



2020

REPORTE ANUAL DE LA EVOLUCIÓN DEL CLIMA EN CHILE

Nubes después de la tormenta de verano. Santiago, 30 de enero 2021
(foto:CVJ)

REPORTE ANUAL DE LA EVOLUCIÓN DEL CLIMA EN CHILE

Informe climático del año 2020, preparado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, para dar cumplimiento con el objetivo específico “Mejorar el Sistema de monitoreo de las principales variables climáticas a nivel nacional como base de información para el seguimiento de la evolución climática en Chile”, Ficha MA2 de las líneas de acción para el Eje de Adaptación, Anexo I.B.

Documento elaborado por la Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile.

Dirección General de Aeronáutica Civil.

Mayo, 2021

CONTENIDO

1. Antecedentes Generales	
1.1 Introducción	4
1.2 Contexto Climático	5
1.3 Resumen de hechos climáticos relevantes y récords 2020	8
2. Comportamiento de la temperatura	
2.1 Temperatura Media	9
2.2 Temperaturas extremas	13
2.3 Comportamiento en estaciones antárticas	17
2.4 Isotherma 0°C	18
3. Comportamiento de la Precipitación	
3.1 Precipitación anual	21
3.2 Tendencias de la precipitación	22
3.3 Sequía meteorológica	27
4. Índices de cambio climático	
4.1 Índices de temperatura	30
4.2 Índices de precipitación	36
5. Resumen	38
6. Anexos	39

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Introducción

El año recién pasado 2020, fue un año complejo en todos los sentidos. Debido a la pandemia se generaron varios problemas que fueron suscitando sobre todo en el ámbito de la recolección de datos. Sin embargo, gracias al esfuerzo de los profesionales de varias instituciones que colaboran con este resumen climático, es que se ha podido lograr con éxito este informe, cuyo único objetivo es hacer el seguimiento y evaluar las principales variables climáticas a nivel nacional en el contexto de cambio climático que sirva de apoyo tanto al Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, como a diferentes entidades gubernamentales, escuelas, universidades, información periodística o usuarios que tenga interés en conocer cómo ha ido cambiando nuestro clima.

Como ya se ha mencionado en los informes anteriores, las tendencias y anomalías de las principales variables, como temperatura media, máxima, mínima y precipitación total anual, se comparan con un promedio climatológico 1961-1990, recomendado por la OMM (*). Sin embargo, con el propósito de mejorar la cobertura espacial, el cálculo de los índices climáticos extremos o la realización de mapas, es que se utiliza el promedio climatológico 1981-2010, para así considerar 110 estaciones para analizar la temperatura y 258 de precipitación, además de 3 estaciones antárticas y 2 islas..

El informe se compone del contexto general en que se enmarca el comportamiento del clima en el 2020 y un resumen de los hechos y eventos más relevantes ocurridos en términos climáticos en el país. En las secciones 2 y 3, se realiza una inspección anual y estacional de las series temperatura y precipitación e índices asociados, además de visualizar el presente año respecto a los años precedentes con énfasis en observar el comportamiento en cuanto a su tendencia de largo plazo. Finalmente, se muestra resumen del año de lo más destacable del clima en Chile.

(*) Reglamento Técnico de la OMM N°49, en reconocimiento de la necesidad de establecer una base estable para la evaluación a largo plazo del cambio climático y de la variabilidad del clima, se define un período de referencia fijo como el período de 30 años que abarca del 1 de enero de 1961 al 31 de diciembre 1990. Este período de referencia reglamentario debería utilizarse para comparar el cambio climático y la variabilidad del clima en todos los países.

