



Capa de ozono

Por su cercanía al Agujero de Ozono Antártico, la zona austral de Chile es particularmente vulnerable. En los últimos años, se observa una disminución de este agujero.

Foto: Estrecho de Magallanes, Rafael Chauquelaf, Fundación Imagen País.



Capa de Ozono

La disminución de la capa de ozono constituye un problema global, al cual Chile es particularmente vulnerable, debido a su ubicación geográfica cercana al Ecuador y al Agujero de Ozono Antártico (AOA).

La capa de ozono es la zona de la estratósfera, entre 15 y 40 km de altura aproximada sobre la superficie terrestre, que concentra más del 90% del ozono, siendo mayor en la cercanía de los polos y menor en torno al Ecuador. Esta capa actúa como un escudo protector de la radiación ultravioleta (UV), especialmente la ultravioleta B (UVB - onda media). Cuando se debilita, la radiación UV aumenta, provocando efectos dañinos: en humanos, la exposición a incrementos de radiación UV aumenta los riesgos de cáncer de piel, de cataratas y debilita el sistema inmunológico. En el medio ambiente, puede disminuir el crecimiento de plantas y afectar a organismos unicelulares y sistemas acuáticos.

Mundialmente, se han realizado importantes esfuerzos por reducir y eliminar las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), coordinadas en torno al Protocolo de Montreal, del cual Chile forma parte. Los expertos estiman que, si se cumplen las obligaciones del protocolo, la capa de ozono recuperaría sus niveles de los años 70 en el hemisferio sur, hacia el año 2065.

Chile ha cumplido de forma exitosa su compromiso de reducción y eliminación de SAO. En este marco, entró en vigor la Ley N° 20.096 ("Ley de Ozono") que establece mecanismos de control aplicables a todas las SAO. Se han establecido, además, dos metas extras de reducción de consumo de hidrofluorocarbonos (HFC) y proyectos para la reconversión de su uso como agentes de aislación térmica.

En 2017 Chile fue el primer país latinoamericano en ratificar la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal, para la reducción de los HFC. Las obligaciones del acuerdo establecen acciones a partir de 2020, y contemplan el congelamiento de importaciones desde el 01 de enero del 2024 y luego reducir gradualmente el consumo hasta llegar a un 80% de reducción respecto a la línea base, en el año 2045.

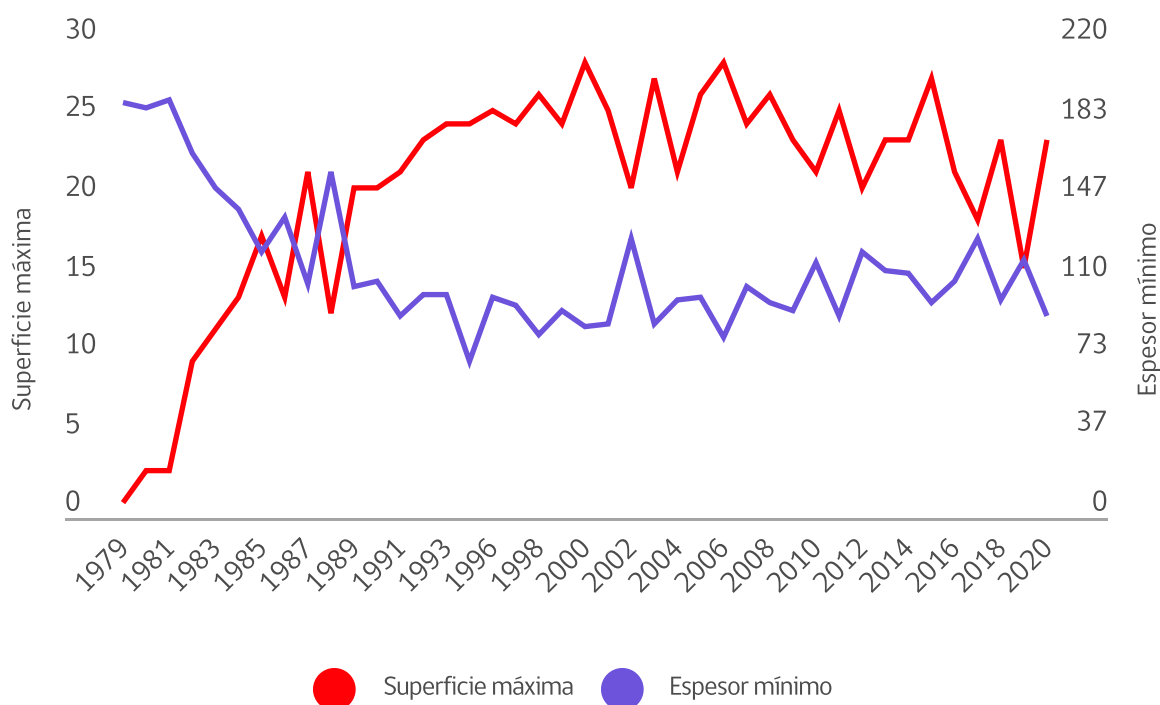
Los HFC no agotan la capa de ozono, pero son potentes gases de efecto invernadero, que se incluyeron en el Protocolo de Montreal, manteniendo las atribuciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, porque estos son alternativas directas de las SAO y en cierto sentido, el Protocolo de Montreal incentivó su uso. A partir de la ratificación de la Enmienda de Kigali, las sustancias se denominan como "sustancias controladas por el Protocolo de Montreal", para incluir a los HFC.

