

DÍA INTERNACIONAL DE LA PRESERVACIÓN DE LA CAPA DE OZONO 2019

32 AÑOS DE RECUPERACIÓN

- El 16 de septiembre fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas como el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono conmemorando la firma, en esa misma fecha del año 1987, del Protocolo de Montreal
- El tema de este año celebra más de tres décadas de notable cooperación internacional para proteger la capa de ozono y el clima bajo el Protocolo de Montreal. También recuerda la necesidad de mantener esa cooperación para garantizar un planeta saludable.
- AEMET dispone de una amplia red de observación de la radiación ultravioleta y de la capa de ozono, elaborando diariamente predicciones de índice ultravioleta para todos los municipios españoles

El 16 de septiembre fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en resolución 49/114, de diciembre de 1994, como el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono conmemorando la firma, en esa misma fecha del año 1987, del Protocolo de Montreal. Para más información sobre la celebración de dicho acto se puede consultar el siguiente enlace:

<https://www.unenvironment.org/ozonation/world-ozone-day-2019>

El tema elegido para el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono de 2019 es “**32 años de recuperación**”.

El objeto es celebrar más de tres décadas de cooperación internacional para proteger la capa de ozono y el clima bajo el Protocolo de Montreal, que ha llevado a la eliminación del 99 por ciento de los productos químicos que destruyen el ozono, en refrigeradores, aires acondicionados y muchos otros productos.

Según indica el informe publicado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM): “*Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018*” [1], en algunas zonas del planeta la capa de ozono se ha recuperado a una tasa de entre el 1 y el 3% por década desde el año 2000. Según este mismo informe, proyectando esas tasas, en el Hemisferio Norte a latitudes medias la capa de ozono se recuperaría completamente en la década de 2030, mientras en el Hemisferio Sur lo haría en la década de 2050. Las zonas polares no se recuperarían hasta el año 2060.

Los esfuerzos para la protección de la capa de Ozono han contribuido también a luchar contra el cambio climático, al evitar la emisión a la atmósfera de 135.000 millones de toneladas de equivalente de dióxido de carbono, desde 1990 a 2010.

Además, el 1 de enero de 2019 entró en vigor la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal. Al reducir gradualmente los hidrofluorocarbonos (HFC), que son potentes gases de efecto invernadero, esta enmienda puede evitar el calentamiento del planeta hasta 0.4° C a finales de siglo, a la vez que se continúa protegiendo la capa de ozono.

La importancia de la Capa de Ozono

El ozono estratosférico nos protege de los efectos perjudiciales derivados de una sobreexposición a la radiación ultravioleta, principalmente la derivada de aquella radiación más energética y que produce los efectos más adversos sobre los ecosistemas.

Además, su relevancia es aún mayor si tenemos en cuenta la pequeña proporción en la que se encuentra en la atmósfera. A modo de ejemplo, si fuéramos capaces de concentrar toda la capa de ozono sobre la superficie terrestre, ésta apenas ocuparía una capa de 3mm de espesor,

mientras que el conjunto de toda la atmósfera que nos rodea alcanzaría una extensión aproximada de 8.000 metros.

Destrucción de la Capa de Ozono

Como cada año, al aproximarse la primavera austral, comienza la destrucción de ozono sobre la Antártida. Este proceso empieza a gestarse durante el invierno austral, cuando debido al largo período de oscuridad, se dan una serie de condiciones meteorológicas en el vórtice polar del Polo Sur que lo aíslan del resto de la circulación atmosférica, alcanzándose en dicha región temperaturas especialmente bajas (por debajo de -78°C). A estas temperaturas, aunque el aire estratosférico es muy seco, se empiezan a formar nubes mezcla de agua y ácido nítrico denominadas nubes estratosféricas polares (PSC en inglés), en el seno de las cuales ocurren una serie de reacciones químicas que convierten compuestos halogenados inactivos provenientes de los CFCs y Halones en especies muy activas, especialmente compuestos de cloro y bromo. Estos compuestos, una vez inciden los primeros rayos de luz coincidiendo con el final del invierno y el principio de la primavera austral, reaccionan rápidamente liberando átomos de cloro y bromo muy reactivos, que atacan a las moléculas de ozono a través de un ciclo catalítico al final del cual, se vuelve a recuperar dicho átomo halogenado que está nuevamente disponible para destruir otra molécula de ozono. Se estima que un simple átomo de cloro puede llegar a destruir miles de moléculas de ozono.