1.2 Contexto climático

Temperatura Global

- El 2020 se consideró el **2do año más cálido** desde 1880, estimándose la temperatura media global (tierra más océano) de **14.9 °C**, siendo **0.98 °C** sobre el promedio 1901-2000, sólo 0.02°C menos que el récord que hubo en 2016 (fig. 1).
- Considerando sólo la temperatura global sobre tierra, el 2020 desplazó el año récord del 2016, posicionándose este año récord de temperatura estando **1.59 °C** sobre el promedio. Respecto a los océanos, la temperatura se incrementó 0.76 °C, convirtiéndose en el tercer año más cálido desde 1880, superado por el 2016 y 2019 (NOAA).
- La temperatura global terrestre y oceánica anual ha aumentado en **0.08°C** por década desde 1880, mientras que desde 1981 la tasa de aumento es más del doble con **0.18°C** por década.
- El 2020 se sumó a la larga lista de 44 años consecutivos (desde 1977) con temperaturas globales superiores a la media del siglo XX. Los últimos **6** años han sido los más cálidos en 141 años.

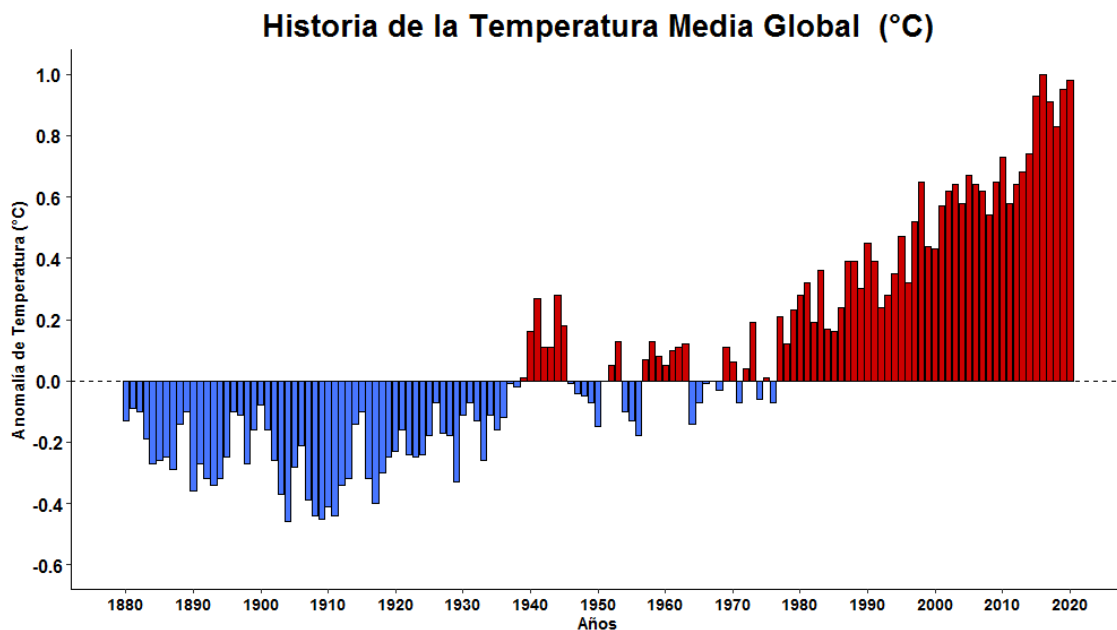


Fig. 1: Promedio anual de la anomalía de temperatura global desde 1880 comparada con el periodo de referencia 1901-2000. La línea cero representa la temperatura promedio de largo plazo del planeta. Las barras azules y rojas muestran la diferencia por debajo y por encima del promedio de cada año, respectivamente. Figura adaptada de climate.gov. NOAA.