I-01. SUPERFICIE MÁXIMA Y ESPESOR MÍNIMO DEL AGUJERO DE OZONO ANTÁRTICO

Entre 1979 y 2020 la superficie máxima del Agujero de Ozono Antártico (AOA) ha aumentado desde 1,1 a 24,8 millones de km², siendo este último valor equivalente al 5% de la superficie del Planeta Tierra y superior a la superficie de América del Norte, y su espesor mínimo ha disminuido desde 194 a 94 Unidades Dobson (UD).

Entre 1980 y 2000, se observa el deterioro más dramático del AOA, pero luego las series muestran una estabilización. Incluso, a partir del 2006 se observa una tendencia a la recuperación del AOA, en cuanto a la disminución del tamaño y aumento del espesor, lo que mejoraría su capacidad de filtración de los rayos UV.

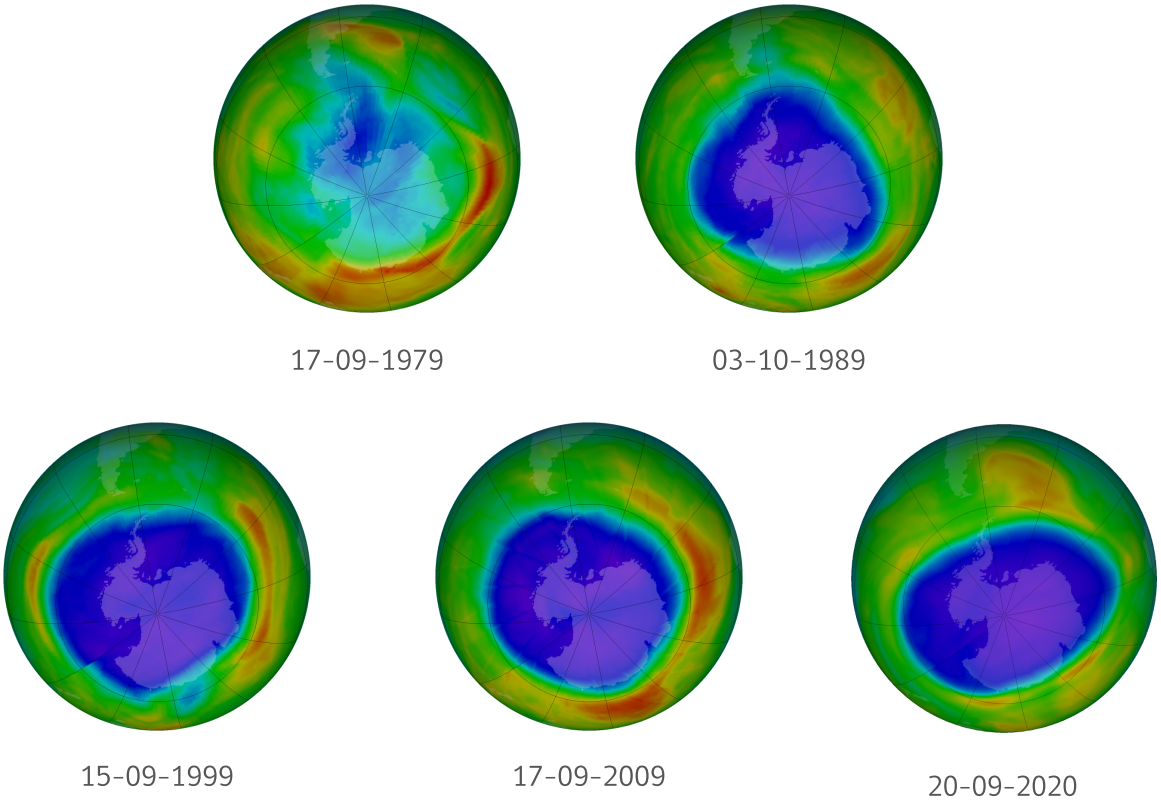
Superficie máxima y espesor mínimo del Agujero de Ozono Antártico, 1979-2020



