

SMN | REPORTE PRELIMINAR

ESTADO DEL CLIMA EN ARGENTINA 2022

Imagen satelital de los incendios en Corrientes del 23 febrero al 5 marzo 2022.
Satélite Landsat 8, sensor OLI/TIRS. Imagen RGB 6-5-4. Procesado por el
Servicio Meteorológico Nacional.



Servicio
Meteorológico
Nacional
Argentina



Ministerio de Defensa
Argentina

Editores

María de los Milagros Skansi

Autores

María Mercedes Poggi

José Luis Stella

Karina Flores

Norma Garay

María de los Milagros Skansi

Laura Aldeco

Diana Domínguez

Alejandro Godoy

María Elena Barlasina

Lino Condori

Giselle Marincovich

Gerardo Carbajal

Fernando Nollas

Julián Lell

Colaboradores

Camila Córdoba Fradinger

Carina Bolzi

Daniela D'Amen

Hernán Veiga

Julián Goñi

Marcelo Fontana

Matías Menalled

Natalia Herrera

Ramón de Elia

Svetlana Cherkasova

Revisores

Valentina Rabanal

María Mercedes Poggi

Diseño Editorial

Guadalupe Cruz Díaz

RESUMEN	3
Sección 1. INTRODUCCIÓN	4
1. Introducción	5
Sección 2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A NIVEL PAÍS	7
2.1 Temperatura	8
2.2 Precipitación	10
2.3 Principales anomalías climáticas	11
2.3.1 Temperatura estacional	11
2.3.2 Precipitación estacional	15
2.4 Eventos extremos	17
2.4.1 Eventos destacados y valores diarios extremos	17
2.4.2 Olas de calor	18
2.4.3 Olas de frío	19
2.4.4 Sequía	19
2.5 Temperatura en Antártida	21
Sección 3. FORZANTES DESTACADOS DE ESCALA ESTACIONAL Y SUBESTACIONAL	23
3.1 Estado de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)	24
3.2 Estado del Dipolo del Océano Índico (DOI)	25
3.3 Estado de la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (SAM, AAO)	25
3.4 Estado de la Oscilación de Madden-Julian (MJO)	26
Sección 4. GASES DE EFECTO INVERNADERO, REACTIVOS Y AEROSOLES	27
4.1 Dióxido de carbono (CO ₂)	28
4.2 Metano (CH ₄)	29
4.3 Monóxido de Carbono (CO)	30
4.4 Ozono (O ₃) superficial	31
Sección 5. MONITOREO DE LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA	32
5.1 Capa de ozono	33
5.1.1 Observatorio La Quiaca	33
5.1.2 Observatorio Central Buenos Aires	34
5.1.3 Estación Comodoro Rivadavia	34
5.1.4 Estación VAG Ushuaia	35
5.1.5 Estación Marambio	35
5.2 Radiación solar ultravioleta	36
5.2.1 Monitoreo del índice UV durante 2022	37

Resumen

El presente reporte del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) realiza una evaluación de las condiciones climáticas que afectaron a la Argentina desde enero a septiembre de 2022.

De acuerdo con los datos oficiales preliminares, la temperatura media del país fue levemente inferior a lo normal con respecto al período climatológico de referencia, lo que ubica, hasta el momento, al 2022 en el puesto 21 de los años más fríos desde 1961. Desde 2007 que no se observaba un período enero-septiembre con anomalías negativas. En las estaciones situadas en la Antártida, por el contrario, se registraron condiciones más cálidas que el promedio.

Varios episodios de calor y frío extremo tuvieron lugar en lo que va del 2022. En el verano 2021/2022 ocurrieron las tres primeras olas de calor de la temporada, con un evento sin precedentes que afectó a gran parte del país entre el 6 y el 26 de enero. Este es considerado una de las olas de calor más extremas debido a su extensión (72 % del territorio nacional), duración (hasta 14 días) y récords históricos de temperaturas extremas, que se alcanzaron en 24 localidades. Dentro de un otoño-invierno más frío que lo normal, tres episodios de ola de frío se registraron entre los meses de mayo y julio. El segundo episodio fue el más extenso e impactó a gran parte de la Patagonia, centro y sur de Buenos Aires, y sur de Córdoba. El último, que fue más localizado sobre el sur patagónico, resultó ser de los más intensos y prolongados para la ciudad de El Calafate.

Con respecto a las precipitaciones, entre enero y septiembre de 2022 se registró un desvío negativo a nivel país. Hasta el momento, el 2022 se posiciona en el puesto 18 de los años más secos desde 1961. En la mayor parte del centro y norte argentino prevalecieron lluvias por debajo de lo normal, como así también en el sur de Patagonia. Por otro lado, parte del NOA, Misiones y el centro y noreste de Patagonia presentaron los principales excesos de precipitación. En esta última región y en la meseta patagónica ocurrieron varios eventos de nevadas intensas durante el otoño e invierno.

En cuanto a la sequía, durante enero y febrero se observaron condiciones de sequía extrema e incendios en el norte del Litoral, debido a escasas lluvias en combinación con temperaturas extremadamente altas. La provincia de Corrientes fue la más afectada. La franja central del país y, en particular, la zona núcleo comenzaron a experimentar condiciones de sequía moderada a severa a partir de mayo.

El 2022 comenzó con una fase fría del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur o La Niña, establecida a finales del 2021 y que se mantiene activa hasta la actualidad, lo que lo convierte en el tercer episodio consecutivo. La Niña y la fase negativa del Dipolo del Océano Índico, iniciada a mediados de junio, pudieron haber favorecido las lluvias deficitarias observadas en el noreste argentino, agravando las condiciones secas en el área ya afectada por la sequía.

Los registros de dióxido de carbono y metano muestran un incremento constante en el transcurso de los años. Siguiendo la tendencia mundial, ambos gases aumentaron su concentración a lo largo del 2022, si bien los valores medidos por el SMN fueron menores que las concentraciones medias globales registradas por la Oficina Nacional de la Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés).

Las mediciones de radiación ultravioleta resultaron muy cercanas al promedio histórico en Buenos Aires y Ushuaia, levemente superiores en Mendoza e inferiores en Marambio.

Sección | 1

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

El *Reporte Provisional sobre el Estado del Clima en Argentina 2022* tiene por objetivo resumir los principales comportamientos del clima que tuvieron lugar desde enero hasta septiembre de 2022. Incluye, además, una síntesis de la evolución de las variables atmosféricas monitoreadas por el SMN y contempla los eventos climáticos destacados en lo que va del año. El reporte definitivo será publicado en marzo del 2023 y abarcará el período de enero a diciembre de 2022. La publicación de la versión preliminar se debe a dos razones: primero, porque los datos aquí incluidos sirven de insumo a un informe similar producido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que trata sobre el estado global del clima, y segundo, porque mucha de la información disponible puede resultar útil si es presentada con antelación. Su contenido puede ser relevante y provechoso para múltiples sectores y usuarios. Puede resultar de interés para quienes deseen no solo conocer el estado de los factores meteorológicos ocurridos en lo que va del año, sino también evaluar cómo los han impactado, condicionando sus actividades económicas, productivas y sociales, entre otras.

Luego de un 2021 extremadamente cálido, el quinto año más cálido de Argentina desde 1961 (SMN, 2022), los primeros nueve meses del 2022 presentaron una temperatura media levemente inferior a lo normal a nivel país, con respecto al período de referencia 1981-2010. Al momento, el 2022 se ubica en el puesto 21 de los años más fríos desde 1961 para Argentina. **Según el Reporte Global del Clima de la NOAA (NOAA, 2022), a nivel global ocurrió lo contrario. La temperatura de la superficie (continental y oceánica) de enero a septiembre estuvo 0.86 °C por encima del promedio de 1901-2000, la sexta temperatura más alta de su registro de 143 años (Figura 1.1). Más aún, es muy probable que el año 2022 se clasifique entre los diez años más cálidos registrados.**

Figura 1.1. Anomalías de la temperatura global de la superficie continental y oceánica de enero a septiembre, con respecto al período 1901-2000 y desde 1880 hasta septiembre de 2022. Fuente: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202209>.

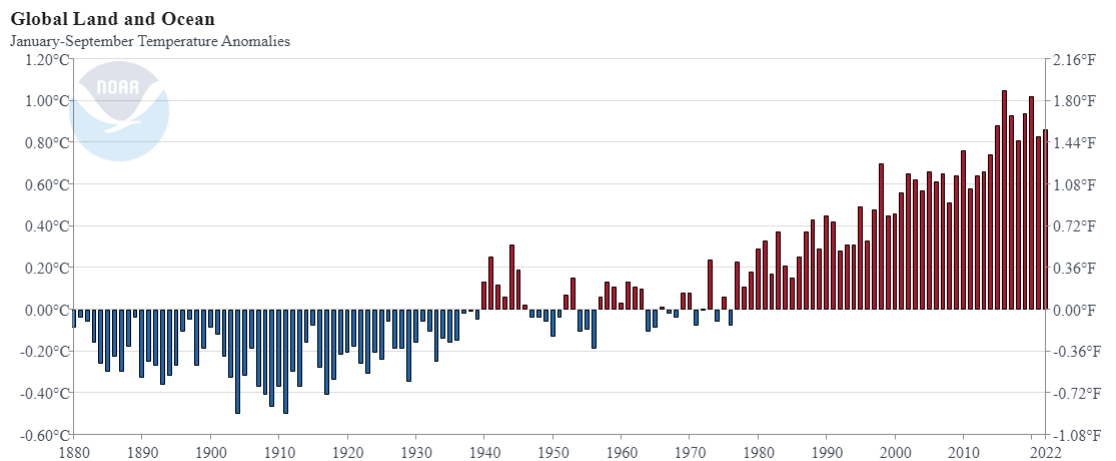
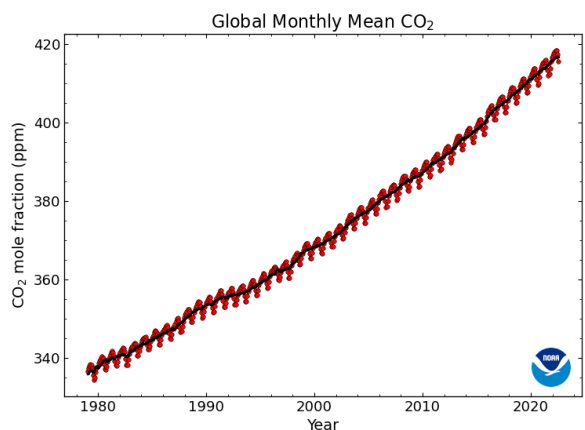


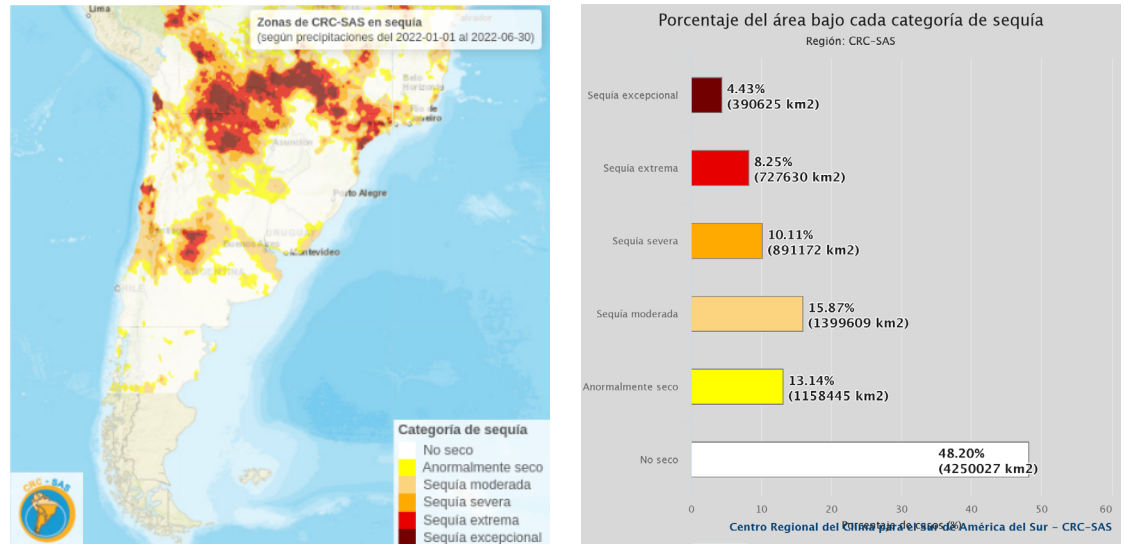
Figura 1.2. Fracción molar de la media mensual de dióxido de carbono considerando un promedio global sobre los sitios de superficie marina, desde 1980 hasta julio de 2022. Las líneas rojas y negras representan los valores medios mensuales, centrados en la mitad de cada mes. Para la línea negra se eliminó el ciclo estacional medio mediante un tratamiento estadístico. Fuente: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>.



Las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nítrico), responsables en su mayor parte del calentamiento terrestre, siguieron aumentando en 2021 y la primera mitad de 2022, de acuerdo al último reporte de *Unidos en Ciencias 2022* (OMM, 2022). Según la División de Monitoreo Global de la NOAA, en junio de 2022 las concentraciones medias de dióxido de carbono a nivel global alcanzaron los 417.5 ppm, superando los 415.2 ppm de junio de 2021 (Figura 1.2).

En cuanto a las precipitaciones, en lo que va del 2022 se observaron condiciones deficitarias en Argentina. Esto es análogo a lo ocurrido en 2020 y 2021, que se posicionaron en los puestos 5 y 13 de entre los años más secos desde 1961, respectivamente, a nivel país. A nivel regional y para los primeros seis meses del año, se registraron condiciones de sequía en el 51.8 % del área comprendida entre los 10 °S y los 46 °S, según el Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica (SISSA), del Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS).

Figura 1.3. Izq: Zonas del CRC-SAS bajo alguna categoría de sequía, según precipitaciones del 01-01-2022 al 30-06-2022. Der: Porcentaje de área bajo cada categoría de sequía en el dominio del CRC-SAS. Para los cálculos se considera el territorio comprendido entre los 10 °S y los 46 °S. Fuente: <https://sisa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/>.



El reporte consta de cinco capítulos. En el capítulo 2 se presenta en abundante detalle la evolución de la temperatura y la precipitación durante enero a septiembre de 2022, poniendo énfasis tanto en los valores medios como en los extremos. Este capítulo incluye, además, una sección sobre la temperatura de la Antártida.

En el capítulo 3 se resume el estado de los fenómenos globales de gran escala que suelen tener algún impacto en el clima de ciertas regiones argentinas. Estos fenómenos, si bien no deben ser pensados como fuentes causales únicas de la situación climática local, son seguidos atentamente por su potencial predictivo.

En el capítulo 4 se presentan las observaciones relacionadas con las concentraciones de gases de efecto invernadero, gases reactivos y partículas de aerosol. En general, estas mediciones no registran variaciones llamativas.

En el capítulo 5 se precisa la evolución no solo de la capa de ozono, sino también de las mediciones de radiación ultravioleta. Esto es particularmente importante por sus implicaciones sanitarias en lo que respecta a enfermedades de la piel.

SECCIÓN 1: Referencias

NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Monthly Global Climate Report for September 2022, published online October 2022, retrieved on October 24, 2022 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202209>.

Organización Meteorológica Mundial, 2022. United In Science 2022: A multi-organization high-level compilation of the most recent science related to climate change, impacts and responses. WMO. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11308.

Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, 2022. Estado del Clima en Argentina 2021. <http://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1837>.

Sección | 2

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A NIVEL PAÍS

2.1 Temperatura

De acuerdo a los datos oficiales preliminares, **entre enero y septiembre de 2022 la anomalía de temperatura media estimada a nivel país fue de $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$** con respecto al período climatológico de referencia 1981-2010. **Este valor ubica, de momento, al 2022 en el puesto 21 de los años más fríos desde 1961** (Figura 2.1). Cabe remarcar la singularidad de este año, ya que **no se registraba un período enero-septiembre con anomalía negativa desde el año 2007**.

Figura 2.1. Anomalías de temperatura media en Argentina desde 1961 a 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.