Esta es la razón por la que el agujero de ozono empieza a producirse durante el mes de agosto, con la llegada de los primeros rayos solares a la zona, y alcanza su máxima extensión entre mediados de septiembre y principios de octubre, momento en el que la radiación solar incidente comienza a calentar la masa de aire antártica, rompiendo su aislamiento (vórtice polar) y permitiendo la llegada de aire “limpio” de agentes destructores y rico en ozono proveniente de otras latitudes, lo que permite la regeneración del ozono.

Evolución de la Capa de Ozono durante 2018

El pasado año 2018, de acuerdo a las observaciones de la NASA, el agujero de ozono, definido como aquella área donde la cantidad total de ozono en columna es inferior a 220UD (Unidades Dobson)¹, tuvo una extensión media de 22,9 millones de km^2 , alcanzando su máxima extensión el 20 de septiembre con un tamaño de 24,8 millones de km^2 (como referencia, sirva de ejemplo que la extensión del continente antártico es aproximadamente de 14 millones de km^2 , y que América del Norte ocupa una extensión algo mayor de 24 millones de km^2).

En cuanto al valor mínimo de ozono en promedio registrado en la región antártica durante el período de máxima destrucción de ozono, este fue de 112UD, según las observaciones de la NASA, con un valor mínimo en columna de 102UD el 11 y 12 de octubre. Hay que remontarse a 2011 para obtener un valor mínimo inferior al del pasado año.

Para una información detallada sobre el estado de la capa de ozono y su evolución, así como de sus efectos sobre la salud y el medio ambiente, se pueden consultar los últimos informes que al respecto ha publicado la Organización Meteorológica Mundial (OMM): “*Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018*” [1] y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): “*Environmental Effects and Interactions of Stratospheric Ozone Depletion, UV Radiation, and Climate Change: 2018 Assessment Report*” [2]

¹ Las unidades Dobson (UD) son una medida de la densidad de un gas traza en la atmósfera. Se suele utilizar ampliamente para medir el ozono total en la columna atmosférica. Para ello se calcula el espesor que tendría el ozono presente en la columna atmosférica en condiciones normales de temperatura y presión (0°C y 1 atmósfera respectivamente). Así un espesor de 0.01 mm de ozono medido en condiciones normales de temperatura y presión sería equivalente a 1 UD. En nuestras latitudes los valores observados se encuentran en torno a valores algo superiores a las 300 UD. El nombre hace referencia a Gordon Dobson. Dobson diseñó en los años 20 el primer aparato de medida de ozono total en la atmósfera: el espectrofotómetro Dobson que sigue siendo utilizado hoy en día

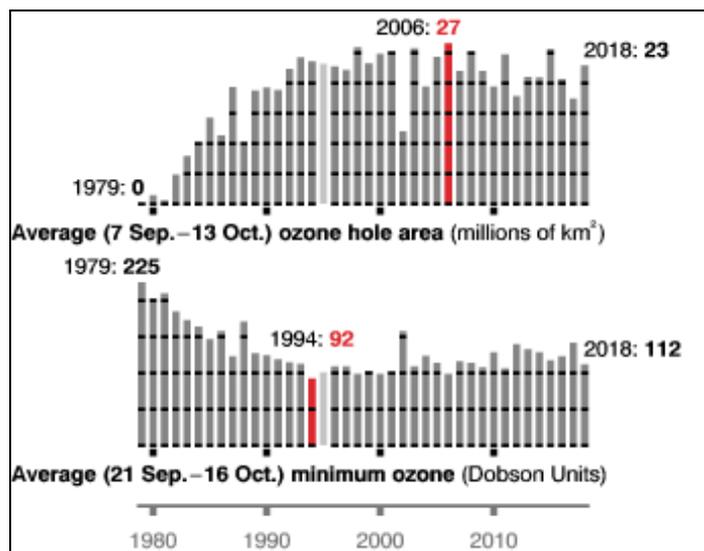


Fig. 1.- Comparativa con la evolución anual desde 1979 de la extensión media del agujero de ozono (millones de Km²) y los valores mínimos de ozono en columna medios (UD) obtenidos por la NASA durante los periodos de mayor destrucción de ozono. (Fuente: NASA Ozone Watch, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>, [3])

La vigilancia de la Capa de Ozono en AEMET

La Agencia Estatal de Meteorología vigila la Capa de Ozono en tiempo real a través de la red de espectrofotómetros Brewer instalados en A Coruña, Madrid, Zaragoza, Murcia, Izaña (Tenerife), Santa Cruz de Tenerife y El Arenosillo (INTA, Huelva), y mediante la realización semanal de ozonosondeos en las estaciones de Madrid y Santa Cruz de Tenerife. Los datos obtenidos, una vez validados, se envían diariamente a al Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación UV (WOUDC) en Canadá, por encargo de la Organización Meteorológica Mundial, con el fin de confeccionar los mapas de espesor total de ozono en el Hemisferio Norte.