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de NASA, 2021.

Agujero de Ozono Antártico máximo,
1979-2020



Descripción	Evolución de la superficie máxima (millones de km2) y mínimo espesor (Unidades Dobson) del Agujero de Ozono Antártico (AOA).
Metodología	El Agujero de Ozono Antártico (AOA) corresponde a un adelgazamiento de la capa de ozono sobre la Antártica, debido a la combinación de: bajas temperaturas de esta zona de la atmósfera, la presencia de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) que libera el hombre, y la radiación solar; que en conjunto favorecen reacciones destructivas del ozono. La superficie del AOA corresponde al área que cubre este fenómeno, en millones de km2. El AOA se define, por convención, como la zona en la cual el espesor de la capa de ozono (columna total de ozono) es igual o inferior a 220 Unidades Dobson (UD). La UD equivale a 0,01 mm en condiciones normales de presión y de temperatura (1 atm y 0 °C, respectivamente), expresado en número de moléculas. El mínimo de la columna de ozono total corresponde al espesor mínimo registrado de la capa de ozono, expresado en UD, en una fecha determinada.
Fuente de los datos	NASA, Ozone Hole Watch, 2021.

I-02. COLUMNA DE OZONO EN CIUDADES Y LUGARES SELECCIONADOS DEL PAÍS

Al comparar el promedio del periodo 1978-1987 (sin influencia del AOA) con el año 2020, se observan disminuciones del espesor de la Capa de Ozono sobre todos los lugares del país, aumentando el riesgo de la población ante la radiación UV. Esta variación difiere según lugar y estación del año. En las localidades más australes, donde el AOA influencia los valores de primavera y verano, se observan mayores variaciones estacionales.

Columna de ozono en ciudades y lugares seleccionados del país (unidades Dobson), 1978-1987 Y 2020

CIUDAD	VERANO				
	1978-1987	2018	2019	2020	% variación 1978-1987 a 2020
Arica	263	261	258	260	-1.1
Iquique	268	259	256	261	-2.6
Copiapó	274	262	260	266	-2.9
Valparaíso - Santiago	281	277	277	273	-2.8
Concepción	288	284	282	283	-1.7
Valdivia - Puerto Montt	296	288	288	290	-2
Aysén	305	293	289	295	-3.3
Punta Arenas	318	310	301	307	-3.5
Base Frei - Antártica	323	316	307	307	-5

