

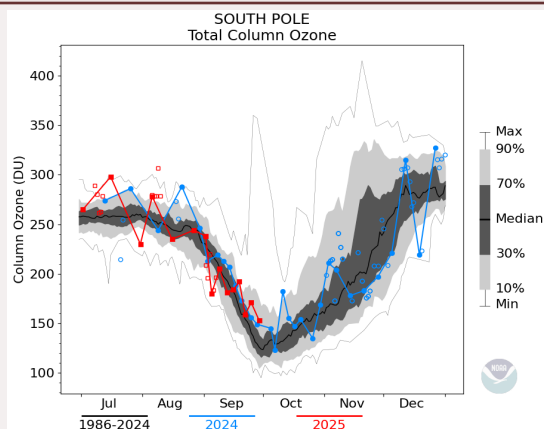
Contexto general del ozono antártico

Desde fines de agosto, las concentraciones de ozono sobre la Antártica han presentado una rápida disminución, dando inicio y desarrollo del ciclo del Agujero de Ozono de la temporada 2025-2026. Su cobertura actualmente abarca gran parte del continente Antártico, alcanzando un tamaño de alrededor de 23 millones de km² a principios de septiembre. Este valor está dentro del promedio de la última década, se espera que en los próximos días se mantenga en 15 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 160 UD dentro del vórtice y sobre las 460 UD fuera de él.

La estratósfera se ha mantenido estable y con temperaturas por debajo del umbral de -78°C para formación de NEPs* en varios lugares, sobre todo a principios de septiembre. **En general las temperaturas estuvieron principalmente cercanos al promedio para la época.**

Como se observa en la figura 1, los valores de la columna total de ozono en el Polo Sur durante 2025 (línea roja) muestran un comportamiento similar al promedio histórico, manteniéndose dentro del rango normal. En comparación con 2024 (línea azul), el descenso del ozono comenzó de manera algo más tardía, pero los valores actuales se encuentran en niveles cercanos al mínimo anual, típicos de esta época del año. En general, el desarrollo del Agujero de Ozono en 2025 ha sido comparable al de años recientes y se mantiene dentro de la variabilidad observada entre 1986 y 2024.



*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 año anterior (2024). 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

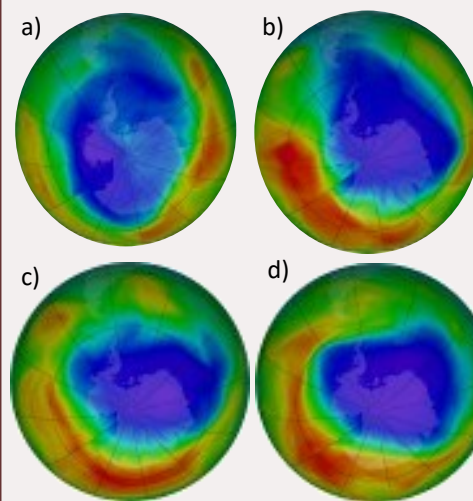


Figura 2. Columna de ozono total para los días a) 01-septiembre, b) 09-septiembre, c) 17-septiembre y d) 30-septiembre de 2024. Fuente: NASA.

En la figura 2, se observa la evolución del Agujero de Ozono, en distintas fechas, comenzando el 01 de septiembre (Figura 2.a) hasta el 30 de septiembre (Figura 2.d).

En ella se muestra que el Agujero se está intensificando (o formando) y que el día 09 de septiembre (figura 2.b) ha alcanzado el extremo sur 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 $60^{\circ}\text{S} - 70^{\circ}\text{S}$.



En el perfil vertical de temperatura de los días 08 y 28 de septiembre, se observa que la temperatura está dentro del promedio 1991-2012 (figura izquierda), en cambio, en el perfil de la derecha podemos ver que la temperatura está sobre el promedio y los valores están cercanos al 70 % y 90 % del promedio en gran parte de la columna estratosférica.

