

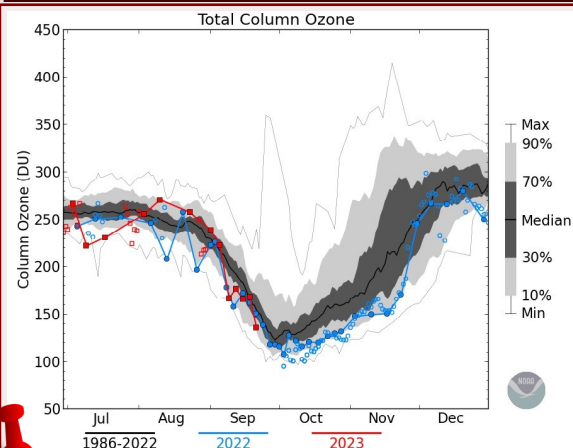
Contexto general del ozono antártico

Desde fines de agosto las cantidades de ozono sobre la Antártica han estado en una rápida disminución, dando inicio y desarrollo del ciclo del Agujero de Ozono de este año 2023. Su cobertura actualmente abarca gran parte del continente Antártico, alcanzando un tamaño de alrededor de 26 millones de km² a mediados de septiembre. Este valor está por encima del promedio de la última década, y se espera que en los próximos días se mantenga sobre los 22 millones de km² (según pronóstico de TEMIS - <http://www.temis.nl/ozone/>).

Altas concentraciones de ozono se observan en torno al vórtice polar y una disminución a medida que nos acercamos hacia el centro de él, variando desde las 130 UD dentro del vórtice y por sobre las 430 UD fuera de él.

La estratósfera se ha mantenido estable y con temperaturas que han superado su mínimo pero aún se encuentran por debajo del umbral de -78°C para formación de NEPs* en varios lugares. **En general las temperaturas estuvieron bajo los valores normales para la época.**

Como se puede observar en la figura 1, los valores de columna de ozono durante este año, si bien ha tenido diferentes oscilaciones, actualmente se encuentran en su etapa de disminución y acercándose a su peak mínimo, que por cierto, está por debajo lo normal. Durante septiembre, **el Agujero de Ozono 2023 ha tenido un comportamiento de mayor desarrollo en comparación al de los años 2022, 2021 y 2020.**



*Las Nubes Estratosféricas Polares (NEPs) se dividen en dos tipos según el umbral de temperatura que se alcance. Las de tipo I son aquellas que se forman a temperaturas inferiores a -78°C mientras que las de tipo II lo hacen a temperaturas inferiores a los -85°C . Están compuestas de pequeños cristales de hielo y se caracterizan por procesos químicos que destruyen la capa de ozono.

Figura 1. Columna de ozono total (en UD) en promedio para el Polo Sur. Los datos están desde el mes de julio y es posible compararlo con años anteriores (2022). Fuente: NOAA.

El Protocolo de Montreal, firmado en 1987, tiene por objetivo la disminución de las concentraciones de Cloro y Bromo en la estratósfera. Ha sido revisado en la reunión realizada en Kigali, Ruanda, el año 2016, donde se ha generado la "Enmienda de Kigali" que busca reducir los hidrofluorocarbonos (HFC) al año 2025. Chile ha sido el séptimo país del mundo, y el primero en Sudamérica, en ratificar esta enmienda, iniciando su puesta en marcha el 1 de enero de 2019. Sin el Protocolo de Montreal y sus enmiendas, las sustancias halógenas estratosféricas habrían tenido un aumento significativo durante el siglo XXI.

Formación del Agujero de Ozono

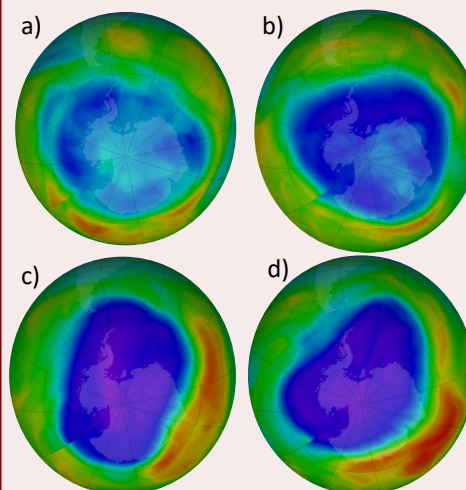


Figura 2. Columna de ozono total para los días a) 12-agosto, b) 01-septiembre, c) 22-septiembre y d) 24-septiembre de 2023. Fuente: NASA.

En la Figura 2 se observa la evolución del Agujero de Ozono, en distintas fechas, comenzando el 12 de agosto (Figura 2.a) hasta el 24 de septiembre (Figura 2.d).