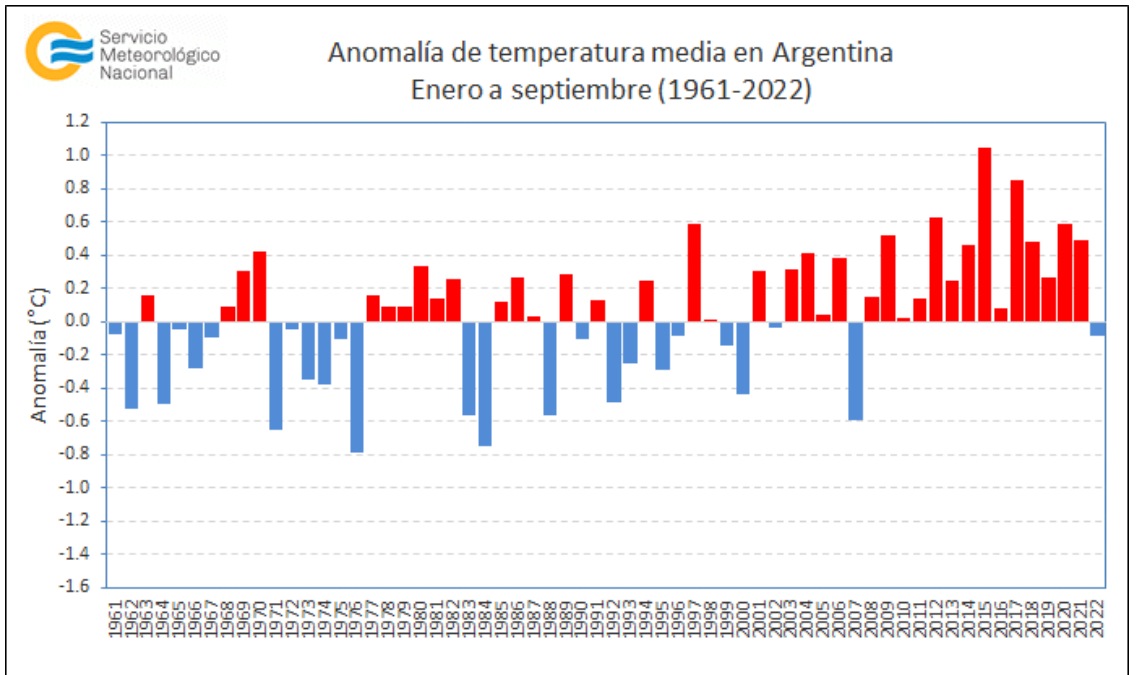
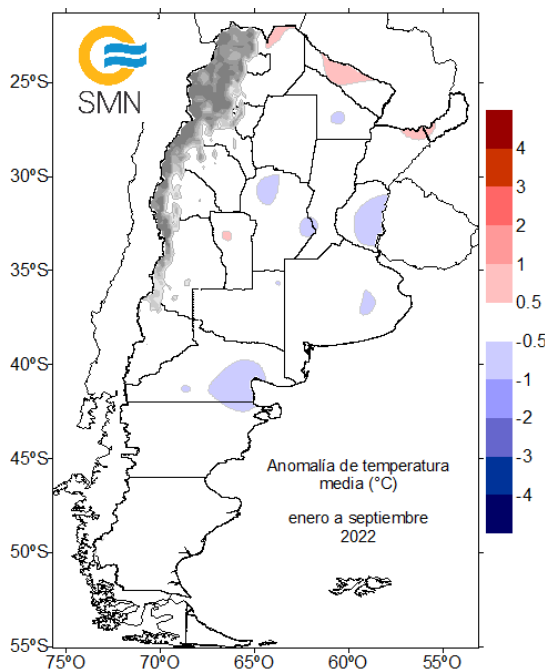
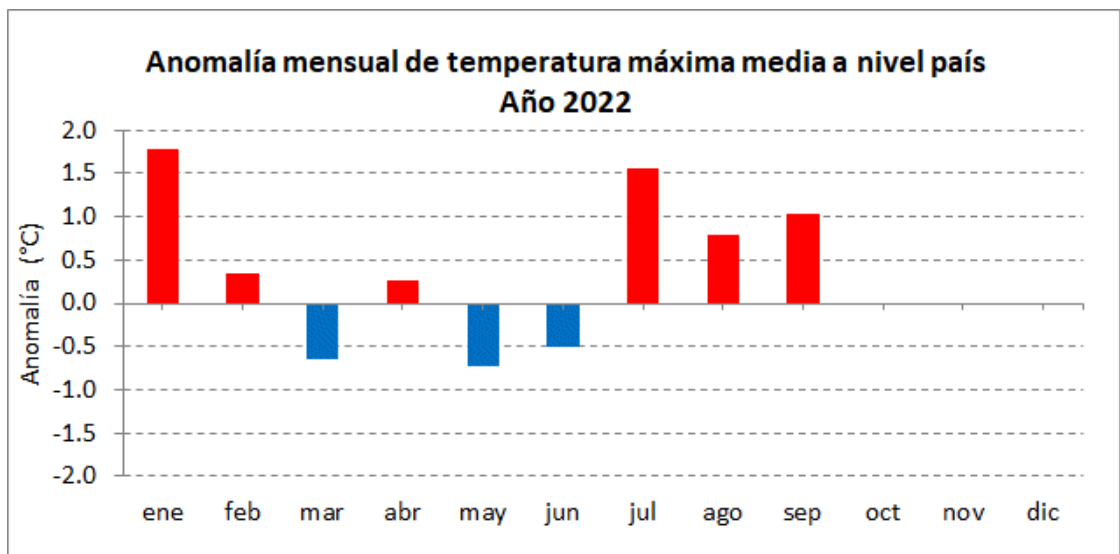
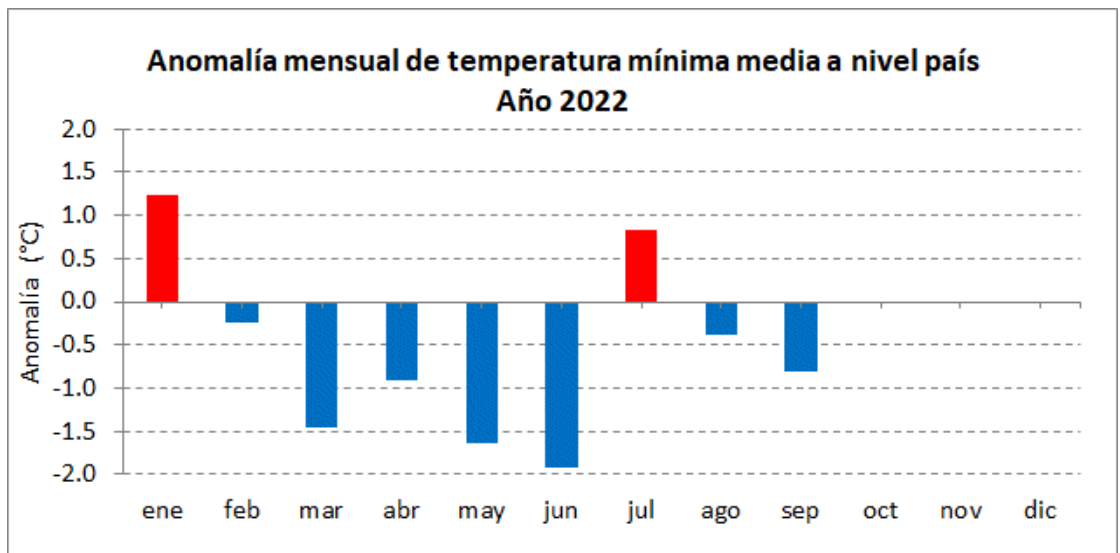
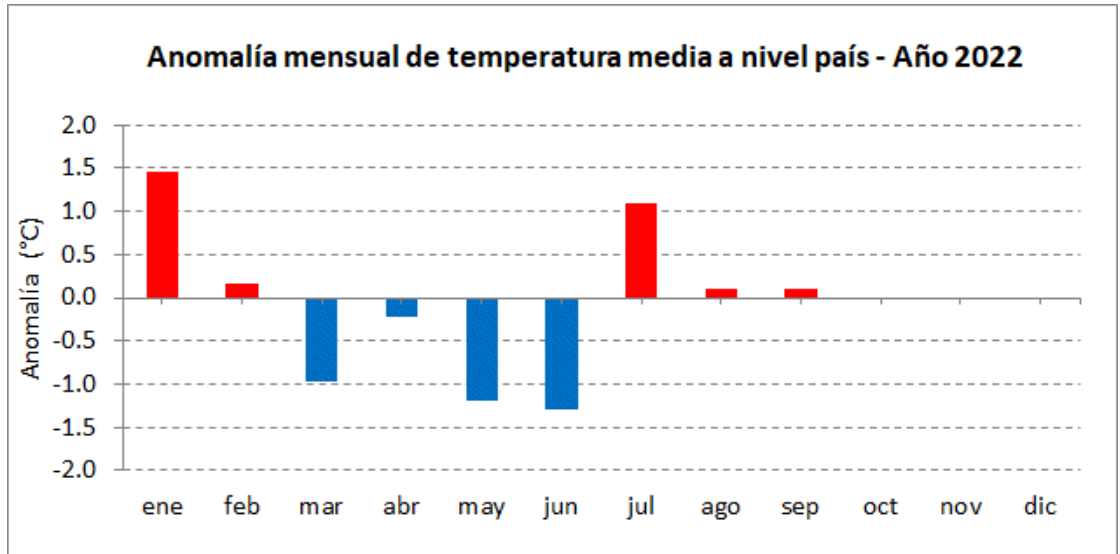


Figura 2.2. Anomalías de temperatura media durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.



Entre enero y septiembre de 2022, casi todo el país registró, en promedio, temperaturas medias dentro del rango normal ($\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Solo regiones aisladas del norte y de la franja central presentaron desvíos levemente positivos y negativos, respectivamente (Figura 2.2). De acuerdo a la evolución mensual, el año comenzó con condiciones extremadamente cálidas en enero. Sin embargo, a partir de febrero, las temperaturas medias comenzaron a descender notoriamente y, a nivel país, se registraron cuatro meses consecutivos (marzo a junio) con desvíos negativos (Figura 2.3 arriba). En julio se invirtió ese comportamiento y se observó, en promedio, un mes moderadamente más cálido de lo normal, mientras que agosto y septiembre estuvieron muy cercanos al promedio climatológico. En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales, se destacó el dominio de una mayor amplitud térmica a nivel país, evidenciándose en la magnitud de dichos desvíos en prácticamente todos los meses del año (Figura 2.3 centro y abajo).

Figura 2.3. Anomalías mensuales de temperatura media (arriba), mínima media (centro) y máxima media (abajo) a nivel país durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



2.2 Precipitación

De acuerdo a los datos preliminares, **entre enero y septiembre de 2022 Argentina registró un desvío estimado de -9.9 % a nivel país, ubicando al 2022 en el puesto 18 año de los años más secos desde 1961** (Figura 2.4). En la mayor parte del centro y norte del país prevalecieron lluvias por debajo de lo normal, como así también en el sur patagónico (Figura 2.6). Por otro lado, el centro y noreste de Patagonia, parte del NOA y Misiones presentaron los principales excesos.

A nivel mensual, el año comenzó con condiciones más húmedas (Figura 2.5). Gran parte del otoño e invierno se presentaron, en promedio, mayormente secos y **el mes de junio fue el segundo más seco a nivel país desde 1961**.

Figura 2.4. Anomalías porcentuales de precipitación a nivel país desde 1961 a 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En barras verdes se representan las anomalías positivas y en barras marrones, las negativas.

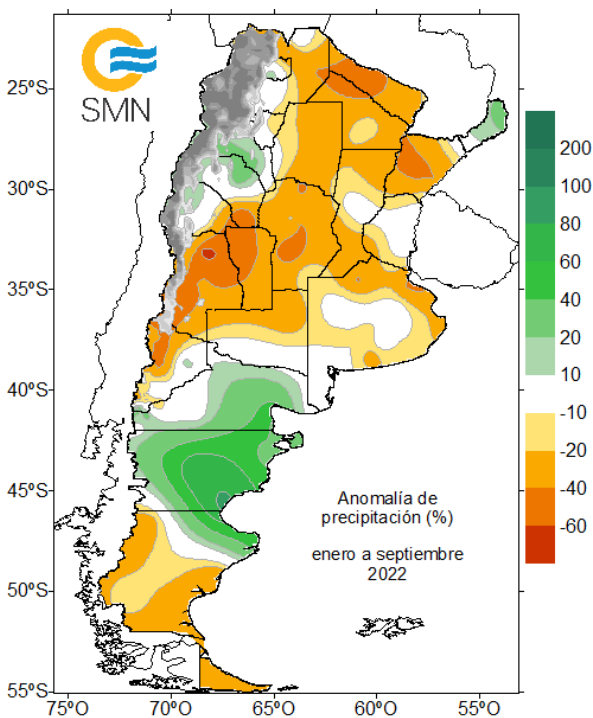
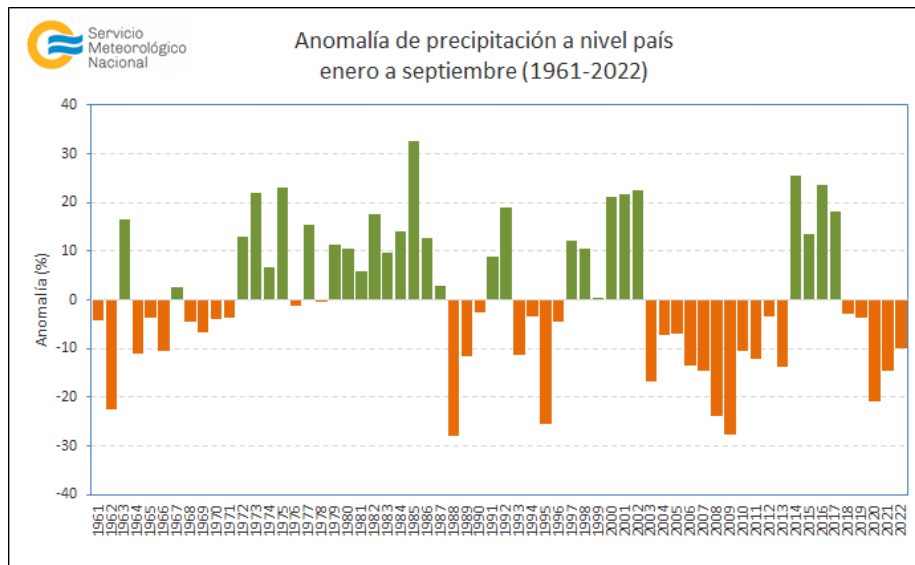


Figura 2.6. Anomalías porcentuales de precipitación durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En verde se indican las zonas con anomalías positivas y en marrón, con anomalías negativas.

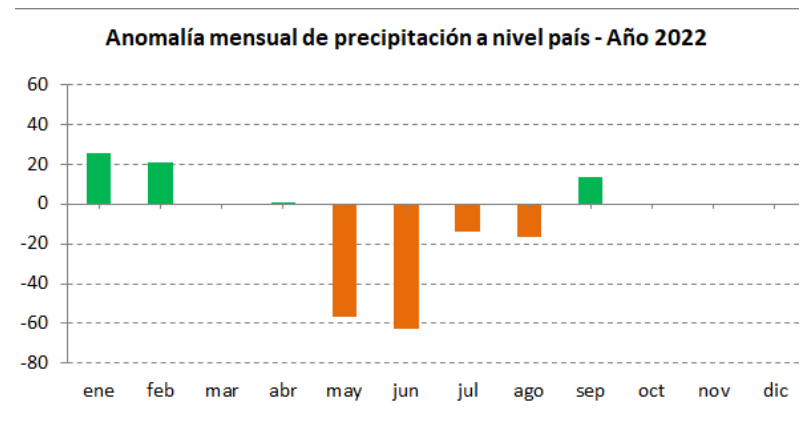


Figura 2.5. Anomalías porcentuales mensuales de precipitación a nivel país durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En barras verdes se representan las anomalías positivas y en barras marrones, las negativas.

| 2.3 Principales anomalías climáticas

2.3.1 TEMPERATURA ESTACIONAL

Las temperaturas medias presentaron un patrón diferente en cada estación del año. El **verano** (diciembre de 2021, enero y febrero de 2022) se caracterizó por temperaturas superiores a las normales, con mayores desvíos en el norte del país (Figura 2.7 arriba izq.). Los mayores apartamientos positivos superaron los +3 °C, como consecuencia de un diciembre y un enero muy cálidos, en los cuales se registraron varios valores récord (Tabla 2.1). Cabe destacar que, durante dichos meses, ocurrieron tres eventos de ola de calor. El **otoño** (marzo, abril y mayo de 2022) estuvo marcado por temperaturas más frías que las normales (Figura 2.7 arriba der.). Los meses que resultaron más fríos fueron marzo y mayo, superándose varios récords (Tabla 2.2). En el **invierno** (junio, julio y agosto de 2022), por el contrario, las anomalías fueron menores y prevalecieron condiciones próximas a las normales (Figura 2.7 abajo izq.). Al inicio de la **primavera**, durante **septiembre**, se observó un comportamiento distinto en los desvíos de temperatura media a lo largo del país, siendo estos positivos al sur de los 35 °S y negativos al norte de dicha latitud (Figura 2.7 abajo der.).

Figura 2.7. Anomalías de temperatura media de verano (arriba izq.), otoño (arriba der.), invierno (abajo izq.) e inicio de la primavera (septiembre) (abajo der.) durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

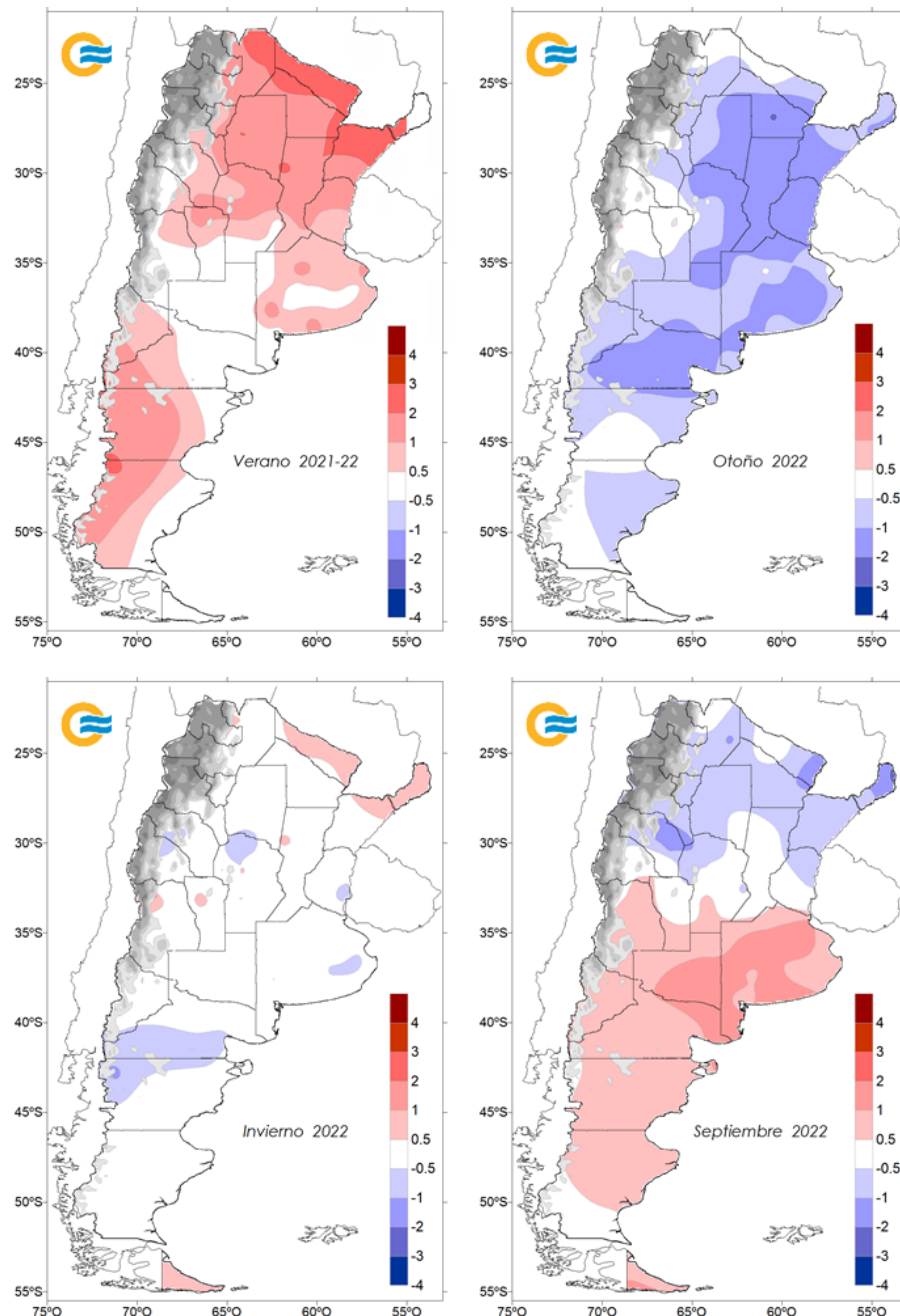


Tabla 2.1. Valores récord de temperatura media en el verano de 2021/2022, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MEDIA VERANO DE 2021/2022 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Las Lomitas	30.1	29.7 (2012/13)	1961-2021
Formosa	29.0	28.6 (1985/86)	1961-2021
Posadas	29.0	28.2 (1985/86)	1961-2021
Corrientes	28.5	28.3 (1985/86)	1962-2021
Resistencia	28.4	27.9 (1985/86)	1961-2021
Reconquista	27.5	27.4 (2011/12)	1961-2021
Tartagal	27.4	27.2 (2012/13)	1961-2021
Iguazú	27.4	26.3 (1962/63)	1961-2021
Paso de los Libres	27.4	26.8 (1988/89)	1961-2021
Oberá	27.4	26.5 (1985/86)	1961-2021*
Sauce Viejo	26.8	26.8 (1988/89)	1961-2021
Jujuy	24.7	24.5 (2016/17)	1961-2021
Punta Indio	23.6	23.3 (1988/89)	1961-2021
Bernardo de Irigoyen	23.4	22.3 (2011/12)	1988-2027
El Bolsón	18.8	18.5 (2007/08)	1992-2021
Perito Moreno	16.5	16.1 (2007/08)	1990-2021
El Calafate	14.3	14.2 (2011/12)	2001-2021

* Período con interrupciones.