 **Download data**

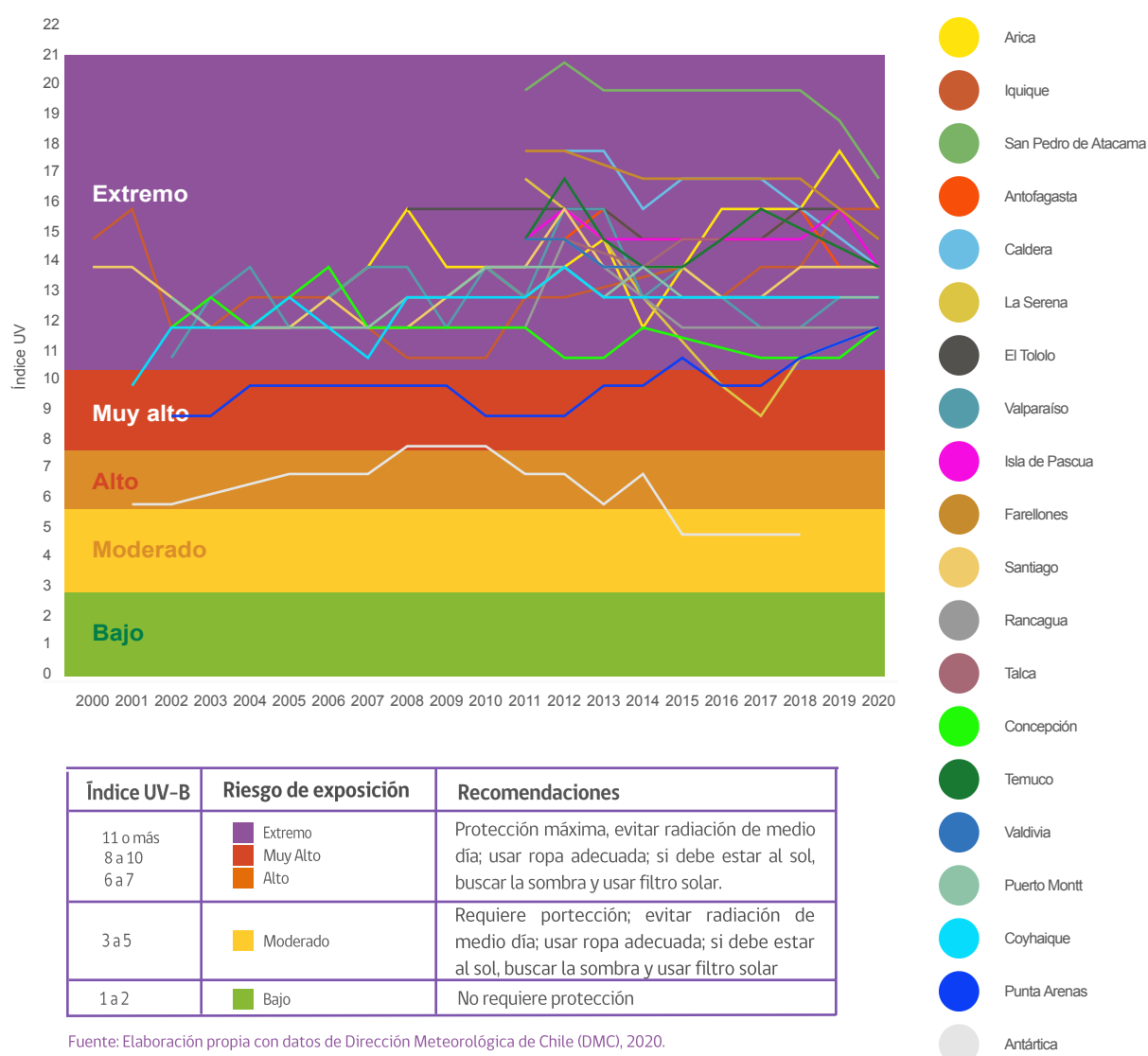
Fuente: Elaboración propia con datos de NASA proporcionados por DMC, 2021