Se puede ver que el Agujero se está intensificando (o formando) y que el día 22 de septiembre (figura 2.c) alcanzó la zona Austral de Chile. Esto se aprecia al observar los tonos azules que indican el área que es afectada.

Bordeando al Agujero de Ozono, se pueden ver las zonas con grandes cantidades de Ozono, alrededor de las latitudes 50°S - 60°S .



En el perfil vertical de temperatura de los días 01 y 21 de septiembre, se observa que la temperatura está por sobre el promedio 1991-2012 desde los 20 km de altura (figura izquierda), en cambio, en el perfil de la derecha podemos ver que la temperatura está por debajo del promedio y los valores están cercanos al 10% mas bajo del período en gran parte de la columna estratosférica, dando cuenta de un enfriamiento.

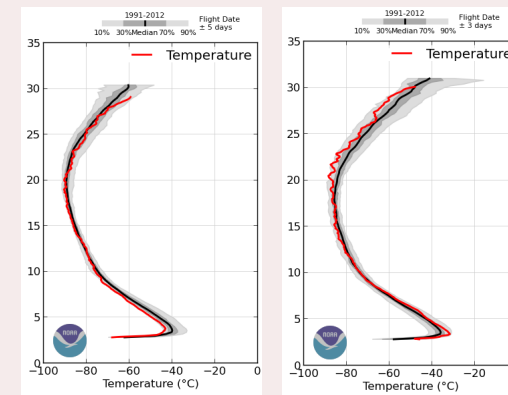
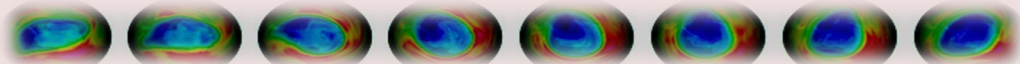


Figura 3. Perfil vertical de temperatura en la estación Polo Sur—Antártica, a partir de ozonosondas de los días 01 (izquierda) y 21 (derecha) de septiembre de 2023. Fuente: NOAA.



Evolución del Agujero de Ozono

Como se muestra en la figura 4.a, el área del Agujero de Ozono estuvo sobre los valores normales de su ciclo hasta finales de septiembre, manteniendo una tendencia a estar más grande de lo habitual, bordeando los 25 millones de km² durante septiembre. Los valores han oscilado en rangos sobre lo normal, siendo altos para la época del año, situación que es muy parecida al ciclo registrado durante el año 2022. De acuerdo al ciclo del Agujero de Ozono, durante el próximo mes de octubre debería iniciar su proceso de cierre, sin embargo, es necesario ir monitoreando este comportamiento ya que está muy condicionado a lo que ocurra en la atmósfera.

En el caso de los valores de mínimo de columna de ozono (figura 4.b), durante agosto y septiembre los valores han estado bajo el promedio, sin embargo, a finales de septiembre se vio un incremento que ha mantenido los valores muy cerca del promedio 1979-2023, alcanzando un mínimo cercano a 130 UD. Situación que también se asemeja a lo ocurrido el año 2022, donde los valores permanecieron gran parte del tiempo por debajo lo esperado.