Tabla 2.2. Valores récord de temperatura media en el otoño de 2022, junto con los mínimos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MEDIA OTOÑO DE 2022 (°C)	MÍNIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Presidencia Roque Sáenz Peña	19.1	19.5 (1968)	1961-2021
Bernardo De Irigoyen	17.5	17.6 (2013)	1988-2021
Concordia	17.1	17.2 (1968)	1963-2021
Marcos Juárez	15.3	15.4 (1971)	1961-2021
San Antonio Oeste	13.0	13.5 (1999)	1961-2021*
Tandil	12.3	12.6 (2005)	1971-2021

* Período con interrupciones.

Las temperaturas máximas fueron predominantemente más cálidas tanto en el verano como en el invierno (Figura 2.8 izq. y centro der.). En algunas localidades se registraron valores récord para el verano (Tabla 2.3). En el otoño, las anomalías negativas superaron -1 °C en el Litoral, este de Formosa y Chaco, y centro de Buenos Aires (Figura 2.8 centro izq.). En el mes de mayo se produjeron los mayores desvíos. Septiembre se presentó, en gran parte del territorio nacional, con valores positivos, con máximos en Buenos Aires, La Pampa y norte de la Patagonia (Figura 2.8 der.). Por otro lado, los desvíos negativos se dieron en Misiones y Catamarca.

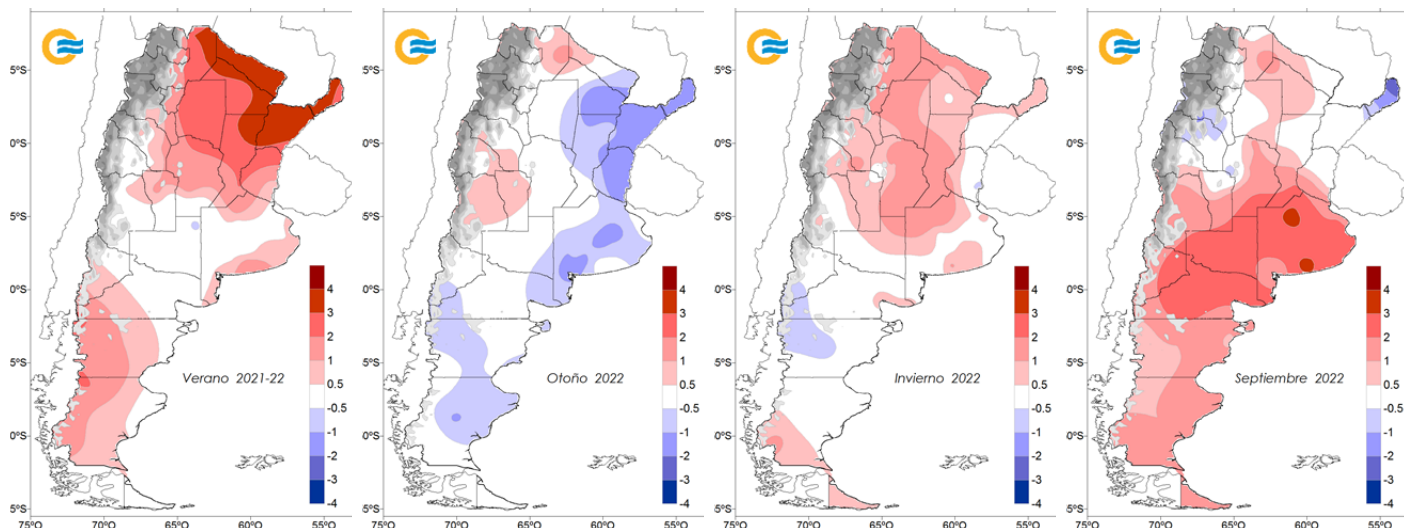


Figura 2.8. Anomalías de temperatura máxima media de verano (izq.), otoño (centro izq.), invierno (centro der.) e inicio de la primavera (septiembre) (der.) durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

Tabla 2.3. Valores récord de temperatura máxima media en el verano de 2021/22, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA VERANO DE 2021/22 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Las Lomitas	37.9	36.6 (2012/13)	1961-2021
Formosa	37.1	35.9 (1985/86)	1961-2021
Resistencia	36.5	35.3 (1985/86)	1961-2021
Corrientes	36.0	35.2 (1985/86)	1962-2028
Posadas	35.8	35.0 (1985/86)	1961-2021
Reconquista	35.0	34.1 (1988/89)	1961-2021
Iguazú	34.9	33.2 (1985/86)	1961-2021
Oberá	34.9	33.8 (1985/86)	1961-2021*
Paso de los Libres	34.6	33.8 (1988/89)	1961-2021
Tartagal	34.5	34.3 (2012/13)	1961-2021
Monte Caseros	34.4	33.9 (1988/89)	1961-2021
Bernardo de Irigoyen	30.3	28.9 (2011/12)	1988-2027
El Calafate	19.9	19.6 (2011/12)	2001-2036

* Período con interrupciones.

En cuanto a las temperaturas mínimas de verano y otoño, estas presentaron el mismo patrón que las temperaturas medias y máximas (Figura 2.9 izq. y centro izq.). En varias localidades se superaron valores récord (Tablas 2.4 y 2.5). En invierno, las temperaturas mínimas fueron más frías que el promedio, con una mayor amplitud térmica (Figura 2.9 centro der.). Entre mayo y julio se produjeron tres episodios de ola de frío, las cuales afectaron principalmente a la Patagonia y a la provincia de Buenos Aires. La temperatura mínima media del mes de septiembre estuvo caracterizada por anomalías negativas en el centro y norte del país, con valores inferiores a los -2 °C (Figura 2.9 der.). Los desvíos positivos se dieron en la Patagonia.

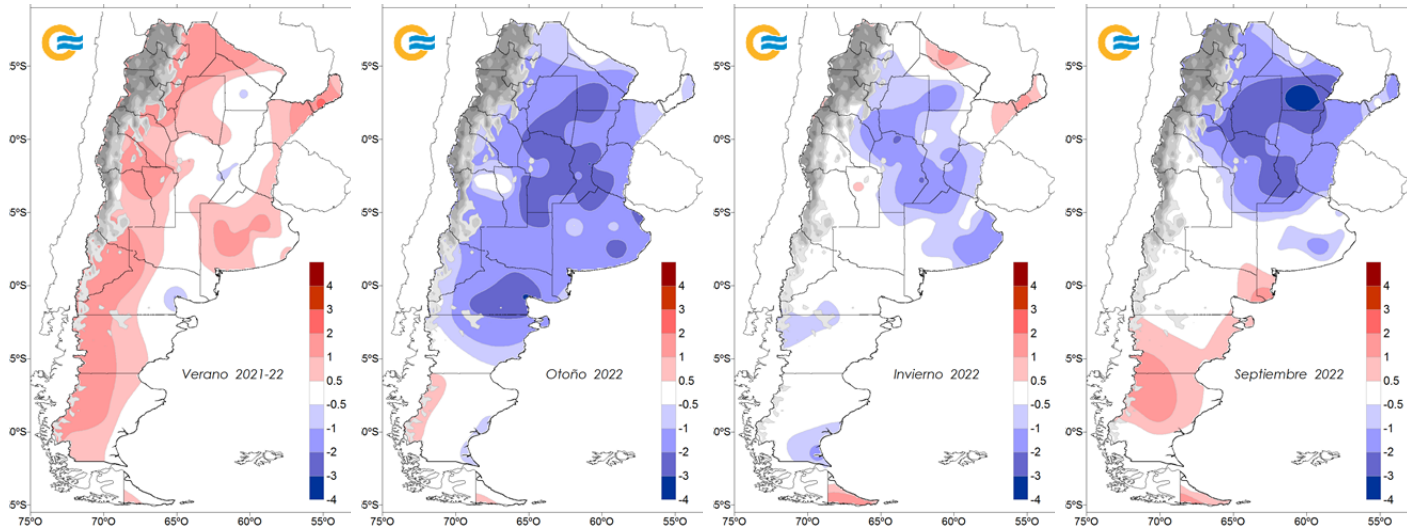


Figura 2.9. Anomalías de temperatura mínima media de verano (izq.), otoño (centro izq.), invierno (centro der.) e inicio de la primavera (septiembre) (der.) durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

Tabla 2.4. Valores récord de temperatura mínima media en el verano de 2021/22, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA VERANO DE 2021/2022 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Tartagal	21.9	21.8 (2015/16)	1961-2021
Oberá	21.7	21.4 (1983/84)	1961-2021
San Juan	19.9	19.9 (2013/14)	1961-2021
Tinogasta	19.6	19.3 (2016/17)	1961-2021
Jujuy	19.4	19.2 (1997/98)	1961-2021
Perito Moreno	10.2	10 (2012/13)	1990-2021
Bariloche	8.0	7.9 (2012/13)	1961-2021

Tabla 2.5. Valores récord de temperatura mínima media en el otoño de 2022, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA OTOÑO DE 2022 (°C)	MÍNIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Tandil	5.2	5.4 (2005)	1971-2021
San Antonio Oeste	5.1	6.9 (2019)	1988-2021*
Córdoba	8.9	9.3 (1979)	1961-2021

* Período con interrupciones.

2.3.2 PRECIPITACIÓN ESTACIONAL

El **verano** se caracterizó por importantes déficits de precipitaciones en la región norte y noreste del país (Figura 2.10 arriba izq.), de hasta 300 mm por debajo de los valores normales para el noroeste de Corrientes, este de Chaco y norte de Santa Fe. Por el contrario, la zona norte de Patagonia registró eventos de lluvia excedentes en 150-200 mm. También Cuyo, noroeste y la región pampeana presentaron un verano con anomalías positivas.

Durante el **otoño** fueron escasos los eventos de lluvia registrados; los más importantes fueron los que dejaron precipitaciones superiores a los valores normales en el norte de la Mesopotamia (Figura 2.10 arriba der.). Esto revirtió los déficits que prevalecían en el área desde el verano de 2020/21. En el resto del país predominaron las anomalías negativas de precipitación, principalmente en la región noroeste y central.

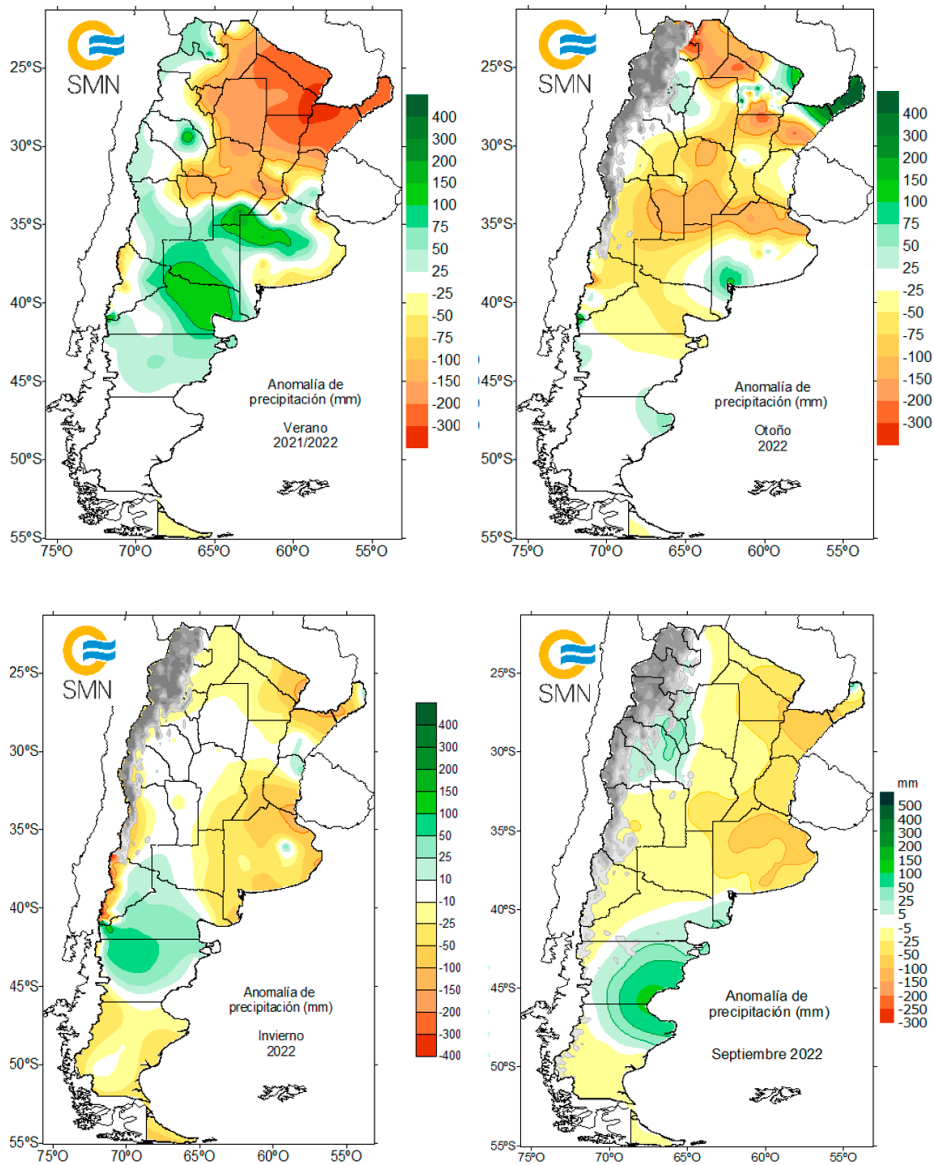
En el **invierno**, las precipitaciones fueron superiores a los valores normales **en el norte de Patagonia, donde se registraron importantes eventos de acumulación de nieve** (Figura 2.10 abajo izq.). Según Vialidad Nacional, Gendarmería Nacional e informes del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR), estos eventos causaron impactos en la región cordillerana, en sus áreas estratégicas para la circulación y en los pasos que conectan Argentina y Chile. **Contrario a lo observado en el norte patagónico, la zona central presentó escasez de precipitaciones.** Durante junio, varias estaciones de la región tuvieron valores de lluvia acumulada escasa o nula, produciéndose récords mensuales de precipitación mínima (Tabla 2.6). También las estaciones ubicadas al noreste del país no llegaron a superar los valores normales para la temporada.

Tabla 2.6. Valores récord de precipitación acumulada mensual mínima en junio de 2022 de algunas localidades, junto con los mínimos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	PRECIPITACIÓN MENSUAL JUNIO DE 2022 (MM)	MÍNIMO VALOR ANTERIOR (MM)	PERÍODO DE REFERENCIA
Pehuajó	0	0.5 (2009)	1961-2022
Junín	0	0.4 (19909)	1961-2022
Nueve de Julio	0	0.3 (1990)	1961-2022
Las Flores	0	0 (1996)	1961-2022
Buenos Aires	0	0.2 (1987)	1961-2022
La Plata	0	0 (2017)	1961-2022
Punta indio	0	2 (1979)	1961-2022
Santa Rosa Aero	0	0 (2009)	1961-2022
Coronel Suárez	0.3	0.5 (1990)	1961-2022
Dolores	0	0.7 (1962)	1961-2022
Ezeiza	0	0 (2017)	1961-2022

En el comienzo de la **primavera**, en el mes de **septiembre**, se mantuvo el patrón de anomalías de precipitación observado durante el invierno (Figura 2.10 abajo der.). Se destacaron, asimismo, las precipitaciones registradas en el norte de Patagonia, en el norte de Cuyo y noroeste argentino, que superaron en 150-200 mm a los valores normales para el mes. En particular, **durante la tarde del lunes 19 y la noche del martes 20 de septiembre, se registraron lluvias severas en la costa del departamento de Escalante, Chubut, que afectaron principalmente a la ciudad de Comodoro Rivadavia.** Se reportaron daños en infraestructura de transporte, vehículos y viviendas. Los servicios esenciales se vieron alterados, con suspensión de clases. Hubo cortes de rutas para vehículos livianos, con cierre temporal en la Ruta Nacional 3. Se produjeron inundaciones en distintos barrios y cinco familias fueron evacuadas y asistidas. El Ejército intervino en la reconstrucción de un puente destruido por efecto del agua en las afueras de Comodoro Rivadavia. Los impactos asociados a estas lluvias intensas se obtuvieron de la Subsecretaría de Protección Civil y Gestión del Riesgo de Chubut, de informes del SINAGIR y de la Cruz Roja Argentina.

Figura 2.10. Anomalías de precipitación acumulada de verano (arriba izq.), otoño (arriba der.), invierno (abajo izq.) e inicio de la primavera (septiembre) (abajo der.) durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En verde se indican las zonas con anomalías positivas y en marrón, con anomalías negativas.