En términos climáticos, el 2020 no ha sido muy diferente a los años previos, en general anomalías positivas de la presión superficial dominan todo el año preferentemente en la zona centro sur del país. Un otoño seco tuvimos en prácticamente todo el territorio, tan solo en invierno se presentaron anomalías negativas en el continente lo que trajo consigo los únicos episodios importantes de precipitaciones que ocurrieron en junio, de ahí en más, y sobre todo en primavera la presión se vio reforzada (fig. 2)

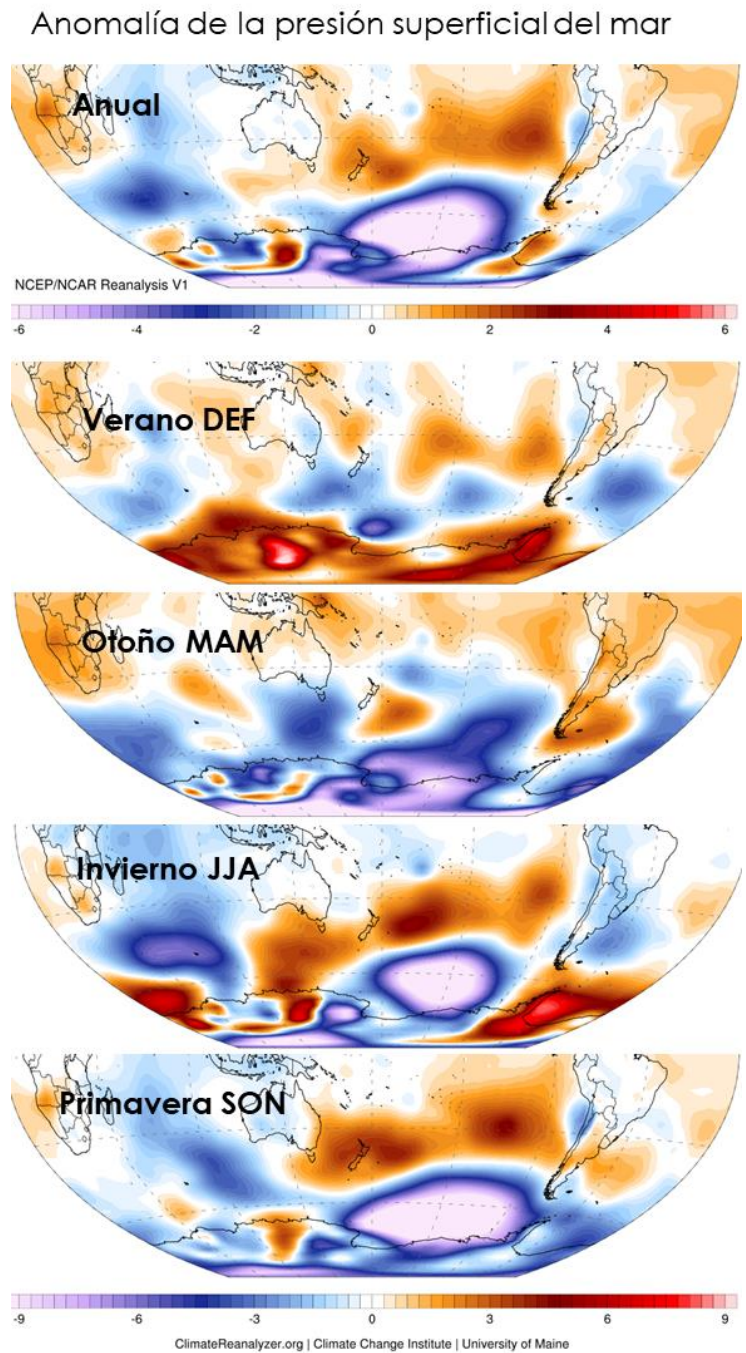


Fig. 2: Anomalías de la presión superficial en el hemisferio sur. Las anomalías son con respecto al promedio 1981-2010. Mapas realizados con ClimateReanalyzer.org.