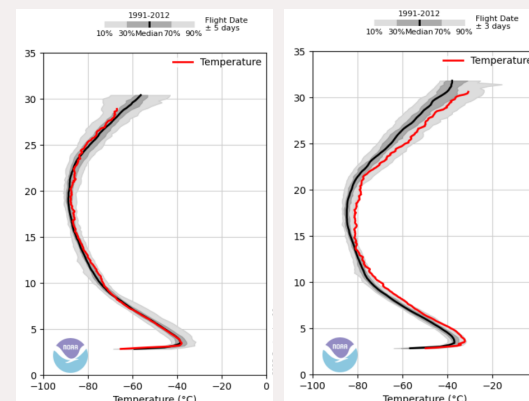
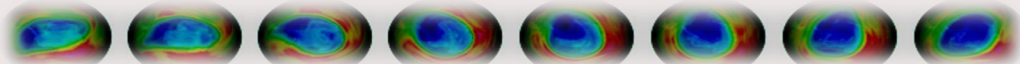


Figura 3. Perfil vertical de temperatura en la estación Polo Sur—Antártica, a partir de ozonosondas de los días 08 (izquierda) y 28 (derecha) de septiembre de 2025. Fuente: NOAA.



Evolución del Agujero de Ozono

Como se muestra en la figura 4.a, el área del Agujero de Ozono durante 2025 alcanzó valores superiores al promedio histórico hacia principios de septiembre, manteniéndose por encima de lo normal para esta época del año, con una extensión cercana a los 22 millones de km². A lo largo de la temporada, los valores han permanecido en rangos cercanos al promedio, aunque con diferencias ligeramente menor a la observada en 2024. De acuerdo con el comportamiento típico del ciclo del Agujero de Ozono, durante octubre debiera comenzar su proceso de cierre; sin embargo, es necesario continuar monitoreando su evolución, ya que depende fuertemente de las condiciones atmosféricas presentes.

En el caso de los valores mínimos de la columna de ozono (figura 4.b), durante agosto y septiembre de 2025 se observa que los valores se mantuvieron cercanos al promedio histórico, con algunas fluctuaciones dentro del rango normal. Sin embargo, hacia fines de septiembre se registró una disminución más marcada, alcanzando un valor mínimo cercano a las 120 Unidades Dobson. Esta situación es similar a la observada en 2024, cuando los valores también permanecieron bajo lo esperado durante gran parte del periodo,

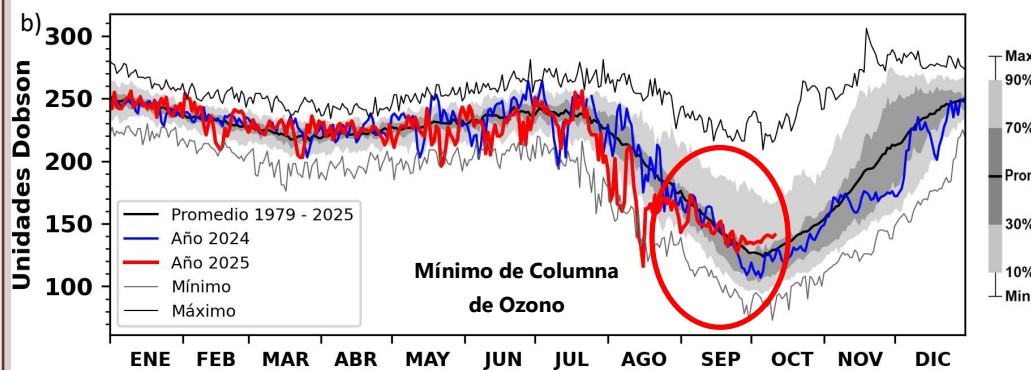
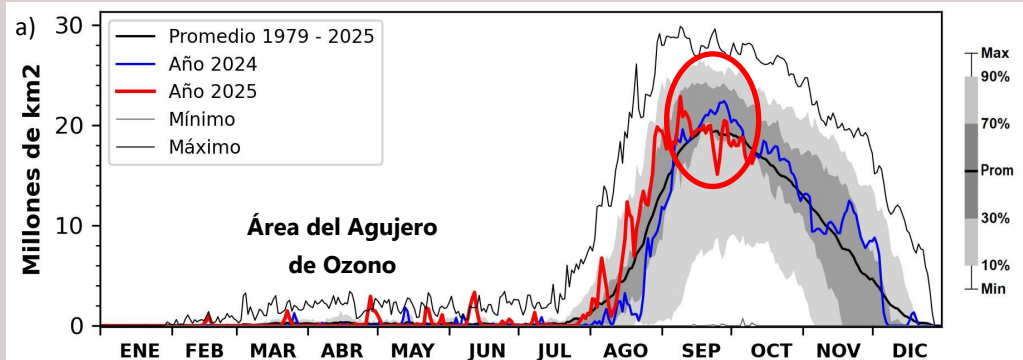


Figura 4. a) Área y b) Mínimo de columna de Ozono en Unidades Dobson [UD] para latitudes mayores de 30°S. Fuente: NASA Ozone Watch.