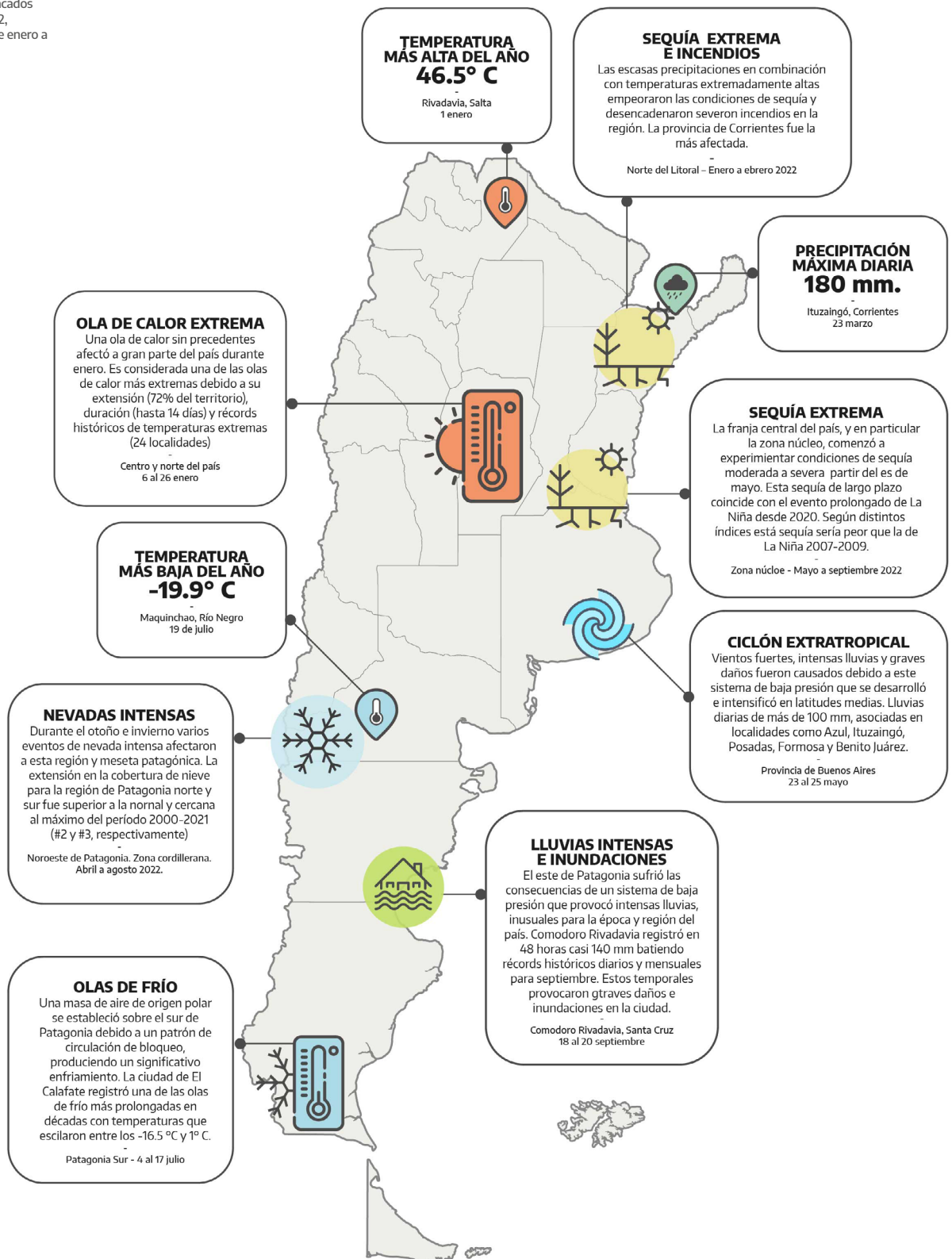


2.4 Eventos extremos

La Figura 2.11 resume los eventos meteorológicos más destacados de lo que va del año 2022. En las siguientes secciones se hace una descripción más detallada de dichos eventos.

2.4.1 EVENTOS DESTACADOS Y VALORES DIARIOS EXTREMOS

Figura 2.11. Resumen de los eventos meteorológicos más destacados en Argentina durante 2022, considerando los meses de enero a septiembre.



2.4.2 OLAS DE CALOR

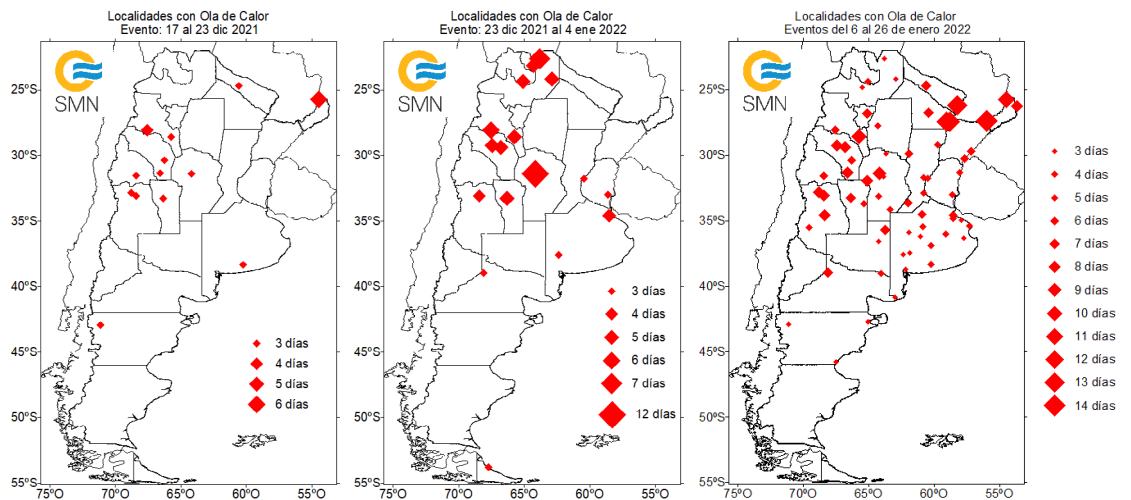
¹ Un evento de ola de calor se define cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, durante al menos tres días consecutivos y en forma simultánea, ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo). Los umbrales se encuentran en: <https://www.smn.gov.ar/estadisticas>.

Durante el verano 2021/22, episodios de olas de calor¹ afectaron a gran parte del país. Entre mitad de diciembre y fin de enero tuvieron lugar los tres primeros eventos de la temporada. El primero fue de corta duración y repercutió en forma aislada al norte de Cuyo, sur del NOA, Formosa, Misiones, sur de Buenos Aires y noroeste de Chubut (Figura 2.12 izq.). La ola de calor más prolongada se registró en Iguazú, con seis días y con las temperaturas más altas alcanzadas en Las Lomitas (42.2 °C, el 19/12/2021), en Catamarca (40.0 °C, el 21/12/2021) y en San Juan (40.0 °C, el 20/12/2021).

El segundo episodio fue seguido del primero y afectó principalmente a la región del NOA, ciudad de Córdoba, parte de Cuyo, sur del Litoral y noreste de Buenos Aires (Figura 2.12 centro). En este caso, la duración de la ola de calor fue más prolongada, ya que alcanzó los 12 días en la ciudad de Córdoba y los siete días en Tartagal. Los valores más altos de temperatura se dieron con el comienzo del año (el 01/01/2022) en las localidades de Rivadavia (46.5 °C), Tartagal (43.6 °C) y Catamarca (43.5 °C).

El último evento de ola de calor, que afectó a prácticamente todo el territorio al norte de 45 °S, tuvo lugar durante gran parte de enero (Figura 2.12 der.) y es considerada **una de las peores olas de calor que afectaron al país en cuanto a extensión, duración e intensidad.** Durante este evento se alcanzó una duración de más de diez días en varias localidades del NEA, siendo máxima en Posadas, con 14 días. También se establecieron récords de duración e intensidad. En varias oportunidades, las temperaturas superaron ampliamente los 40 °C, incluso en regiones donde es poco frecuente, como en la costa atlántica bonaerense. **Decenas de récords históricos se quebraron durante este evento excepcional.** La ciudad de Mar del Plata registró 42.4 °C en la tarde del 14 de enero. Dentro de lo intenso de la ola, también se destacó la alta frecuencia de días con más de 40 °C, que fue máxima en el norte argentino, donde se batieron récords históricos (19 días en Las Lomitas y 18 días en Rivadavia).

Figura 2.12. Olas de calor ocurridas durante el verano de 2021/22. Con el tamaño de los rombos rojos se indica la duración de los eventos.



Una mayor información sobre esta ola de calor se puede encontrar en: https://www.smn.gov.ar/sites/default/files/Oladecalor_3_enero2022.pdf.

Como consecuencia de las altas temperaturas de esta última ola de calor, se produjo un crecimiento de la demanda residencial de energía eléctrica, lo que provocó cortes en el suministro en varias partes del país. En particular, los máximos históricos y principales impactos se concentraron en la semana del 10 al 16 de enero, en la que se evidenció un aumento del consumo del +40 % frente a la misma semana del año anterior. En distintas zonas del Área Metropolitana de Buenos Aires hubo suspensión del servicio de las líneas de transporte ferroviario y subterráneo, cancelación de actividades comerciales y laborales con pérdidas económicas, interrupción en el normal suministro de combustible, interrupción de actividades en centros de salud e infraestructura crítica dañada. En Trelew se registraron levantamientos de pavimento producto de las altas temperaturas, mientras que en Caucete se debieron reprogramar los operativos de vacunación previstos para los días 13 y 14 de enero. Por su parte, la región del noreste, de acuerdo a lo informado por SINAGIR y la empresa TRANSENER, se vio afectada no solo por la alta demanda del sistema eléctrico, sino también por la ocurrencia de múltiples incendios que se originaron debajo de la infraestructura y que pusieron en peligro la línea de alta tensión que abastece a gran parte del área. Los impactos asociados a este evento se obtuvieron de los informes del SINAGIR, TRANSENER y CAMMESA, de la Subsecretaría de Gestión del Riesgo y Protección Civil de la región del NEA, de la red de información y alerta de Chaco, entre otras fuentes.

2.4.3 OLAS DE FRÍO

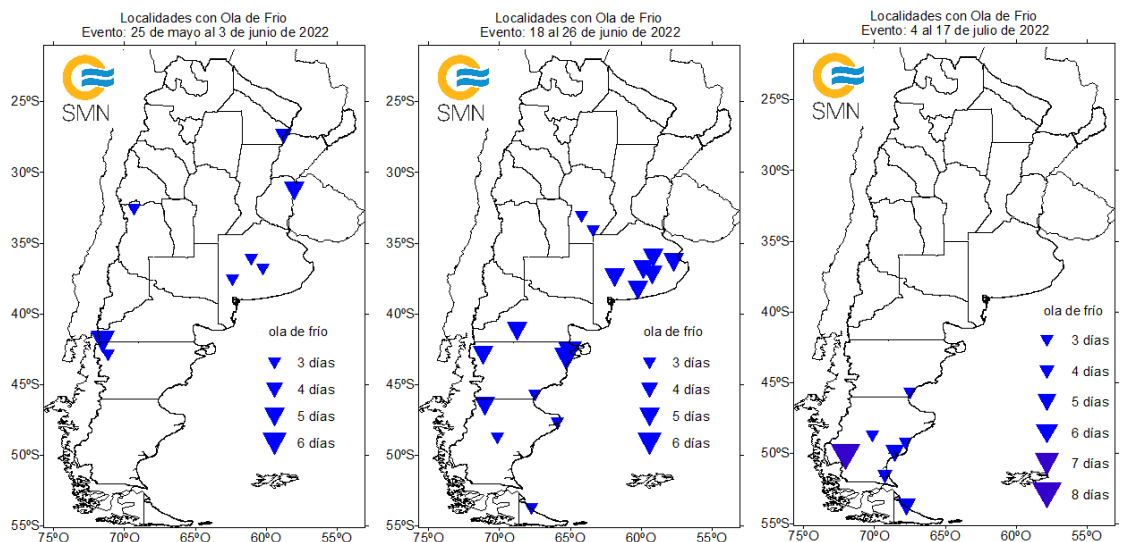
²Un evento de ola de frío se define cuando las temperaturas máximas y mínimas igualan o son inferiores, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, ciertos valores que dependen de cada localidad (percentil 10 del semestre frío abril-agosto). Los umbrales se encuentran en: <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>.

Dentro de una temporada otoño-invierno más fría que lo normal, los episodios de ola de frío² tuvieron lugar entre los meses de mayo y julio. El primer evento se registró entre fines de mayo y comienzos de junio, y afectó, en forma más bien aislada, al oeste de Patagonia, provincia de Buenos Aires, Litoral y norte de Mendoza (Figura 2.13 izq.). La ola de frío en la localidad de El Bolsón tuvo la máxima duración (seis días), con temperaturas que oscilaron entre -7.5 °C y 6.4 °C. En Esquel se observó el valor más bajo de temperatura de este evento (-10.3 °C, el 26/05/2022).

La segunda ola de frío tuvo lugar entre el 18 y 26 de junio, y fue la más extensa de la temporada, con efectos en gran parte de la Patagonia, centro y sur de Buenos Aires, y sur de Córdoba (Figura 2.13 centro). Su duración fue de entre tres y seis días, con temperaturas mínimas que descendieron hasta los -13.5 °C en Maquinchao el día 21 de junio. En la zona costera de Chubut se alcanzaron valores muy cercanos a los mínimos históricos (-10.1 °C en Trelew y -10.0 °C en Puerto Madryn, el 22/06/2022).

El último evento de ola de frío tuvo lugar entre los días 4 y 17 de julio, pero fue más localizado sobre el sur de Patagonia (Figura 2.13 der.). **Este episodio resultó ser de los más intensos y más prolongados para la ciudad de El Calafate,** donde por ocho días consecutivos las temperaturas se mantuvieron extremadamente bajas, con mínimas que oscilaron entre los -16.5 °C y -8.0 °C, y con máximas que no superaron 1 °C.

Figura 2.13. Olas de frío ocurridas durante el invierno de 2022. Con el tamaño de los rombos azules se indica la duración de los eventos.

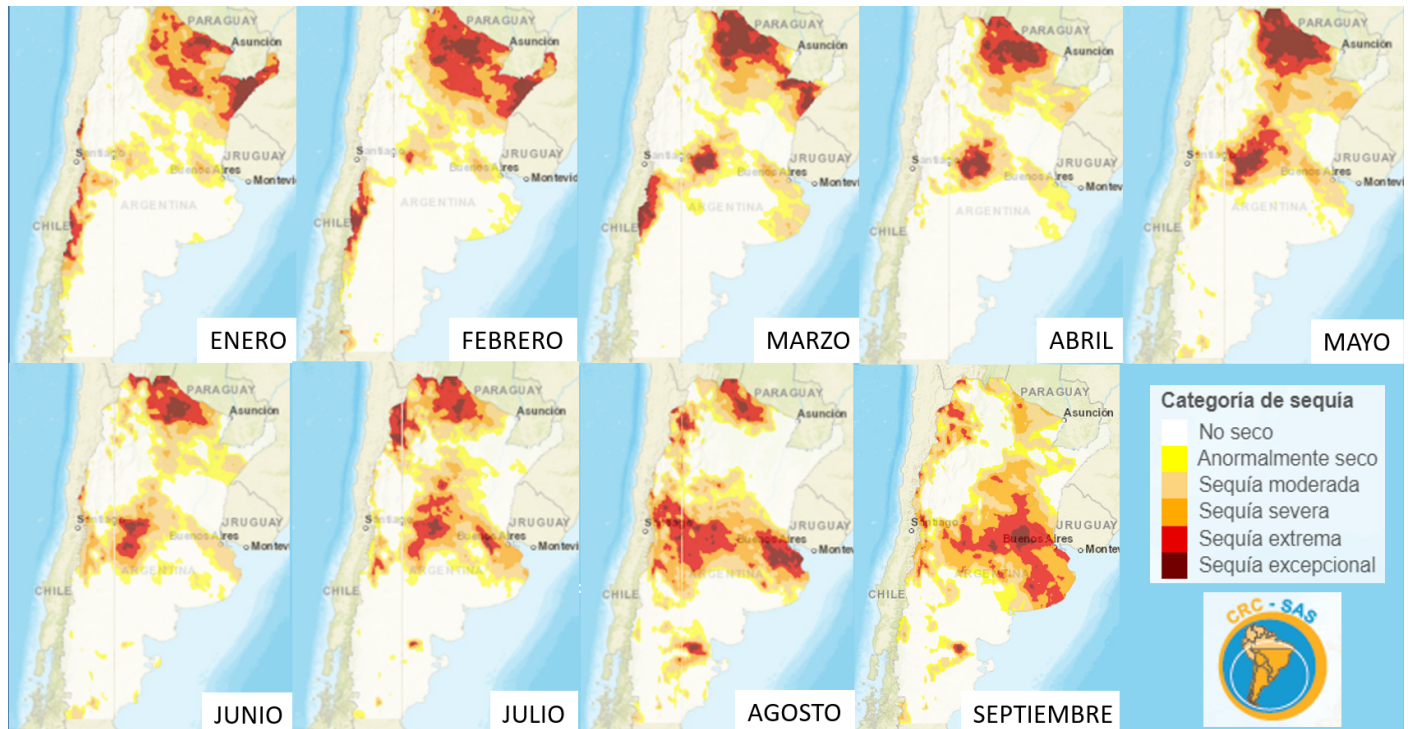


2.4.4 SEQUÍA

La situación de sequía que atraviesa la región centro y norte de Argentina desde finales de 2019 continuó mostrando, en algunas zonas, condiciones agravadas durante 2022.