El Niño – La Niña

Durante los primeros trimestres del año estábamos en una condición de termino de un evento de Niño débil, lo que probablemente no tuvo una influencia significativa en el clima local. Sin embargo, a comienzos de invierno se fortalecen las anomalías frías dando paso a un evento de La Niña, observándose anomalías moderadas llegando hasta -1.42°C en su

máximo durante el trimestre octubre-noviembre y diciembre. Este enfriamiento oceánico, si influyó en el comportamiento climático del país, principalmente en la temperatura, trayendo una primavera y verano 2020-21, más frío en comparación a los últimos años donde estábamos acostumbrados a temperaturas extremadamente altas.

Tabla 1: Índice ONI (Promedio móvil de la anomalía de la Temperatura Superficial del Mar TSM)

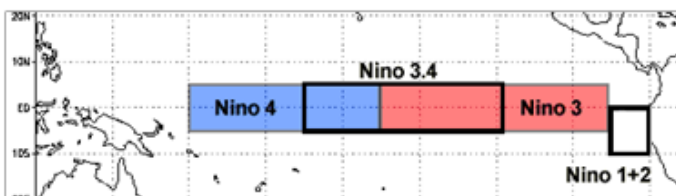
Trimestres del 2020

Niño 3.4	Ene-Mar	Feb-Abr	Mar-May	Abr-Jun	May-Jul	Jun-Ago	Jul-Sep	Ago-Oct	Sep-Nov	Oct-Dic
Anomalía	0.37°C	0.48°C	0.36°C	-0.27°C	-0.34°C	-0.30°C	-0.59°C	-0.83°C	-1.25°C	-1.42°C
TSM	27.13°C	27.77°C	28.19°C	27.66°C	27.39°C	26.99°C	26.27°C	25.89°C	25.46°C	25.28°C

Otras regiones de El Niño

Niño 1+2	-0.14	0.08	0.03	-0.19	-0.71	-1.01	-1.18	-0.96	-0.80	-0.59
Niño 3	0.17	0.19	0.05	-0.25	-0.54	-0.63	-0.73	-0.90	-1.10	-1.04
Niño 4	0.79	0.68	0.45	0.24	0.07	-0.07	-0.29	-0.55	-0.75	-0.90

Regiones de monitoreo de El Niño-La Niña



Fuente: cpc-ncep-noaa.

Con respecto al régimen de precipitación, si bien episodios de La Niña tienen una correlación con el déficit de precipitaciones en la zona central, y podría influir en el comportamiento de este año 2020, se ha observado que la escasez de precipitaciones de hace más de una década está más bien dominada por una tendencia de cambio climático.