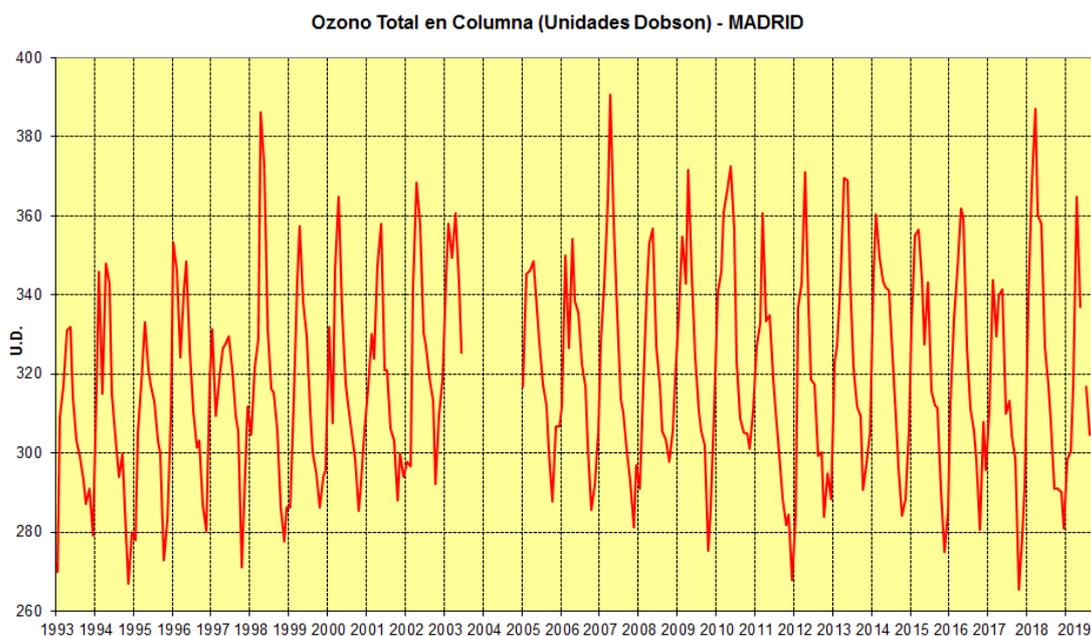


Fig. 2.- Serie histórica (1993-2018) de las medias mensuales de ozono total en columna registradas en Madrid (Ciudad Universitaria) obtenidas con los espectrofotómetros Brewer instalados en el Centro Radiométrico Nacional, en la sede central de AEMET (Madrid)

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) de la Agencia Estatal de Meteorología, situado en la isla de Tenerife, es el Centro Regional de Calibración de Ozono (RBCC-E) de la Red de Espectrofotómetros Brewer de Europa. El RBCC-E desde el año 2011 transfiere su propia calibración, obtenida mediante calibraciones absolutas, al resto de la red en campañas regulares cofinanciadas por la Agencia Espacial Europea (ESA). El RBCC-E participa además en actividades formativas y en el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a la observación del ozono.

El Observatorio de Izaña es además una de las estaciones de medida de referencia en el mundo reuniendo las medidas más precisas de ozono con los instrumentos: Brewer, Ozonosondas, DOAS y FTIR estos últimos en cooperación con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y con el Institute for Meteorology and Climate Research (IMK, Alemania). Estas medidas pertenecen al programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), así como a la red de excelencia “Network for the Detection of Atmospheric Composition Change” (NDACC).

AEMET co-lidera la acción europea EUBREWNET, que tiene como objetivo facilitar de forma homogénea y consistente las medias de ozono, radiación ultravioleta espectral y espesor óptico de aerosoles que proporcionan los espectrofotómetros Brewer. El proyecto, que se inició como un proyecto europeo, cuenta en la actualidad con la participación de 36 países de todo el mundo. Los científicos que participan en EUBREWNET trabajan de forma conjunta para aumentar la caracterización y calibración de los instrumentos, así como el proceso y control de calidad de las observaciones. La base de datos del proyecto se aloja en AEMET donde se reciben las observaciones y son procesadas en tiempo real de forma centralizada. Esta base de datos da respuesta a la demanda de organismos como la Organización Meteorológica Mundial, el Centro Mundial de Datos de Ozono y Ultravioleta (WOUDC, World Ozone and UV Data Centre), el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), y el Programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) de la Unión Europea para la vigilancia y observación de la tierra y la atmósfera. Más información sobre este proyecto disponible en el siguiente enlace:

<http://www.eubrewnet.org/eubrewnet/default/index>

El CIAI también es también el centro de calibración de la red de espectrofotómetros PANDORA (Pandonia) financiada por la ESA este equipo recientemente desarrollado por la NASA además de proporcionar la medida de ozono proporciona medidas de NO₂, SO₂ y AOD usados para la validación del Satélite EarthCare.