En la Figura 2.14 se observa la evolución de la sequía entre enero y septiembre de 2022, de acuerdo al Índice de Precipitación Estandarizado (OMM, 2012) para la escala de seis meses (IPE 6), calculado mediante el producto CHIRPS (por las iniciales de su nombre en inglés, Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data, Funk y otros, 2015). Este producto estima valores de precipitación acumulada combinando información satelital y mediciones in situ. Las categorías de sequía se establecen de acuerdo a las especificaciones del US Drought Monitor (más información de este producto en <https://sisssa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/>). Cabe mencionar que la precipitación estimada con CHIRPS está disponible desde 46 °S hacia el norte. Se puede observar que las condiciones de sequía prevalecieron durante todo el año en la región norte y noreste del país, destacándose una mejora notable entre julio y agosto, principalmente en el norte de Mesopotamia. **También la zona central se vio afectada por condiciones de sequía moderada a severa. Allí, en el último mes, la escasez de lluvias abundantes favoreció un empeoramiento de la sequía hacia la categoría excepcional, principalmente en la región núcleo.**

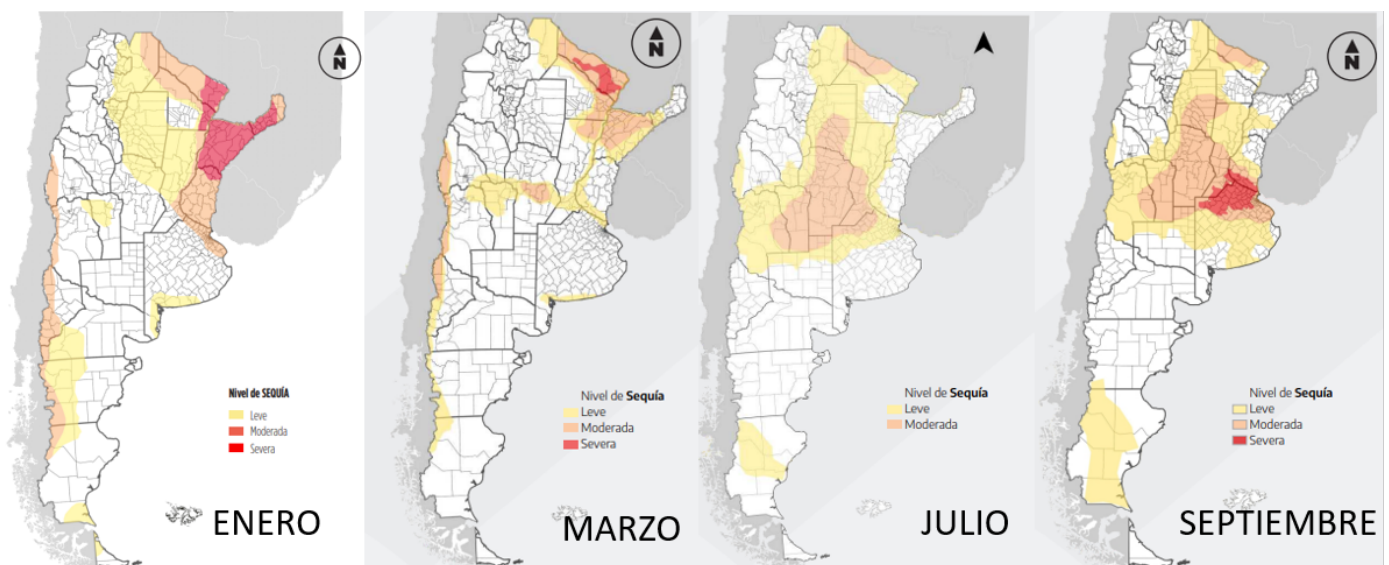
Figura 2.14. Evolución del índice IPE 6 desde enero a septiembre de 2022, calculado a fin de cada mes mediante el producto CHIRPS. Fuente: SISSA/CRC-SAS.



No solo los déficits de lluvia son indicadores de las condiciones de sequía. En la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequía, integrada por diferentes instituciones nacionales, se analizan distintos indicadores agronómicos e hidrológicos para caracterizar la severidad de este fenómeno. Sus informes se publican mensualmente y se acompañan de mapas de riesgo de sequía (Figura 2.15), categorizada en tres niveles: leve, moderada y severa. Durante enero, condiciones de sequía severas se observaron en Corrientes, Chaco, Formosa y Entre Ríos. En Corrientes, esta situación estuvo acompañada de importantes incendios que afectaron a más de 700.000 hectáreas y los niveles de almacenamiento de agua en el suelo fueron los más bajos desde 1961. Los niveles de los puertos del río Paraná permanecieron muy bajos hasta finales de agosto, con un leve repunte en la primavera. Entre marzo y septiembre empeoraron las condiciones hídricas en la región central del país, con condiciones de sequía moderada en Córdoba, sur de Santiago del Estero, San Luis, noroeste de Buenos Aires, sur de Santa Fe y noroeste de Formosa. En la última reunión de la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequías, los indicadores analizados evidenciaron afectación por sequía severa en el noroeste de Buenos Aires (44 partidos), sur de Entre Ríos (5 departamentos) y sur de Santa Fe (4 departamentos). Se identificaron 140 millones de hectáreas en sequía, con más de 7 millones de hectáreas en categoría severa.

Una mayor información de la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequía y sus informes se encuentran en: https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/d_ed/sequia/.

Figura 2.15. Evolución de las regiones de sequía de acuerdo a la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequías. Fuente: https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/d_ed/sequia/.



2.5 Temperatura en Antártida

La temperatura media de enero a septiembre de 2022 fue más cálida que lo normal en todos los sitios de observación del sector antártico (Figura 2.16). La mayor anomalía positiva de +3.3 °C correspondió a la base San Martín, con valores mensuales que superaron +6 °C en los meses de julio a septiembre (Figura 2.17 arriba der.). En la base Belgrano se presentó la menor anomalía anual de +0.8 °C, como consecuencia de un agosto atípicamente frío, con una anomalía de -2.8 °C, suficiente para atenuar la tendencia positiva (Figura 2.17 arriba izq.).

Figura 2.16. Anomalías de temperatura media anual para las bases Belgrano II, San Martín, Marambio, Esperanza, Carlini y Orcadas durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.

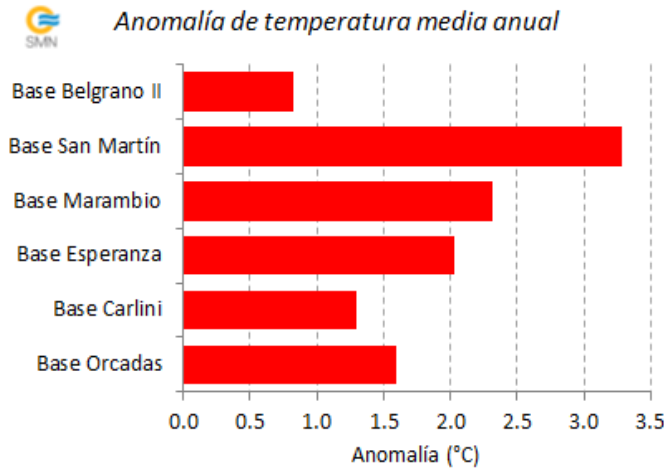
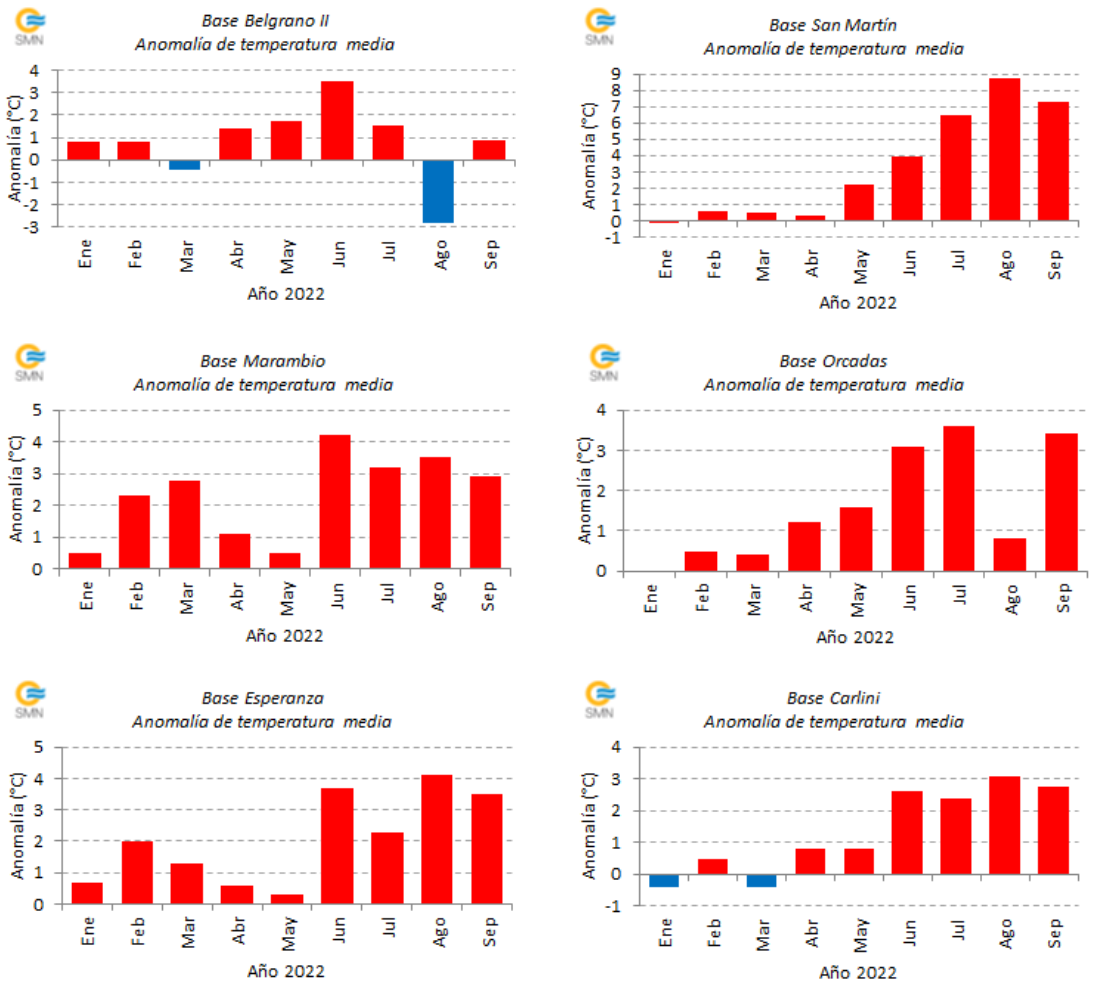
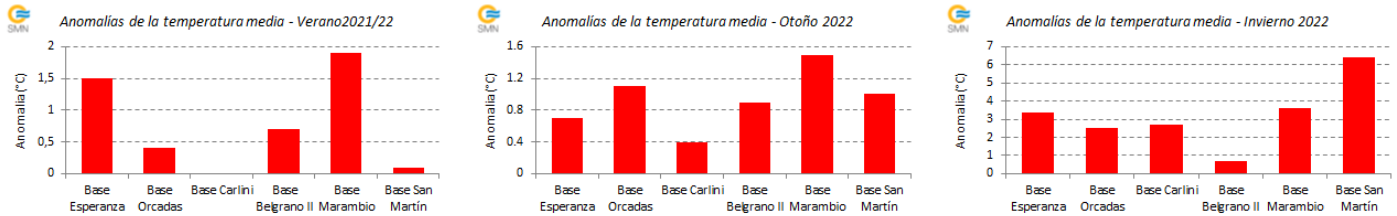


Figura 2.17. Anomalías mensuales de temperatura media para las bases Belgrano II (arriba izq.), San Martín (arriba der.), Marambio (centro izq.), Orcadas (centro der.), Esperanza (abajo izq.) y Carlini (abajo der.) durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



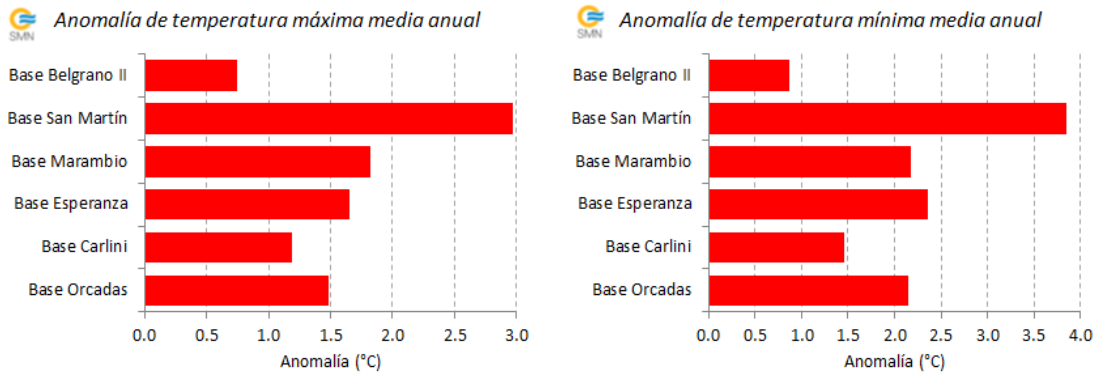
Consecuentemente, las anomalías estacionales durante el 2022 también fueron positivas en todas las estaciones antárticas (Figura 2.18). En el invierno se presentaron los mayores apartamientos, con valores superiores a los +2.0 °C (Figura 2.18 der.). El mayor desvío fue de +6.4 °C en la base San Martín.

Figura 2.18. Anomalías de temperatura media de verano (izq.), otoño (centro) e invierno (der.) para las bases Esperanza, Orcadas, Carlini, Belgrano II, Marambio y San Martín durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



La misma situación se observó en las temperaturas máximas y mínimas medias anuales (Figura 2.19). Las mayores anomalías también se advirtieron en la base San Martín, de +3.1 °C en la temperatura mínima y de +2.2 °C en la máxima. Tanto mensual como estacionalmente, el comportamiento de estas variables fue similar al de la media. Las temperaturas mínimas fueron las que presentaron, en general, los mayores apartamientos.

Figura 2.19. Anomalías de temperatura máxima media anual (izq.) y mínima media anual (der.) para las bases Belgrano II, San Martín, Marambio, Esperanza, Carlini y Orcadas durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010 y considerando los meses de enero a septiembre. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



Durante el año 2022 se destacaron diversos registros que superaron o igualaron a los máximos anteriores (Tabla 2.7).

Tabla 2.7. Valores récord de diversos parámetros de temperatura durante 2022 en las bases antárticas, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada base.

BASE	MES O ESTACIÓN DEL AÑO	PARÁMETRO	TEMPERATURA Y ANOMALÍA (°C)	MÁXIMO ANTERIOR Y ANOMALÍA (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA	
San Martín	Agosto	media	-2.8 (+8.7)	-6.5 (+5.0) (2012)	1976-2021	
		máxima	0.3 (+7.2)	-2.8 (+4.1) (2012)	1976-2021	
		mínima	-6.5 (+10.3)	-9.6 (+7.2) (1998)	1976-2021	
	Septiembre	mínima	-5.0 (+8.9)	-7.3 (+6.6) (2010)	1976-2021	
		Invierno	media	-4.4 (+6.4)	-5.6 (+5.2) (1989)	1976-2021
			máxima	-1.3 (+5.39)	-2.5 (+4.1) (1989)	1976-2021
mínima	-7.8 (+7.7)		-9.0 (+6.5) (1989)	1976-2021		
Belgrano II	Enero	máxima absoluta	11.4 (07/01/2022)	10.1 (21/01/1990)	1981-2021	
Carlini	Febrero	máxima absoluta	13.6 (07/02/2022)	12.0 (11/02/2021)	1986-2021	
Esperanza	Verano	media	2.5 (+1.5)	2.5 (+1.5) (2001/02)	1961-2021	
Orcadas	Verano	mínima	0.4 (+1.1)	0.3 (+1.0) (2010/11)	1961-2021	

SECCIÓN 2: Referencias

Funk, C. y otros, 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. Scientific Data, 2: 150066.

Organización Meteorológica Mundial, 2012. Índice normalizado de precipitación: Guía del usuario. M. Svoboda, M. Hayes y D. Wood. Ginebra, Suiza.

Sección | 3

FORZANTES DESTACADOS DE ESCALA ESTACIONAL Y SUBESTACIONAL

Las variaciones del clima en la Argentina tienen cierta relación con fenómenos que ocurren mucho más allá de su territorio. El más conocido es El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), uno de los patrones más importantes de la variabilidad climática interanual, cuyos impactos pueden durar desde varios meses a pocos años. Existen otras oscilaciones que pueden desarrollarse simultáneamente en distintas escalas de tiempo y que, a su vez, pueden potenciar o inhibir el comportamiento de las precipitaciones, así como modular las temperaturas en el país. Entre ellas se destacan el Dipolo del Océano Índico (DOI, o IOD por sus siglas en inglés), la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (AAO o SAM, por sus siglas en inglés) y la Oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés), todas activas en lo que va del 2022. Cabe destacar que, si bien el estado y la evolución de estos fenómenos pueden favorecer ciertas condiciones atmosféricas, no las determinan en su totalidad.

| 3.1 Estado de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

El 2022 comenzó con una fase fría del fenómeno ENOS o La Niña, establecida a finales del 2021, que se mantiene activa hasta la actualidad, siendo este el tercer año consecutivo bajo estas condiciones. Las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) desde enero hasta junio fueron negativas en el océano Pacífico ecuatorial alrededor y al este de la longitud 180°, asociadas a La Niña. Luego, entre julio y agosto de 2022, dichas anomalías se debilitaron respecto de los meses previos, pero conservando valores acordes a un episodio frío. A partir de septiembre, el enfriamiento en la región Niño 3.4 se intensificó nuevamente, por lo que, en promedio, de enero a septiembre las anomalías de TSM fueron negativas desde 160°E hasta la costa de Sudamérica (Figura 3.1). Debido a la relación existente entre las fases del fenómeno y la precipitación en la región sur de la Cuenca del Plata y en la zona húmeda del país, La Niña pudo haber favorecido las lluvias deficitarias observadas, lo que agravó las condiciones secas en el área ya afectada por la sequía.

Una mayor información del fenómeno y sus impactos en Argentina se puede encontrar en https://www.smn.gob.ar/enos_que_es.