1.3 Resumen de hechos climáticos relevantes y récords 2020

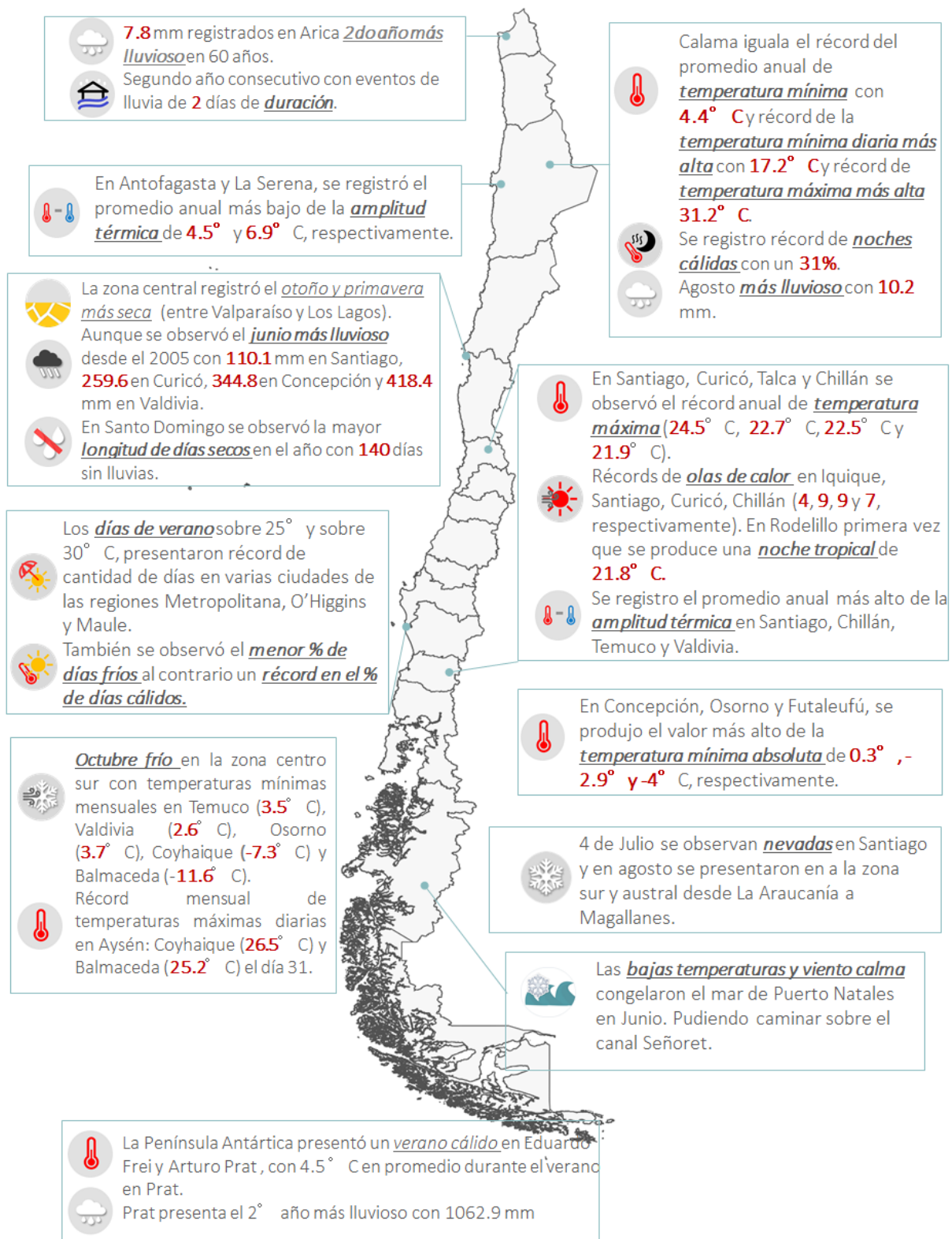


Fig. 3: Hechos relevantes climáticos y meteorológicos ocurridos en el país durante el 2020. Los récords están destacados en color rojo. Detalles por estación se muestran en el anexo nro. 7.1.

2. Comportamiento de la Temperatura

2.1 Temperatura Media

En Chile continental la temperatura media durante el 2020 fue de **13.6°C** (fig. 4), convirtiéndose en el **2do año más cálido** en 60 años, siendo **0.84°C** más cálida que el promedio climatológico 1961-1990 (fig. 5) y 0.6°C más cálido respecto al promedio 1981-2010.

En los últimos años se ha observado un sostenido aumento de la temperatura media en Chile, con una tendencia lineal de **+0.14 °C por década** en el periodo comprendido entre 1961-2020, manteniéndose con el mismo valor en el periodo 1981-2020 (40 años).