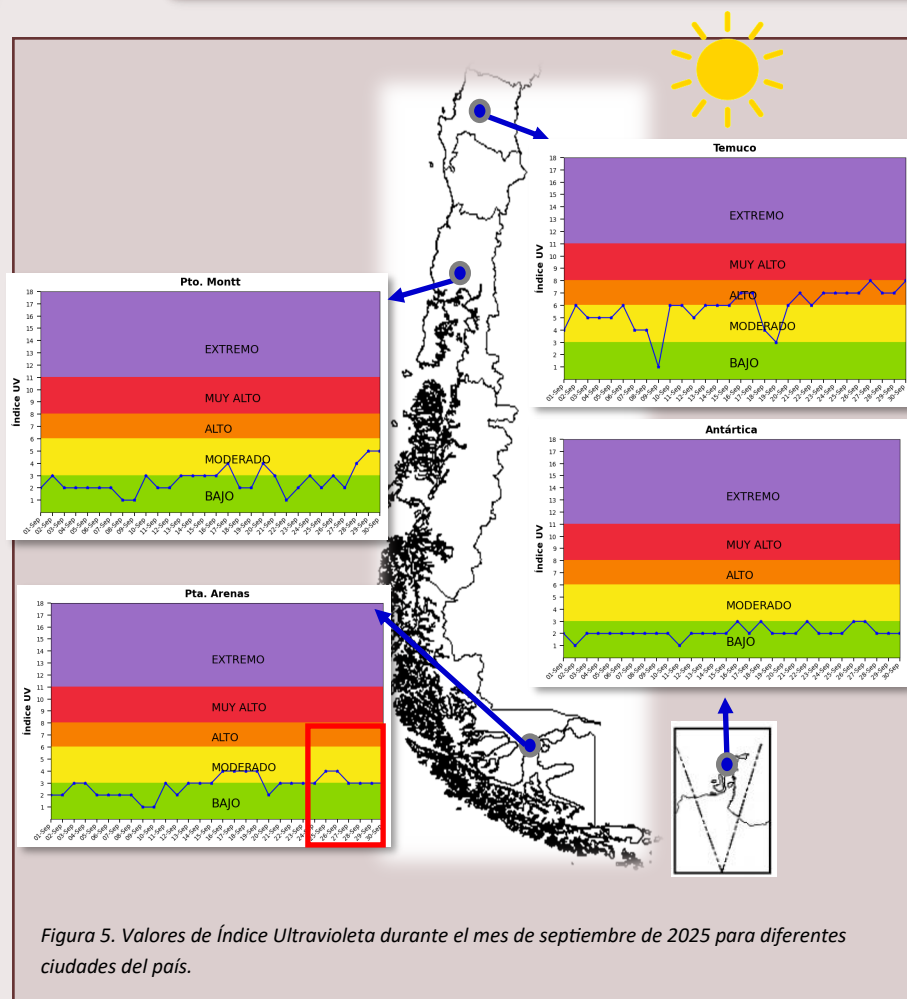


Figura 5. Valores de Índice Ultravioleta durante el mes de septiembre de 2025 para diferentes ciudades del país.

Efectos en la Radiación UV

Durante septiembre, el Agujero de Ozono no se ha ubicado sobre el extremo sur del país, se puede observar que los valores del Índice Ultravioleta alcanzaron hasta 4 unidades hacia fines de mes (Figura 5, estación de Punta Arenas). Este aumento se asocia principalmente a las condiciones naturales propias de la época, ya que el Índice UV comienza a incrementar conforme avanza la temporada. Un comportamiento similar se ha registrado también en distintas ciudades del país.

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)