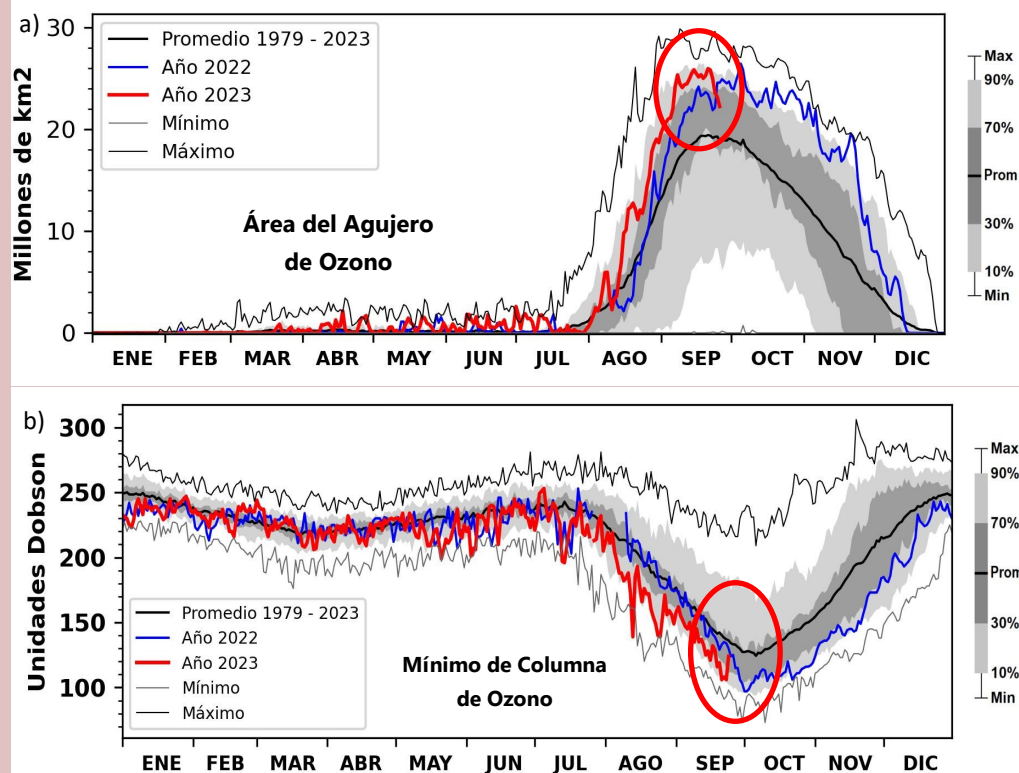
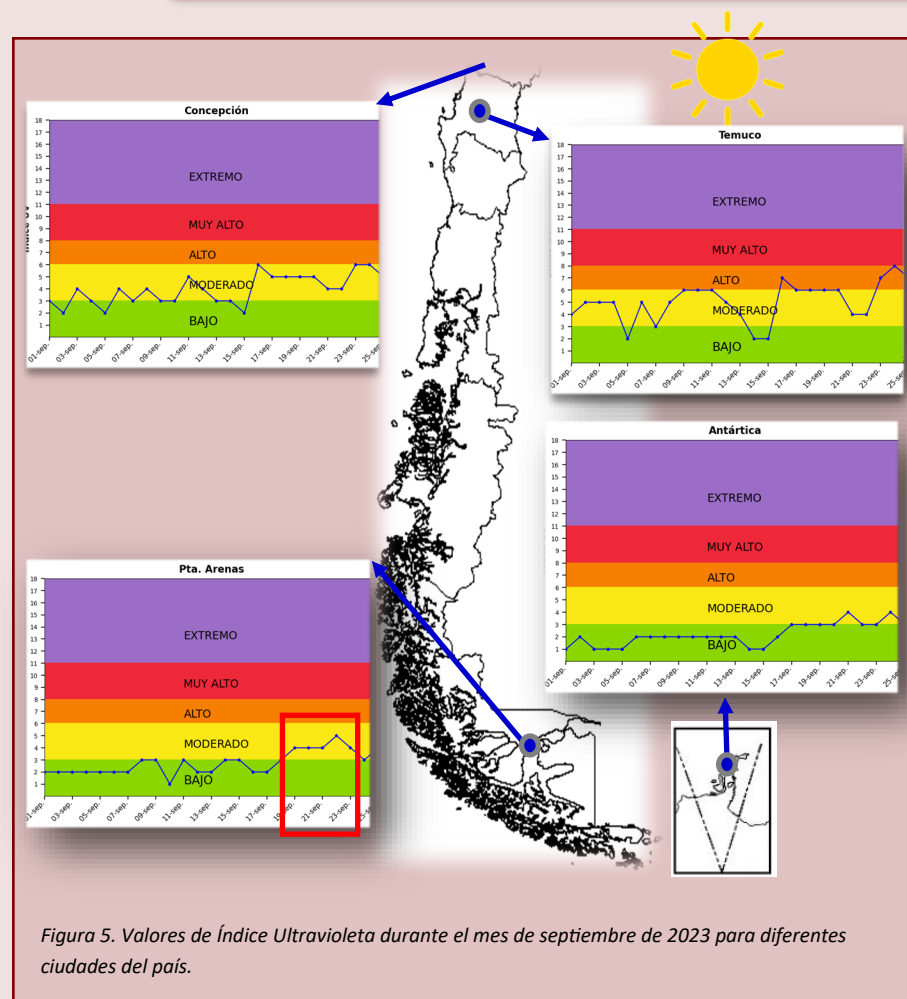


Figura 4. a) Área y b) Mínimo de columna de Ozono en Unidades Dobson [UD] para latitudes mayores de 30°S. Fuente: NASA Ozone Watch.



Efectos en la Radiación UV

Durante septiembre el Agujero de Ozono se posicionó sobre Magallanes entre los días 18 y 23 del mes, pudiendo incrementar en 1 a 2 unidades el Índice Ultravioleta (Figura 5. Pta. Arenas). Los aumentos que se registran en el resto de las ciudades están más bien asociados a las condiciones naturales durante la época, donde los valores de Índice UV han comenzado a aumentar acorde a la estacionalidad de la zona.

Es importante que se comiencen a tomar medidas de prevención. Esta información y el pronóstico para los días siguientes lo puedes encontrar en <http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/>

(Pronóstico de Índice de radiación UV)