Anomalia de la TSM de enero a septiembre 2022

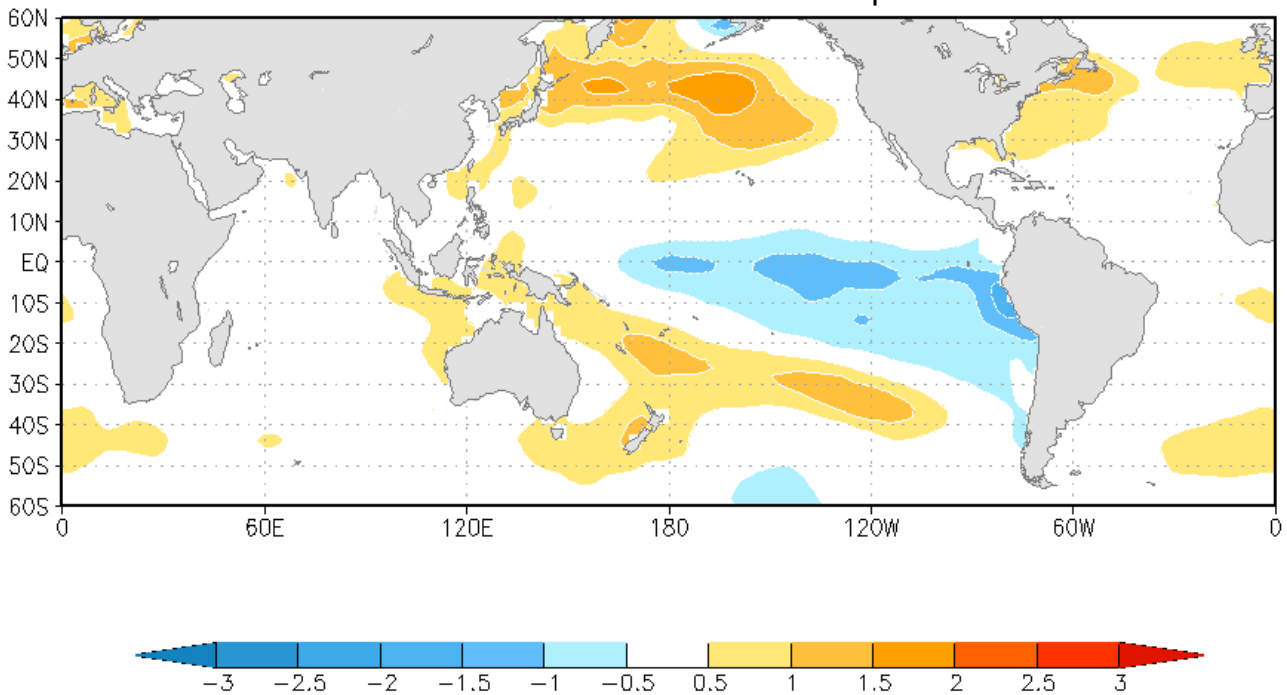
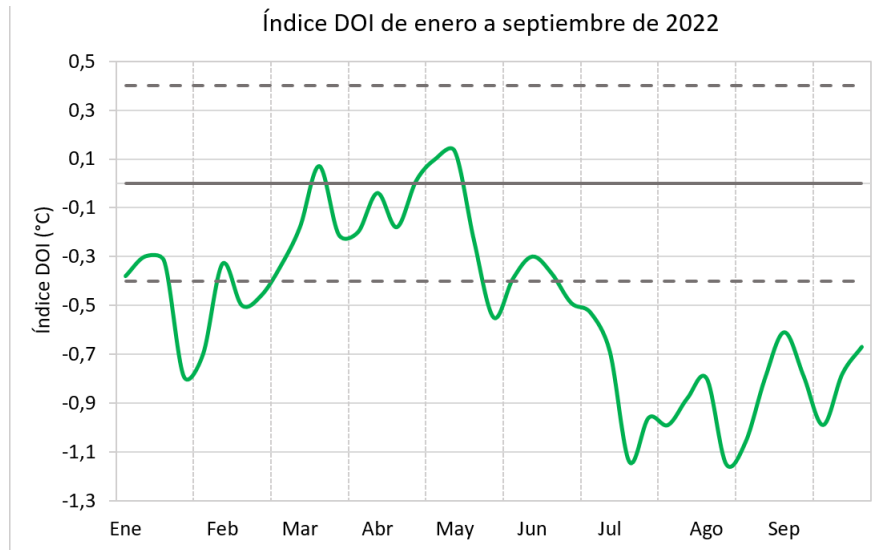


Figura 3.1. Promedio de anomalía de TSM entre el 1 de enero y el 30 de septiembre de 2022. Fuente: NOAA/ESRL.

3.2 Estado del Dipolo del Océano Índico (DOI)

Desde noviembre de 2021 hasta principios de junio de 2022, el DOI permaneció con valores neutrales (Figura 3.2). Desde el 13 de junio, el índice alcanzó valores acordes a una fase negativa (valores inferiores a $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$), manteniéndose hasta septiembre inclusive. Dado que la mayor teleconexión en el sur de Sudamérica ocurre durante la primavera austral, con la fase negativa del DOI tendiendo a inhibir las precipitaciones en la región, este estado del fenómeno acentuó las condiciones secas en el noreste del país.

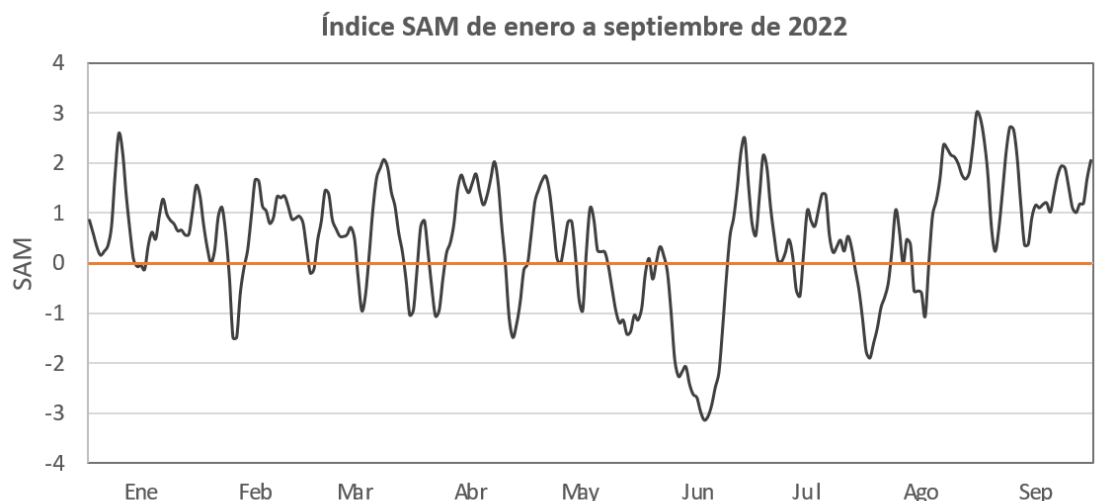
Figura 3.2. Evolución semanal del índice DOI de enero a septiembre de 2022. Para determinar una fase positiva (negativa) del DOI, el índice debe ser superior (inferior) a $+0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante ocho semanas consecutivas. Fuente de datos: Bureau of Meteorology Australia.



3.3 Estado de la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (SAM, AAO)

Durante la mayor parte del 2022, el índice diario de la SAM indicó el predominio de la fase positiva del fenómeno (Figura 3.3). Las fases negativas se presentaron, en general, en períodos más cortos. Una excepción a esto fue lo ocurrido en junio, con la fase negativa más larga e intensa registrada en lo que va del año, que coincidió con el ingreso de una fuerte ola de frío en gran parte del país. Por el contrario, entre julio y septiembre prevaleció la fase positiva. En Argentina, cada una de estas fases puede tener correlación con la temperatura y la precipitación, dependiendo del mes del año y de la región.

Figura 3.3. Evolución del índice diario SAM de enero a septiembre de 2022. Fuente de datos: CPC/NOAA.



3.4 Estado de la Oscilación de Madden-Julian (MJO)

La MJO es el patrón principal de variabilidad climática en los trópicos, con períodos entre 20 y 70 días. Induce anomalías en la lluvia y en la circulación atmosférica de la banda tropical a medida que avanza hacia el este, tardando entre 30 y 60 días. Entre enero y septiembre del 2022 se registraron varios eventos de la MJO (Figura 3.4), algunos de los cuales generaron impactos en Argentina. Entre el 1 y el 14 de enero de 2022 se desarrolló un evento intenso, que presentó una señal significativa. En ese período se observó precipitación por debajo de lo normal en varias localidades del centro y norte del territorio. Esto condice con el comportamiento esperado para el verano que indica que, cuando la MJO se encuentra en la fase 7, se reducen las chances de episodios de precipitación intensa en el norte del país. En el otoño se destacó un evento moderado entre el 4 y el 21 de mayo, que favoreció temperaturas bajas en el norte de Argentina. Durante el invierno se desarrolló un evento de MJO entre el 23 de junio y el 21 de julio, que propició bajas temperaturas. Sin embargo, su señal se vio inhibida por la influencia de otros forzantes subestacionales. En el resto del año se registraron otros eventos de MJO, pero sus efectos no fueron coherentes con el patrón de precipitación y temperatura esperado en Argentina, lo que sugiere la predominancia de otros forzantes atmosféricos en la región.

Evolución de la MJO entre enero y septiembre 2022

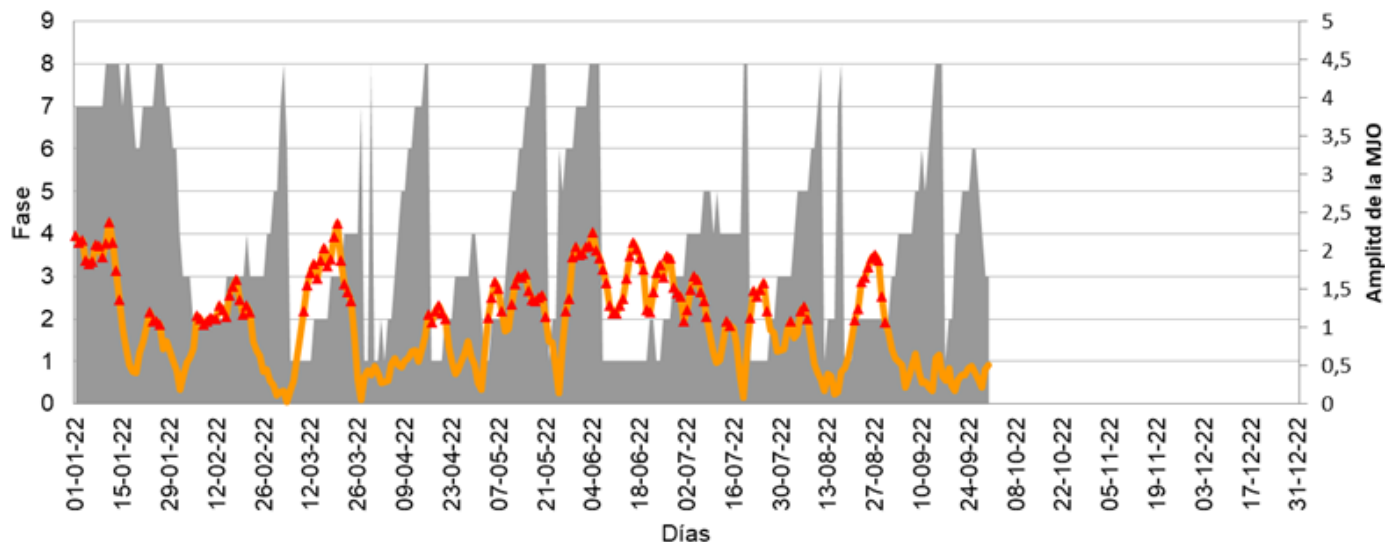


Figura 3.4. Evolución de la MJO de enero a septiembre de 2022. El sombreado indica la fase del fenómeno (eje de la izquierda), mientras que la curva naranja, la amplitud del mismo (eje de la derecha). Los triángulos rojos indican los días donde la amplitud de la oscilación es significativa (mayor a 1). Fuente de datos: Bureau of Meteorology, Australia.

SECCIÓN 3: Referencias

Revista Meteoros - Año 9 N° 4. Nota: "Oscilaciones, el Mundo en Movimiento". P. 52 <http://repositorio.smn.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1188/MET09-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sección | 4

GASES DE EFECTO INVERNADERO, REACTIVOS Y AEROSOLES

Los gases de efecto invernadero (GEI), los gases reactivos (GR) y los aerosoles son compuestos de la atmósfera de origen natural y antropogénico. En particular, los GEI absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro electromagnético, lo que provoca el efecto invernadero, que existe de forma natural en la atmósfera y mantiene la temperatura necesaria para la vida en el planeta. Sin embargo, cuando las concentraciones de estos gases aumentan de manera significativa producto de las actividades del hombre, también lo hace su retención de calor, dando lugar al fenómeno de calentamiento global con sus consecuencias asociadas. Los principales GEI naturales y antropogénicos son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) superficial, mientras que el monóxido de carbono (CO) es considerado GR. En cuanto a los aerosoles, pequeñas variaciones de las propiedades químicas y físicas de los mismos generan mecanismos de retroalimentación significativos, con repercusiones complejas y combinadas que van desde la contaminación local del aire y los efectos adversos sobre la salud (OMS, 2021) hasta el clima mundial (IPCC, 2013). De entre ellos, se destaca el carbono negro (BC, por sus siglas en inglés), el único aerosol que contribuye al aumento de la temperatura global por su eficiencia para absorber la luz y calentar su entorno, con un impacto en el clima que es entre 460 a 1500 veces más fuerte que el del CO₂.

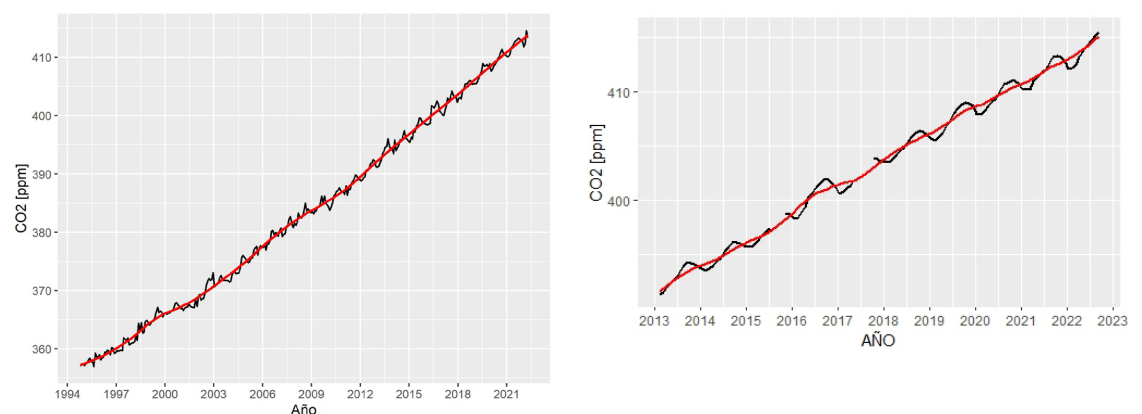
En respuesta al calentamiento global y al cambio climático, la OMM dirige diversos programas de monitoreo de GEI y otros componentes atmosféricos para coordinar acciones de reducción de emisiones. En particular, se distingue el programa de mediciones de Vigilancia Atmosférica Global (VAG), que dispone a nivel mundial las observaciones de GEI, GR, aerosoles y O₃ estratosférico y troposférico. Este programa se desarrolla en Argentina a partir de la década del 90, situando puntos de monitoreo en estaciones dependientes del SMN. Detalles de las mismas se pueden consultar en la sección 4 del *Reporte sobre el Estado del Clima en Argentina 2020* (SMN, 2021).

| 4.1 Dióxido de carbono (CO₂)

El CO₂ es el GEI antropogénico más significativo por su larga duración en la atmósfera y es un elemento fundamental en el ciclo del carbono. Por el gran impacto que genera, es importante medir su concentración y analizar las interacciones con el medio ambiente, para identificar las consecuencias de las actividades humanas.

Las emisiones antropogénicas de CO₂ han ido aumentando a escala mundial desde la época preindustrial. Actualmente, la mitad del CO₂ emitido por actividades humanas permanece en la atmósfera. **En Argentina, las mediciones realizadas en las estaciones VAG Ushuaia y Marambio muestran un incremento constante de dicho gas en el período de registro** (Figura 4.1).

Figura 4.1. Izq.: Registros de fracciones molares de CO₂ en la estación VAG Ushuaia en el período 1994-2021, a través del proyecto de mediciones discontinuas con flask de la NOAA. Der.: Mediciones continuas de las fracciones molares de CO₂ en la estación Marambio en el período 2013-2022, a través del convenio con el Instituto Meteorológico Finlandés. En ambos casos, las líneas negras representan los promedios mensuales de concentración de CO₂ y las líneas rojas, los valores medios mensuales luego de suprimir la variación estacional del gas.



Sumado al incremento sostenido de cada año, la concentración de CO₂ presenta ciclos anuales bien marcados dominados por el crecimiento de la vegetación en el hemisferio norte. Durante 2022, esto se observó en las mediciones continuas de CO₂ de las estaciones VAG Ushuaia (Figura 4.2) y Marambio (Figura 4.3), las cuales alcanzaron un valor promedio máximo de 415 ppm¹ en septiembre. Comparando las concentraciones medias de junio, las mismas fueron de 415 ppm en la primera estación y de 414 ppm en la segunda. Estos valores son inferiores a la media global de 417.5 ppm del mismo mes, registrada por la NOAA a través de su programa Global Monitoring Division of NOAA/Earth System Research Laboratory. Son, sin embargo, superiores a los correspondientes valores del 2021. Para junio de 2021 se obtuvieron promedios de 412.5 ppm en VAG Ushuaia y de 411.8 ppm en Marambio, mientras que la media global fue de 415.2 ppm.

¹ ppm: Partes por millón.

Figura 4.2. Mediciones continuas de las fracciones molares de CO₂ registradas en la estación VAG Ushuaia durante 2022. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.

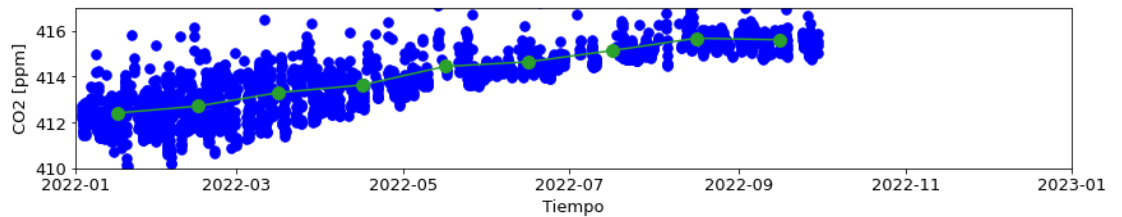
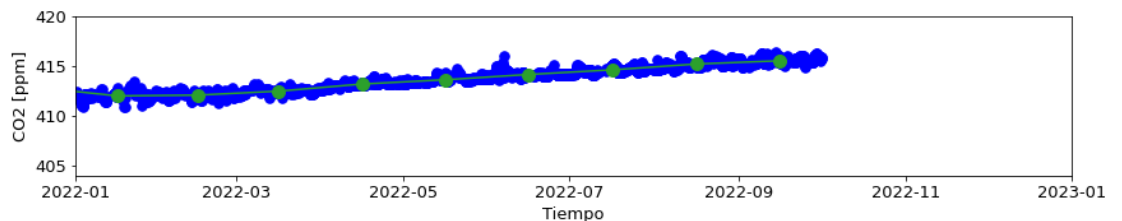


Figura 4.3. Mediciones continuas de las fracciones molares de CO₂ registradas en la estación Marambio durante 2022, a través del convenio con el Instituto Meteorológico Finlandés. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.

