduce que la cantidad de ozono total durante la primavera de 1987 fue la más baja jamás observada en latitudes más al sur de 60° S; fue un 15 % inferior a la registrada como más baja anteriormente, en 1985.

Aunque los análisis hechos hasta ahora son sólo preliminares, el peso de la evidencia observada sugiere claramente que pueden afectar a la capa de ozono tanto factores meteorológicos como agentes químicos (el cloro principalmente). Los procesos meteorológicos se combinarían para producir las condiciones particulares que favorecen las reacciones químicas que destruyen el ozono de la estratosfera. Parece claro, además, que se pueden excluir como factor causal las variaciones en la actividad solar y de los rayos cósmicos.

Se está desarrollando un trabajo intenso para procurar la aclaración de ciertas cuestiones aún sin contestación y se espera tomar una posición más fundamentada en el curso de 1988.

REFERENCIAS

¹ FARMAN, J.C., GARDINER, B.G. y SHANKLIN, J. D. (1985): Large losses of total ozone in antarctica reveal ClO_x/NO_x interaction; *Nature* **315** págs. 207-210.

² OMM (1981): *The stratosphere 1981, theory and measurements*. Global Ozone Research and Monitoring Project Report N° 11.

³ STOLARSKI, R.S. *et al.* (1986): Nimbus-7 satellite measurements of the springtime Antarctic ozone decrease. *Nature* **322** págs. 808-811.

⁴ *Geophysical Research Letters* **13** (12).

EL PROYECTO DEL OCEANO TROPICAL Y LA ATMOSFERA MUNDIAL

Introducción

Quizá la prueba más notable y coherente de la variabilidad inter-anual de la atmósfera mundial es la Oscilación del Sur, un ciclo irregular de la configuración de la presión en superficie, del viento y de la precipitación en el cinturón intertropical, que es especialmente marcada en el océano Índico y en el océano Pacífico sur. El Índice de la Oscilación del Sur (IOS) representa la presión en superficie en Tahití menos la de Darwin (*Boletín de la OMM* **32** (4) pp. 340-346; **34** (1) pp. 48-49). Un IOS positivo, cuando la presión es alta sobre el Pacífico occidental y baja en la región de Australia/Indonesia mantiene los alisios predominantes del este. No obstante, en un ciclo de período entre tres y siete años esta configuración se invierte, hay un IOS negativo, con la presión subiendo sobre el Pacífico oriental y los vientos del este se debilitan y aún se vuelven vientos del oeste. La Oscilación del Sur