Descripción	Evolución de la columna de ozono (espesor de la capa de ozono medida en Unidades Dobson) sobre ciudades y lugares seleccionados del país según estaciones del año y distintos periodos de tiempo.
Metodología	La metodología para definir una ola de calor utiliza los criterios propuestos por la Organización Meteorológica Mundial. Se incluye el promedio de la columna de ozono de la serie 1978 a 1987, que corresponde a un período sin la influencia del Agujero de Ozono Antártico (AOA), y además el promedio de años recientes. A su vez, se ha subdividido cada período de acuerdo a las cuatro estaciones del año, debido fundamentalmente a la variación estacional que muestra la capa de ozono, con valores mínimos durante el otoño/invierno y máximos en primavera-verano.
Fuente de los datos	NASA, datos del Instrumento de Monitoreo de Ozono (OMI) del satélite AURA, 2021.

I-03. ÍNDICE UV-B MÁXIMO EN CIUDADES Y LUGARES DEL PAÍS

La radiación ultravioleta UV-B es un problema preocupante en nuestro país. En general, en el periodo 2000-2020, casi todos los lugares del país han alcanzado valores extremos de riesgo de exposición a la radiación UV-B. El año 2020 los valores extremos más altos se registraron en San Pedro de Atacama (17) e Iquique (16).

Índice UV-B máximo en ciudades y lugares del país, 2000-2020



 Download data

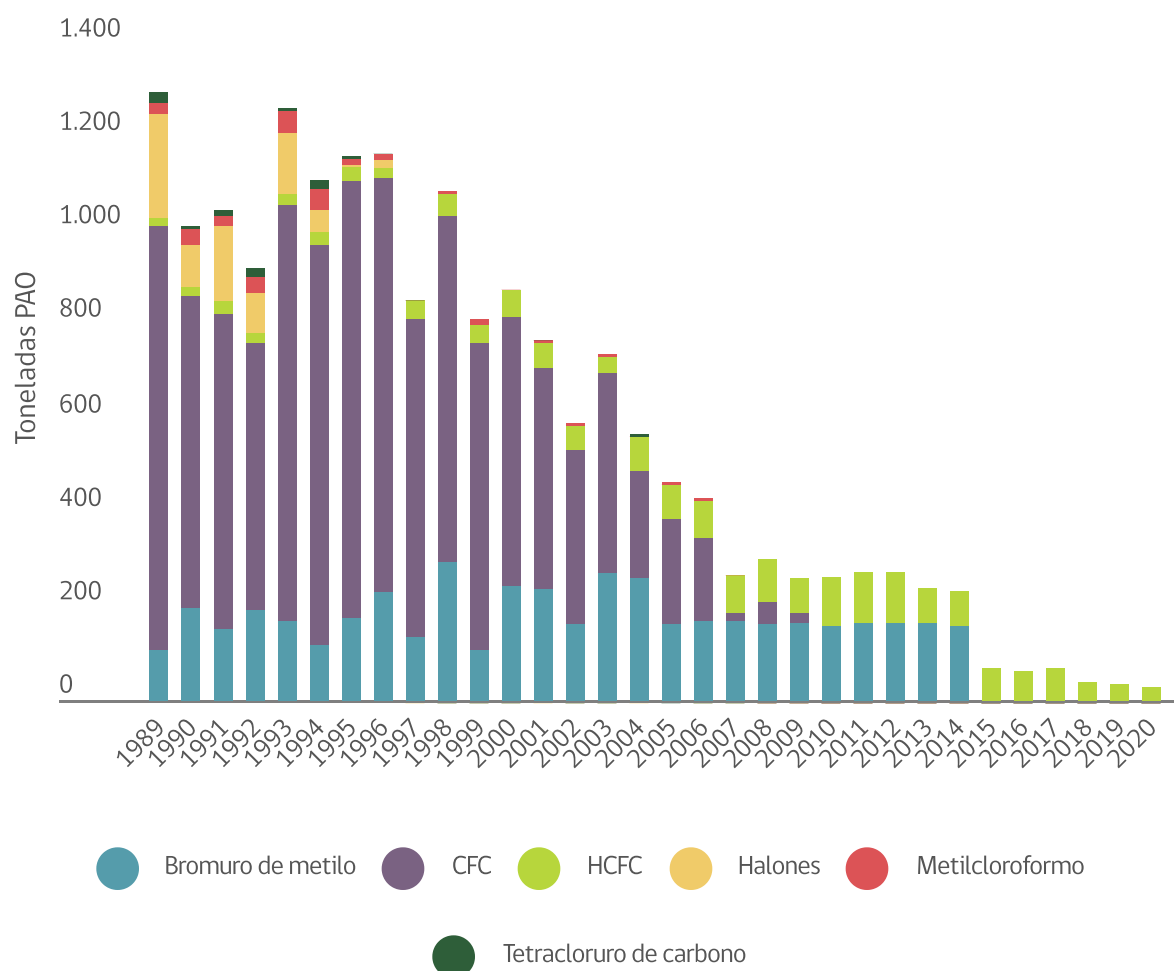
Fuente: Elaboración propia con datos de DMC, 2021.