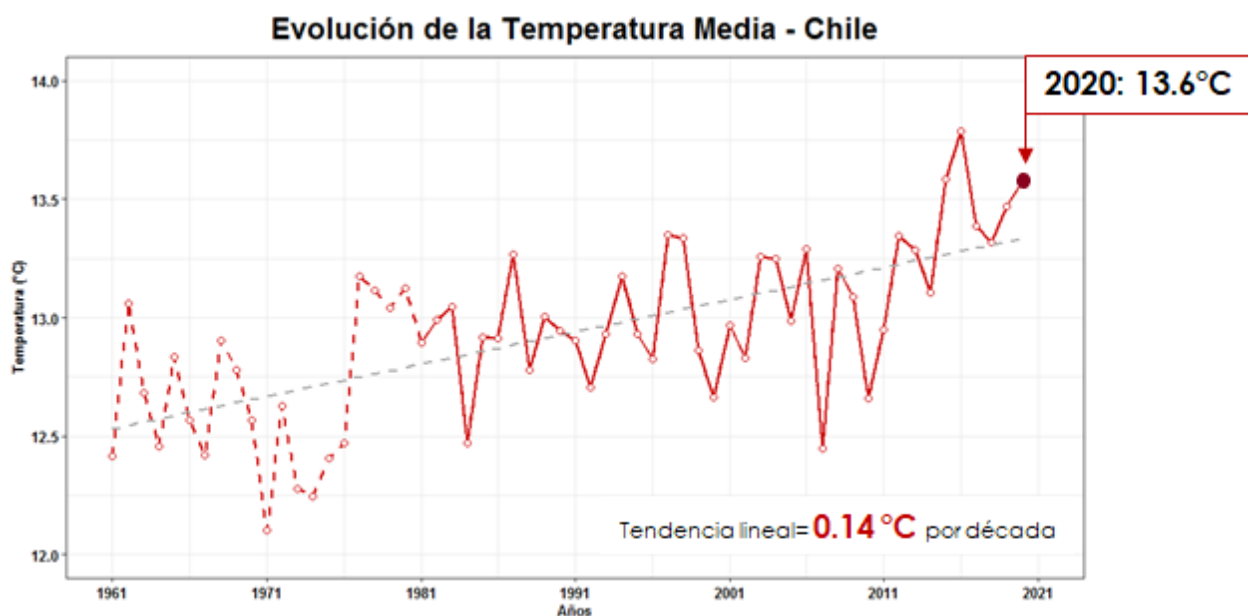


Fig. 4: Promedio anual de la temperatura media en Chile continental (temperatura máxima – temperatura mínima/2) utilizando 115 estaciones. La línea segmentada roja es el promedio de 19 estaciones con sesgo corregido. Línea segmentada gris indica la tendencia lineal.

Desde el 2011 los años han sido consecutivamente más cálidos que lo normal, sumando **10 años seguidos** (fig. 5), donde el 2016 sigue estando en el primer lugar con 13.8°C (+1.03°C), mientras que este año 2020 fue solo una centésima mayor que el 2015, quedando en segundo y tercer lugar, respectivamente (tabla 2).