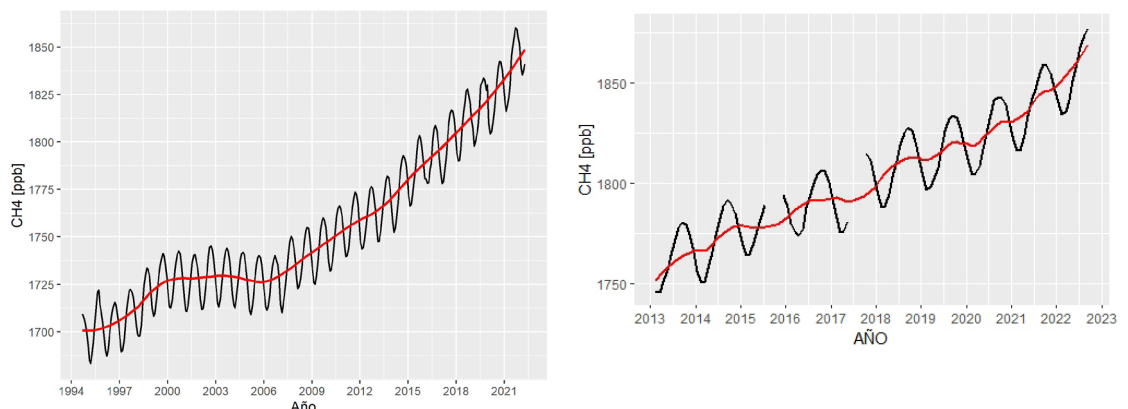


4.2 Metano (CH₄)

El CH₄ es un GEI muy potente, con una eficiencia en el calentamiento global 28 veces superior a la del CO₂ y un tiempo de residencia de aproximadamente 10 años. El efecto neto de su tiempo de residencia relativamente corto y su mayor absorción de energía hace que el CH₄ sea el segundo GEI de origen antropogénico en importancia en contribuir al calentamiento global. Los principales emisores de dicho gas son las actividades agropecuarias, así como algunos cultivos como el arroz y, de manera natural, los pantanos y humedales. En zonas del Ártico y la Antártida, el proceso de deshielo también produce la liberación de gran cantidad de CH₄ a la atmósfera.

Al igual que el CO₂, la concentración de CH₄ se incrementa año tras año a nivel global. En Argentina, este aumento se observa tanto en VAG Ushuaia como en Marambio (Figura 4.4).

Figura 4.4. Izq.: Registros de fracciones molares de CH₄ en la estación VAG Ushuaia en el período 1994-2021, a través del proyecto de mediciones discontinuas con flask de la NOAA. Der.: Mediciones continuas de fracciones molares de CH₄ en la estación Marambio en el período 2013-2022, a través del convenio con el Instituto Meteorológico Finlandés. En ambos casos, las líneas negras representan los promedios mensuales de concentración de CH₄ y las líneas rojas, los valores medios mensuales luego de suprimir la variación estacional del gas.



Las variaciones interanuales de CH₄ dependen de distintos factores como el transporte y su mezcla a nivel global. En el hemisferio sur, los ciclos estacionales de la concentración sufren bajas en sus valores a finales del verano y otoño. Esto se advirtió durante el 2022 tanto en VAG Ushuaia (Figura 4.5) como en Marambio (Figura 4.6). En el mes de septiembre, en la primera estación se alcanzaron promedios máximos mensuales de 1878 ppb, y en la segunda, de 1877 ppb². Según el programa Global Monitoring Division of NOAA/Earth System Research Laboratory, el promedio global de CH₄ para junio de 2022 fue de 1906.1 ppb, mayor que lo registrado en VAG Ushuaia y Marambio, con concentraciones medias de 1862 ppb y 1859 ppb, respectivamente.

² ppb: Partes por billón.

Figura 4.5. Mediciones continuas de las fracciones molares de CH₄ registradas en la estación VAG Ushuaia durante 2022. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.

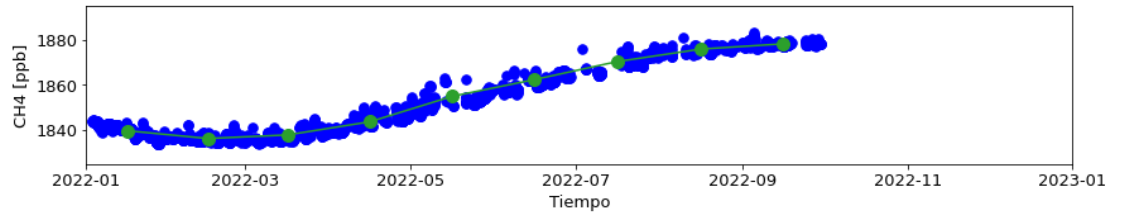
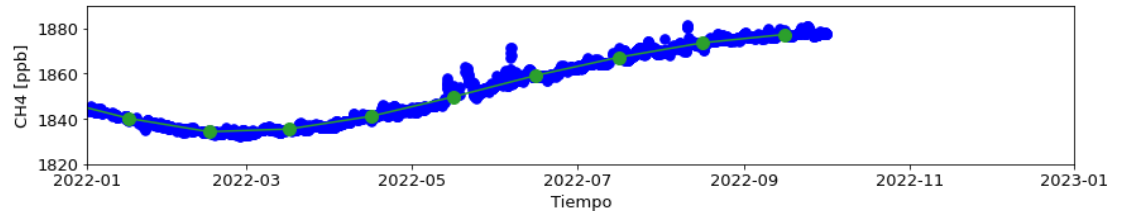


Figura 4.6. Mediciones continuas de las fracciones molares de CH₄ registradas en la estación Marambio durante 2022, a través del convenio con el Instituto Meteorológico Finlandés. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.



4.3 Monóxido de Carbono (CO)

El CO es un gas reactivo de origen natural y antropogénico. Se produce naturalmente debido a la emisión de volcanes, incendios o tormentas eléctricas, y, en mayor medida, por la degradación atmosférica del CH₄, mientras que el aporte antropogénico lo realiza la combustión incompleta de los combustibles fósiles. El CO puede ser removido de la atmósfera por diferentes procesos; los más importantes son su conversión a CO₂ y su eliminación biológica.

Durante los primeros nueve meses del 2022, las concentraciones de CO en VAG Ushuaia alcanzaron un valor mínimo de 33 ppb en el mes de febrero y un máximo de 52 ppb en septiembre (Figura 4.7). En Marambio se midieron 37 ppb en marzo y 57 ppb en septiembre (Figura 4.8). En ambos casos se exhibió un ciclo estacional.

Figura 4.7. Mediciones continuas de las fracciones molares de CO registradas en la estación VAG Ushuaia durante 2022. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.

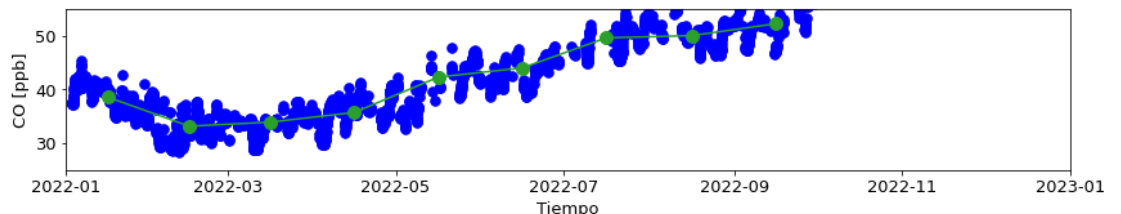
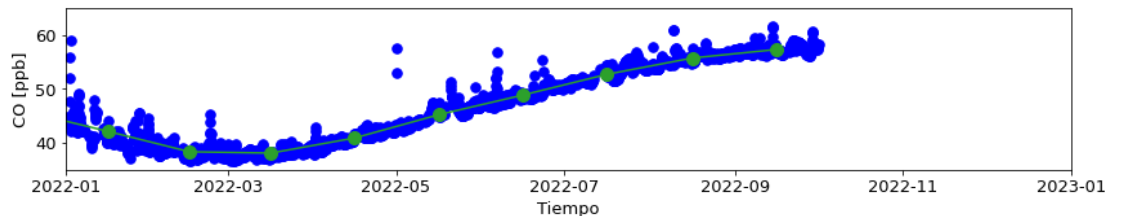


Figura 4.8. Mediciones continuas de las fracciones molares de CO registradas en la estación Marambio durante 2022, a través del convenio con el Instituto Meteorológico Finlandés. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.



4.4 Ozono (O3) superficial

El O3 superficial es una sustancia oxidante que no se emite directamente a la atmósfera, sino que se produce a partir de reacciones con el NO2 y otras sustancias que forman el smog urbano. Contribuye a generar un calentamiento en la superficie de la Tierra, al igual que el CO2, CH4, N2O y los gases halogenados considerados como GEI.

El O3 superficial, para las estaciones de VAG Ushuaia y Marambio, presenta ciclos estacionales con máximos en invierno y mínimos en verano. Esto se debe a que, durante otoño e invierno, dominan los procesos de transporte de O3 y la disminución de la luz solar deja de ser poco a poco un factor en el proceso de destrucción. Al iniciar la primavera, por el contrario, los procesos radiativos se hacen presentes y generan las reacciones fotoquímicas que producen la remoción del gas. En el transcurso del 2022, en VAG Ushuaia se presentaron promedios de 12 ppb en enero y de 33 ppb en julio (Figura 4.9), mientras que Marambio, un mínimo de 12 ppb en enero y un máximo de 32 ppb en julio (Figura 4.10).

Figura 4.9. Mediciones continuas de las fracciones molares de O3 superficial registradas en la estación VAG Ushuaia durante 2022. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.

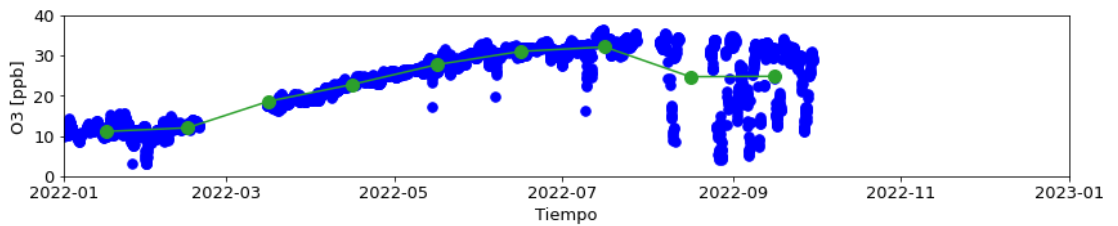
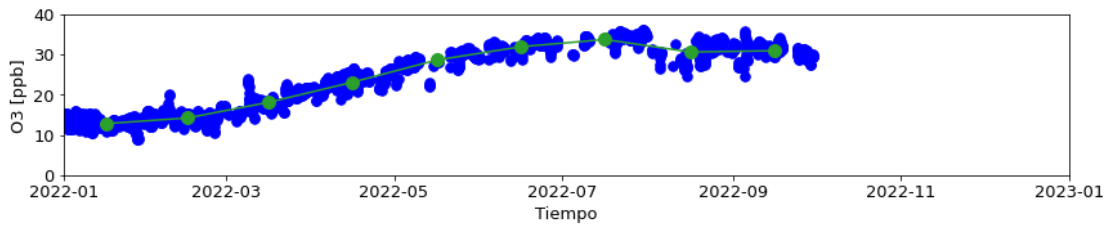


Figura 4.10. Mediciones continuas de las fracciones molares de O3 superficial registradas en la estación Marambio durante 2022. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los verdes, a los promedios mensuales.



SECCIÓN 4: Referencias

IPCC, 2013. Boucher, O., D. Randall, P. Artaxo, C. Bretherton, G. Feingold, P. Forster, V. M. Kerminen, Y. Kondo, H. Liao, U. Lohmann, P. Rasch, S. K. Satheesh, S. Sherwood, B. Stevens and X. Y. Zhang, 2013. Clouds and Aerosols. In Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Organización Mundial de la Salud, 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, 2021. Estado del Clima en Argentina 2020. <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/1559>.

Sección | 5

MONITOREO DE LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA

5.1 Capa de ozono

La capa de ozono en la estratosfera actúa como un filtro de la radiación solar ultravioleta (UV). Su función es vital debido a que un ligero aumento de este tipo de radiación puede afectar nocivamente a los ecosistemas vivos y algunos materiales en la superficie terrestre. Dicha capa sufre un proceso de degradación desde inicio de los años 80 y año a año origina el agujero de ozono sobre todo en la Antártida. Esto es debido principalmente a la presencia de sustancias como los clorofluorocarbonos (CFC's), cuya disociación fotolítica produce una cantidad considerable de átomos de cloro que son directamente responsables de la destrucción de ozono estratosférico (Molina y Rowland, 1974). En la actualidad, el uso de estas y otras sustancias están reguladas por el Protocolo de Montreal (UNEP, 2019). Dado que el ozono genera un calentamiento por la energía que libera durante su fotodisociación, su agotamiento ha contribuido al enfriamiento de la estratósfera inferior. Además, ha causado cambios en la circulación estival del hemisferio sur en las últimas décadas, con consiguientes efectos en las temperaturas, las precipitaciones y los océanos (OMM, 2018).

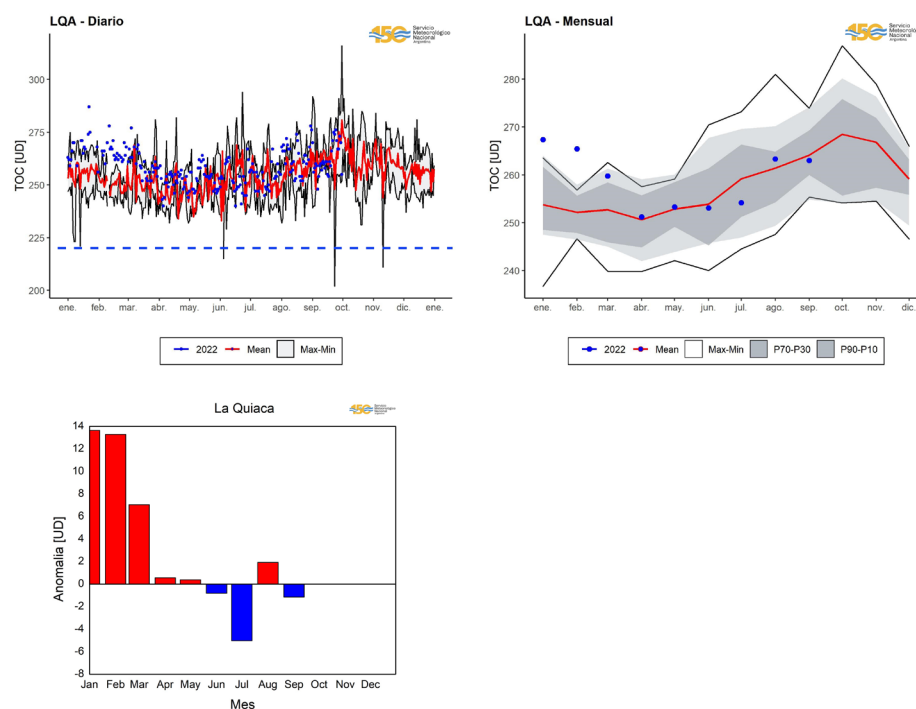
En la Argentina existen cinco espectrofotómetros Dobson que miden las cantidades de ozono total o el espesor total de la columna del gas sobre un determinado sitio, en unidades Dobson (UD¹). Dichos instrumentos monitorean la evolución e intensidad de la capa de ozono sobre el país y están ubicados en el Observatorio La Quiaca, Observatorio Central Buenos Aires, Comodoro Rivadavia, VAG Ushuaia y Marambio. Una mayor información se puede encontrar en OMM (2008) y en Carbajal y otros (2012).

UD¹: Espesor óptico de 0.001 mm de ozono a temperatura y presión estándar.

5.1.1 OBSERVATORIO LA QUIACA

Durante enero y febrero, los valores de ozono diario y mensual en La Quiaca estuvieron muy por encima del promedio del período 2014-2021, superando inclusive los máximos históricos (Figura 5.1 arriba izq. y der.). La máxima anomalía se observó en enero, con un valor de aproximadamente de +14 UD (Figura 5.1 abajo). De abril a septiembre, por el contrario, las observaciones oscilaron alrededor de la media con poca variación.

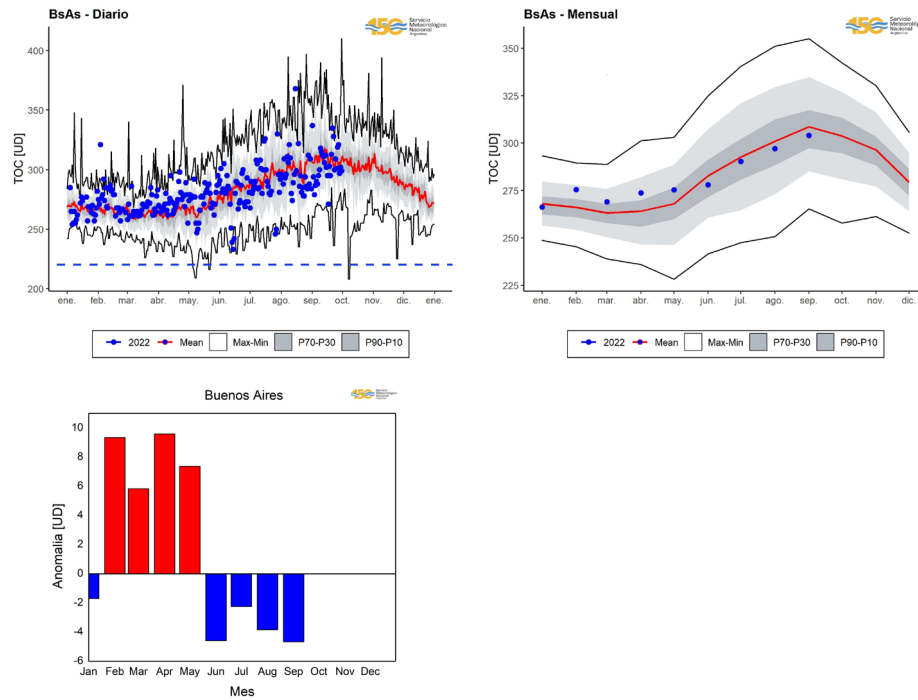
Figura 5.1. Arriba izq. y der.: Evolución diaria y media mensual de ozono total en el Observatorio La Quiaca durante 2022, en puntos azules. Las líneas negras denotan el valor medio y los máximos y mínimos históricos diarios y mensuales, según el caso. Abajo: Anomalías mensuales de ozono total durante 2022, con respecto al valor medio 2014-2021. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



5.1.2 OBSERVATORIO CENTRAL BUENOS AIRES

Los valores de la columna de ozono total diario en el Observatorio Central Buenos Aires presentaron poca variación y oscilaron alrededor de la media del período 1977-2021 (Figura 5.2 arriba izq.). En el promedio mensual, las máximas anomalías positivas se alcanzaron en febrero y abril, si bien estas no excedieron los +9 UD (Figura 5.2 abajo). De junio a septiembre, las anomalías fueron negativas, aunque no superaron los -5 UD.