Descripción	Indicador que muestra los niveles máximos de intensidad de radiación ultravioleta, expresado cómo el índice UV-B máximo registrado en meses de verano en ciudades y lugares de las 16 regiones del país.
Metodología	El índice UV-B es una medida de intensidad de radiación ultravioleta sobre la superficie de la tierra, durante la hora de máxima radiación. Su valor se expresa en una escala de 0 a 11 ó + según Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Meteorológica Mundial (OMM) Cuanto más alta es la intensidad, mayor el riesgo de exposición. Los valores de intensidad se dividen en 5 categorías de exposición (extremo, muy alto, alto, moderado y bajo).
Fuente de los datos	Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2021.

I-06. CONSUMO NACIONAL TOTAL DE SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO (SAO)

El consumo nacional de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) se ha reducido de forma significativa, cumpliendo con creces las metas del Protocolo de Montreal. Entre 1989 y 2020 el consumo total de toneladas PAO disminuyó un 98%, pasando desde 1.298,3 toneladas PAO que abarcaban los seis grupos de SAO con una mayor participación de los Clorofluorocarbonos (CFC), a solo 27 toneladas PAO correspondientes solo al grupo Hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Consumo nacional total de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), 1989-2020



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de MMA, 2021.

Descripción	Indicador que muestra la evolución anual del consumo nacional de las distintas Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). Chile ratificó el Protocolo de Montreal en 1990, mediante el cual se establece la reducción de consumo de SAO controladas. Para dar cumplimiento a ello, el país elaboró el D.S. N° 37 de 2007, derogado por el D.S. N° 75 de 2012, a su vez derogado por el D.S. N° 3 de 2019, todos MINSEGPRES, en los cuales se establecieron calendarios de reducción gradual del consumo (volúmenes máximos de importaciones permitidas) de las SAO controladas, destacándose los siguientes hitos de eliminación total (volumen máximo permitido igual a cero): 2010: Grupos I (CFCs) y II (Halones) del Anexo A y Grupo II (Tetracloruro de carbono) del Anexo B. 2015: Grupo III (Metilcloroformo) del Anexo B y Grupo I (Bromuro de metilo) del Anexo E. 2030: Grupo I (HCFCs) del Anexo C. 2045: Grupo I (HFC) y II (HFC-23) del Anexo F
Metodología	El consumo nacional de SAO se expresa como producción más importaciones menos exportaciones de cada sustancia, expresado en toneladas ponderadas por su respectivo potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO). El país no realiza producción de SAO y sus exportaciones son poco significativas, por lo que el consumo se remite a las importaciones. PAO es una medida que representa la capacidad de cada sustancia para destruir la capa de ozono y permite llevar a una unidad común las distintas SAO. Se ha dado un nivel de referencia de 1 a los CFC-11 y 12 (WMO y UNEP, 2003). Este índice toma en cuenta la estabilidad, tasa de difusión, cantidad de átomos destructores por molécula y el efecto de la radiación ultravioleta y otro tipo de radiación sobre las moléculas (United Nations, 1996).
Fuente de los datos	Ministerio del Medio Ambiente, 2021. Datos reportados a la Secretaría de Ozono.