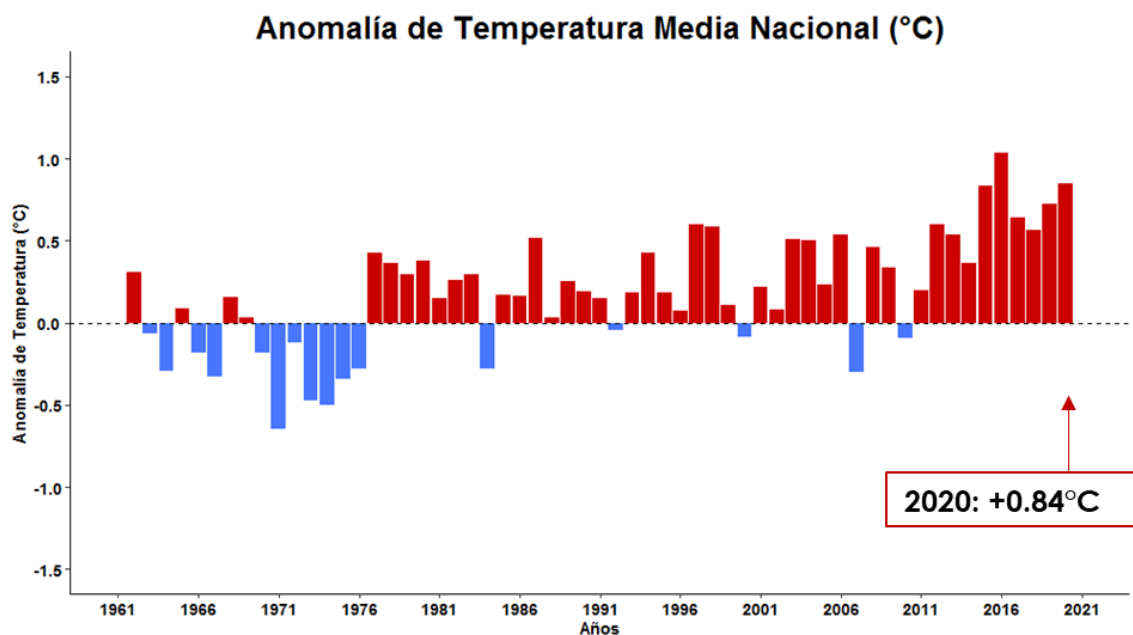


Fig. 5: Anomalías absolutas en °C de la temperatura media nacional respecto al periodo 1961-1990. Las barras rojas indican calentamiento y las azules enfriamiento.

De los **10 años más cálidos, 9 se han presentado en las últimas 2 décadas**, a excepción del año 1997 que fue un año El Niño, lo que contribuyó a temperaturas más cálidas. Este ranking nos sugiere el dominio de la señal de cambio climático frente a la variabilidad natural del clima, desplazando años que habían sido muy cálidos como El Niño 2005-2006 o 1982-83.

En la evolución espacial anual de las anomalías estandarizadas de la temperatura media de la fig. 6, se observa que en la última década 2011-2020, no hubo ningún año donde dominaran las anomalías negativas de la temperatura media, a excepción del 2011 que presentó

Tabla nro. 2: Ranking de los 10 años más calidos en Chile continental desde el año 1961.

10 años más cálidos			
Rank	Año	Temp. Media (°C)	Anomalía (°C)
1	2016	13.8	1.03
2	2020	13.6	0.84
3	2015	13.6	0.83
4	2019	13.5	0.72
5	2017	13.4	0.64
6	1997	13.4	0.60
7	2012	13.3	0.59
8	2018	13.3	0.56
9	2006	13.3	0.54
10	2013	13.3	0.53

temperaturas bajo el promedio en algunos sectores de la zona central. Durante el 2020 el calentamiento se produjo en prácticamente todo el territorio continental, presentándose anomalías positivas, es decir más cálido que lo normal, en el 76% (115 estaciones

meteorológicas). La comuna de Pudahuel de la Región Metropolitana fue la que presentó el mayor calentamiento con una anomalía de casi 4°C respecto al promedio 1981-2010, y siguen en este ranking las estaciones de la región de Bdo. O'Higgins, Maule, cordillera de la región de Antofagasta y Atacama.