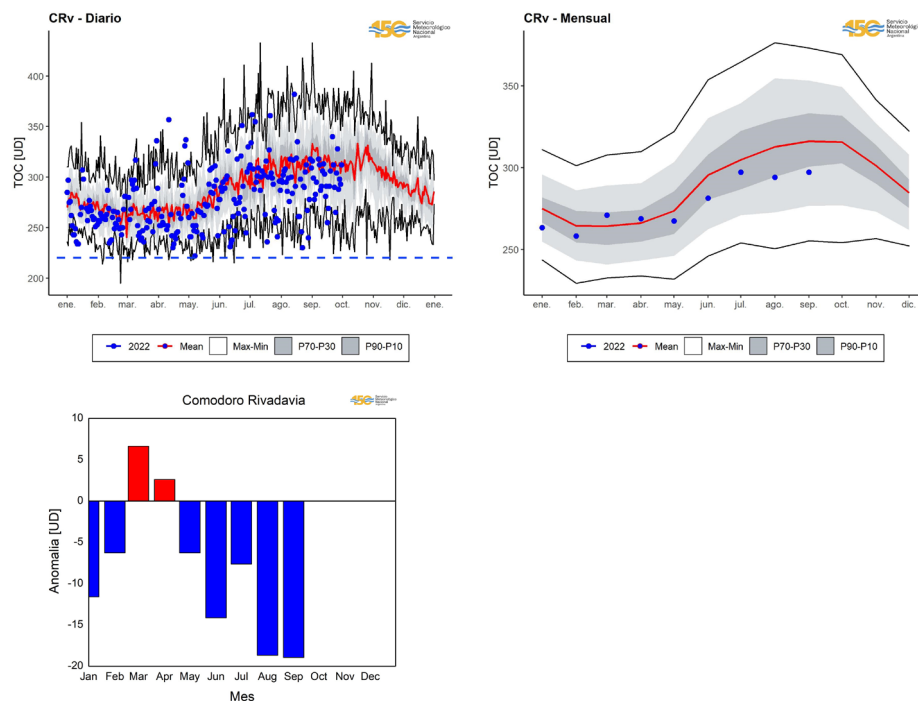
Figura 5.2. Arriba izq. y der.: Evolución diaria y media mensual de ozono total en el Observatorio Central Buenos Aires durante 2022, en puntos azules. Las líneas negras denotan el valor medio y los máximos y mínimos históricos y mensuales, según el caso. Abajo: Anomalías mensuales de ozono total durante 2022, con respecto al valor medio 1977-2021. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



5.1.3 ESTACIÓN COMODORO RIVADAVIA

En Comodoro Rivadavia, la medición de la columna de ozono total diario osciló alrededor de la media del período 1996-2021, aunque la mayoría de los casos por debajo de esta, excepto en los meses de marzo y abril (Figura 5.3 arriba izq.). Los mayores desvíos mensuales se observaron en agosto y septiembre, con valores muy cercanos a los -20 UD (Figura 5.3 abajo).

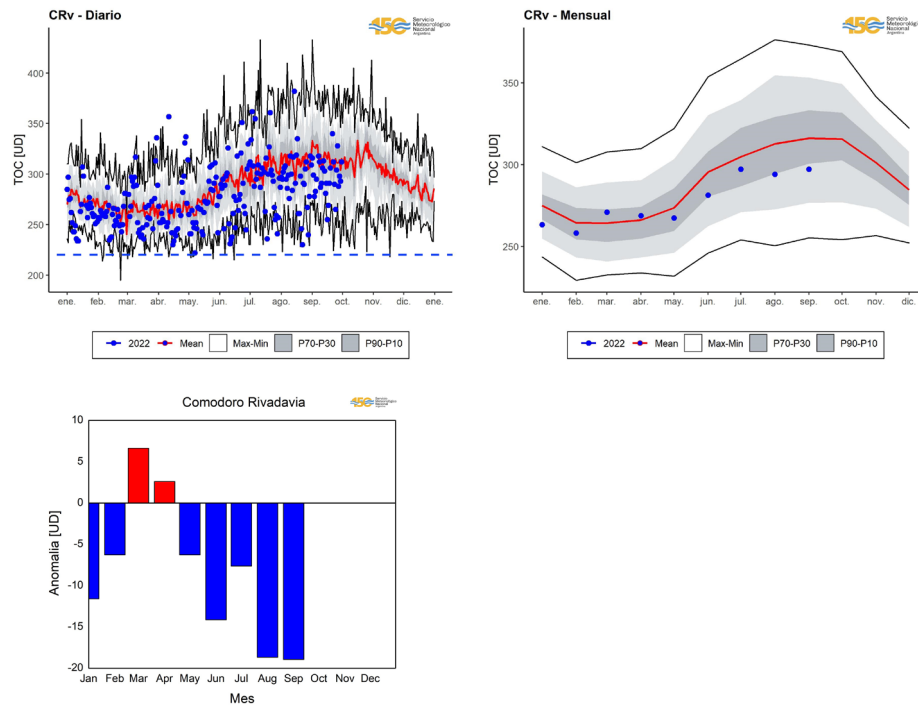
Figura 5.3. Arriba izq. y der.: Evolución diaria y media mensual de ozono total en la estación Comodoro Rivadavia durante 2022, en puntos azules. Las líneas negras denotan el valor medio y los máximos y mínimos históricos y mensuales, según el caso. Abajo: Anomalías mensuales de ozono total durante 2022, con respecto al valor medio 1996-2021. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



5.1.4 ESTACIÓN VAG USHUAIA

Durante los seis primeros meses, excepto en abril, se observaron valores mensuales de ozono total por debajo del promedio del período 1995-2021 (Figura 5.4 arriba der.). A partir de julio, las anomalías resultaron positivas, siendo el mayor desvío en septiembre, con +10 UD (Figura 5.4 abajo).

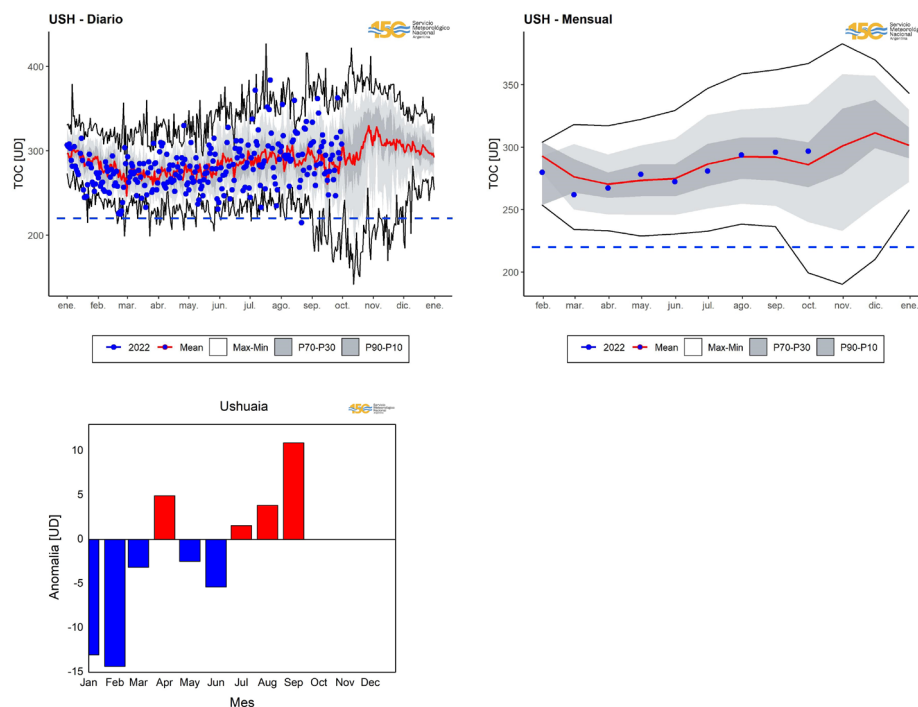
Figura 5.4. Arriba izq. y der.: Evolución diaria y media mensual de ozono total en la estación VAG Ushuaia durante 2022, en puntos azules. Las líneas negras denotan el valor medio y los máximos y mínimos históricos diarios y mensuales, según el caso. Abajo: Anomalías mensuales de ozono total durante 2022, con respecto al valor medio 1995-2021. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



5.1.5 ESTACIÓN MARAMBIO

Las mediciones mensuales en Marambio durante los primeros dos meses del año presentaron valores inferiores al promedio histórico del período 1987-2021 (Figura 5.5 arriba der.). Las mayores anomalías ocurrieron en septiembre y fueron positivas, con más de +30 UD (Figura 5.5 abajo). Esta situación es común debido al pasaje del agujero de ozono por la Península Antártica.

Figura 5.5. Arriba izq. y der.: Evolución diaria y media mensual de ozono total en la estación Marambio durante 2022, en puntos azules. Las líneas negras denotan el valor medio y los máximos y mínimos históricos diarios y mensuales, según el caso. Abajo: Anomalías mensuales de ozono total durante 2022, con respecto al valor medio 1987-2021. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



5.2 Radiación solar ultravioleta

La radiación solar que alcanza la superficie comprende longitudes de onda que pertenecen al espectro infrarrojo, visible y UV. Si bien el porcentaje de radiación UV que alcanza la superficie es mucho menor que las restantes longitudes de onda, su capacidad de influir en cuestiones biológicas la vuelve tan importante como las demás. Como se expresó anteriormente, este tipo de radiación puede afectar de manera nociva a los ecosistemas vivos y está directamente asociada con la concentración de ozono local. Más aún, se encuentra en estrecha relación con el incremento de incidencia de cáncer de piel en la población.

El parámetro más estudiado de la radiación solar UV, por sus implicancias biológicas, es la irradiancia solar UV eritémica, que se obtiene en base a la irradiancia solar y la respuesta de acción eritémica de la piel definida por McKinlay y Diffey (1987). A partir de ella es posible obtener el índice UV, el cual es utilizado para cuantificar los niveles de radiación solar UV y el riesgo asociado para su difusión a la población. Este índice presenta una escala numérica de colores y riesgo estandarizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002) (Figura 5.6).

Figura 5.6. Escala de categorías para los distintos intervalos de valores del índice UV. Fuente: <https://www.who.int/uv/publications/en/UVIGuide.pdf>.

CATERGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11 +

Los niveles de intensidad de radiación UV que alcanzan la superficie dependen de múltiples parámetros como el ozono, la nubosidad, la altura sobre el nivel del mar, la época del año, los aerosoles, entre otros. Dada la extensión geográfica del territorio argentino y su variada orografía, es esperable que se presenten distintos valores de intensidad de radiación UV en las diferentes regiones del país.

Actualmente el SMN monitorea los niveles de radiación solar en 11 estaciones dentro del país. Aquí se presentan los resultados de cuatro de ellas: Buenos Aires, Mendoza, Ushuaia y Marambio. Dichas estaciones presentan períodos históricos de mediciones de aproximadamente 20 años, aunque, en algunos casos, con interrupciones (Tabla 5.1). En Nollas y otros (2019) se detalla el proceso de calibración de los radiómetros utilizados por el SMN y las características del instrumental utilizado en cada sitio.

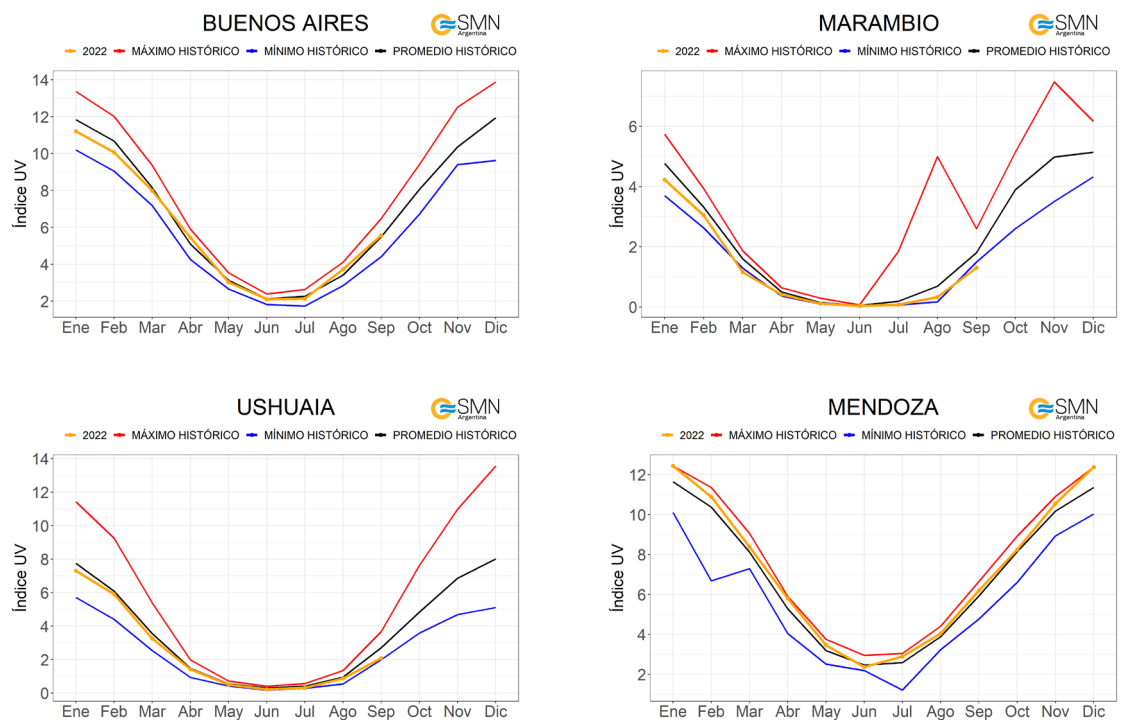
Tabla 5.1. Años incluidos dentro del período histórico de mediciones de radiación UV para cada sitio.

Sitio	Años
Mendoza	1999-2021
Buenos Aires	1995-2002; 2005-2021
Ushuaia	1998-2001; 2004-2006; 2008-2021
Marambio	1998-2021

5.2.1 Monitoreo del índice UV durante 2022

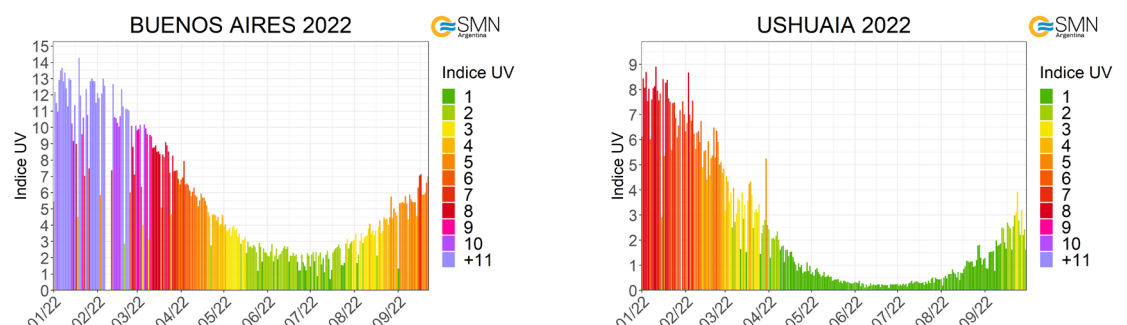
En lo que va del 2022 los promedios mensuales del índice UV máximo diario estuvieron relativamente cercanos al promedio histórico en Buenos Aires (Figura 5.7 arriba izq.) y Ushuaia (Figura 5.7 abajo izq.). Por otra parte, los valores obtenidos para Mendoza fueron levemente superiores al promedio histórico (Figura 5.7 abajo der.), lo que podría estar relacionado con la campaña de calibración que se realizó durante 2018 (Nollas y otros, 2019) y con el cambio de radiómetro luego de dicha calibración. Los valores mensuales de Marambio del 2022 se encontraron por debajo de los promedios mensuales del período de referencia, incluso con valores inferiores a los mínimos históricos en marzo y septiembre (Figura 5.7 arriba der.). Esto podría estar relacionado con las condiciones meteorológicas imperantes en Marambio, las cuales afectan la superficie de la cúpula del sensor con el paso del tiempo. Por ello, el recambio de sensores se vuelve una necesidad más frecuente que en otro tipo de estaciones continentales. Cabe destacar que el comportamiento mensual histórico del índice UV en Marambio es diferente al del resto de los sitios, ya que se observan marcadas diferencias entre la primera mitad del año y la segunda. Dichas diferencias se deben al pasaje del agujero de ozono, evento íntimamente asociado con el incremento de la radiación solar UV que alcanza a la superficie. En Ushuaia se advierte un efecto similar, aunque atenuado, con una pendiente más empinada en el aumento del índice UV entre los meses de agosto y octubre.

Figura 5.7. Promedios mensuales de índice UV máximo diario junto con los valores medios, máximos y mínimos históricos disponibles para Buenos Aires (arriba izq.), Marambio (arriba der.), Ushuaia (abajo izq.) y Mendoza (abajo der.).



Como era de esperarse, los máximos diarios del índice UV en Buenos Aires y Ushuaia presentaron un comportamiento estacional en lo que va del 2022, con mayores valores en el verano austral (Figura 5.8). Asimismo, tanto en verano como en invierno, los menores valores se observaron en Ushuaia en comparación con Buenos Aires, dado que este índice disminuye a medida que la latitud del sitio se aleja del ecuador.

Figura 5.8. Índice UV máximo diario medido en Buenos Aires (izq.) y Ushuaia (der.) durante 2022.



SECCIÓN 5: Referencias

Carbajal Benítez, G., M. Cupeiro, R. Sánchez, J. D. Agüero, M. E. Barlasina y F. Nollas, 2012. Caracterización de la columna total de ozono medido con el espectrofotómetro Dobson en cuatro estaciones en la Argentina. E-ICES9, ISBN 978-987-1323-36-4.

McKinlay, A. F., and B. L. Diffey, 1987. A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin, in Human Exposure to Ultraviolet Radiation: Risks and Regulations, edited by W. R. Passchier and B. M. F. Bosnjakovich, pp. 83– 87, Elsevier Sci., New York.

Molina, M. J., and F. S. Rowland, 1974. Stratospheric sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine atom-catalysed destruction of ozone. Nature, 249.

Nollas, F., E. Luccini, G. Carbajal, F. Orte., E. Wolfram, G. Hülsen and J. Gröbner, 2019. Report of the Fifth Erythema UV Radiometers Intercomparison (Buenos Aires, Argentina, 2018). GAW report No.243, May 2019. https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20791#.XN6kuyBKgdV.

Organización Mundial de la Salud, 2002. Global Solar UV Index: A Practical Guide 2002. <https://www.who.int/uv/publications/en/UVIGuide.pdf>.

Organización Meteorológica Mundial, 2008. Operation Handbook – Ozone Observation with a Dobson Spectrophotometer, GAW Report 183, World Meteorological Organization (WMO).

Organización Meteorológica Mundial, 2018. Executive Summary: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 58, 67 pp., Geneva, Switzerland.

UNEP, 2019. Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. United Nations Environment Programme Nairobi, Kenya.

SMN | REPORTE PRELIMINAR
ESTADO DEL CLIMA
EN ARGENTINA 2022



Servicio
Meteorológico
Nacional
Argentina



Ministerio de Defensa
Argentina