Además, AEMET dispone de una red de medida de radiación ultravioleta -en relación directa con el espesor de la capa de ozono- que consta de más de veinticinco estaciones distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional y cuyos datos se muestran en la web de AEMET junto con los valores de ozono total en columna en la siguiente dirección:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/ultravioleta?datos=mapa>

Por otro lado, también se encuentra en operación un sistema de predicción del índice ultravioleta (UVI) con cielos despejados para todos los municipios españoles. Este índice se calcula diariamente a partir de los valores de ozono previstos por el modelo numérico global de la atmósfera del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio. Estos datos están disponibles en la página web de AEMET:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv>

Finalmente existe en AEMET un modelo de transporte químico² que proporciona información de composición química de la atmósfera para realizar predicciones operativas de calidad del aire sobre la Península. Adicionalmente, y de manera no operativa, también se dispone de un sistema de predicción que abarca otras regiones de interés, como es en este caso la región antártica.

² El modelo de transporte químico utilizado en AEMET es MOCAGE, desarrollado por Météo France y utilizado en AEMET en virtud de un convenio de colaboración entre ambas instituciones.

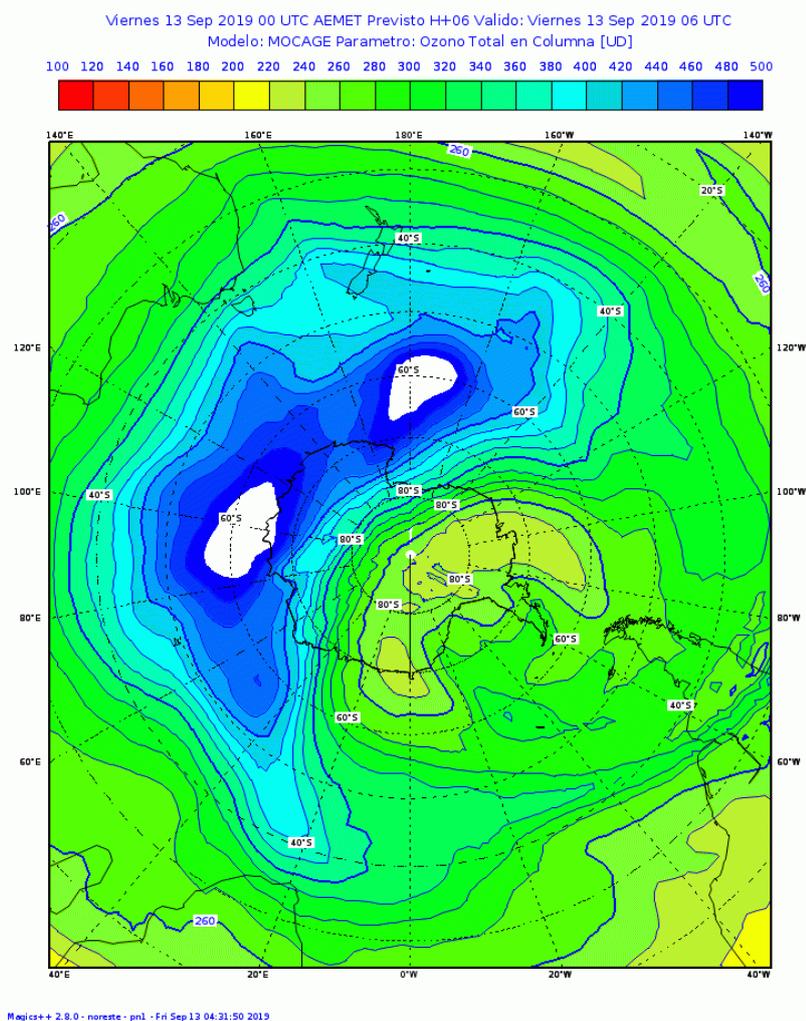


Fig. 3.-Predicción de Ozono Total en Columna (UD) para la región antártica generada en AEMET mediante el modelo de transporte químico MOCAGE (Météo-France) para el día 13 de septiembre de 2019 a las 06 UTC

Referencias

- [1] Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018. Organización Meteorológica Mundial (OMM), <https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-05/SAP-2018-Assessment-report.pdf>
- [2] Environmental effects of Ozone Depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/EEAP_assessment-report-2018%20%282%29.pdf.pdf
- [3] Ozone Hole Watch. Goddard Space Flight Center. National Aeronautics and Space Administration, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>