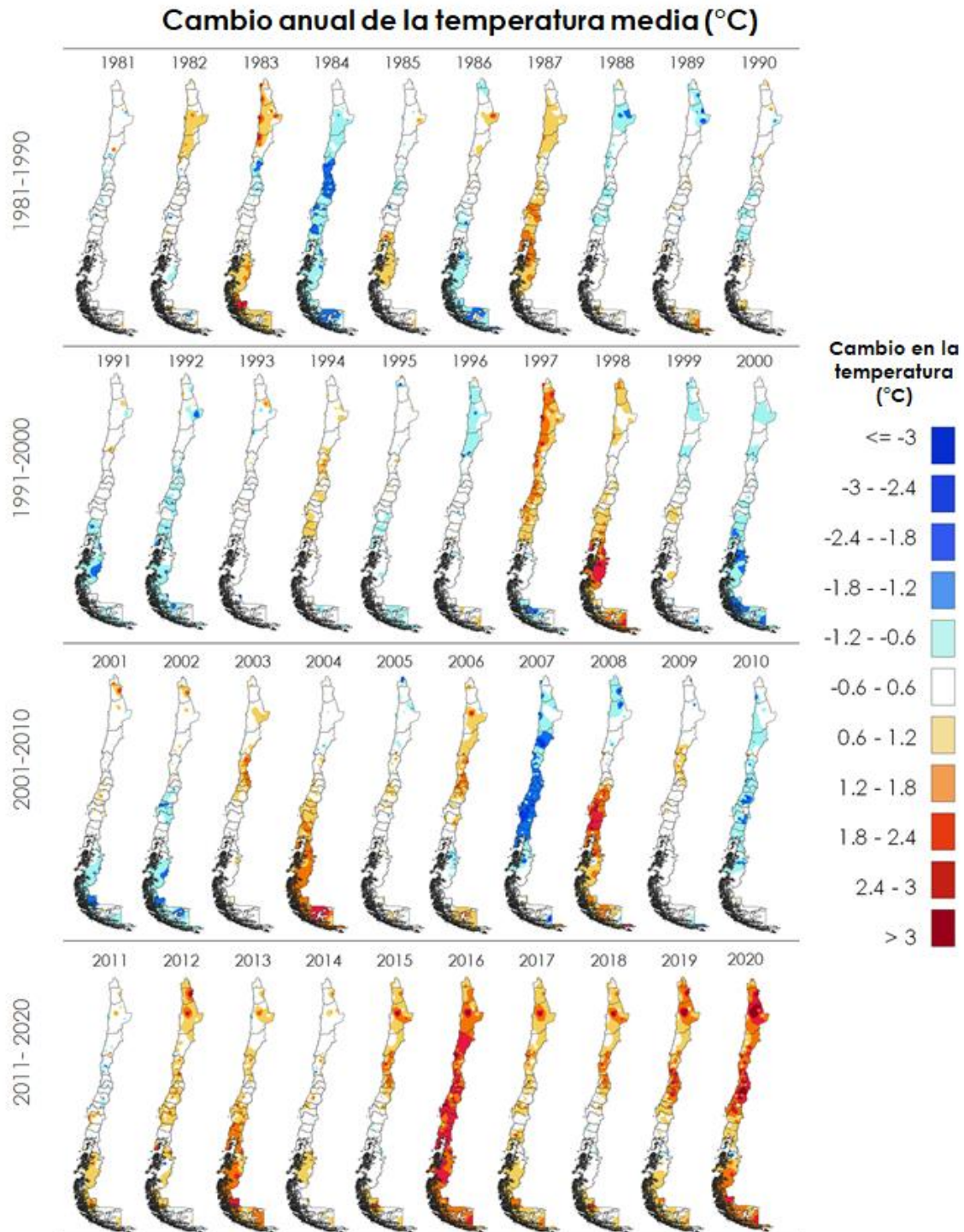


Fig. 6: Evolución de las anomalías estandarizadas de la temperatura media respecto al promedio 1981-2010.

En términos generales el 86% del territorio continental presentó tendencias positivas de la temperatura media variando en un rango entre 0.65° - -0.24° C por década. Las estaciones ubicadas sobre los 1500 metros presentan en su mayoría tendencias positivas significativas, mientras que las estaciones ubicadas a lo largo de la costa norte y centro muestran tendencias negativas.

La zona central es la que presenta el mayor calentamiento, un análisis específico estacional en esta parte del territorio, muestra que la temperatura media tiene tendencias positivas en las 4 estaciones del año, sin embargo, es en **otoño y verano** donde la tendencia se dispara a valores sobre 0.2° C por década, mientras que en invierno el aumento es poco significativo (fig. 7). Lamentablemente, el escenario no es positivo principalmente cuando se analiza otros efectos, como la ocurrencia de eventos de olas de calor más frecuentes e intensas como se verá en detalle en el punto 4.

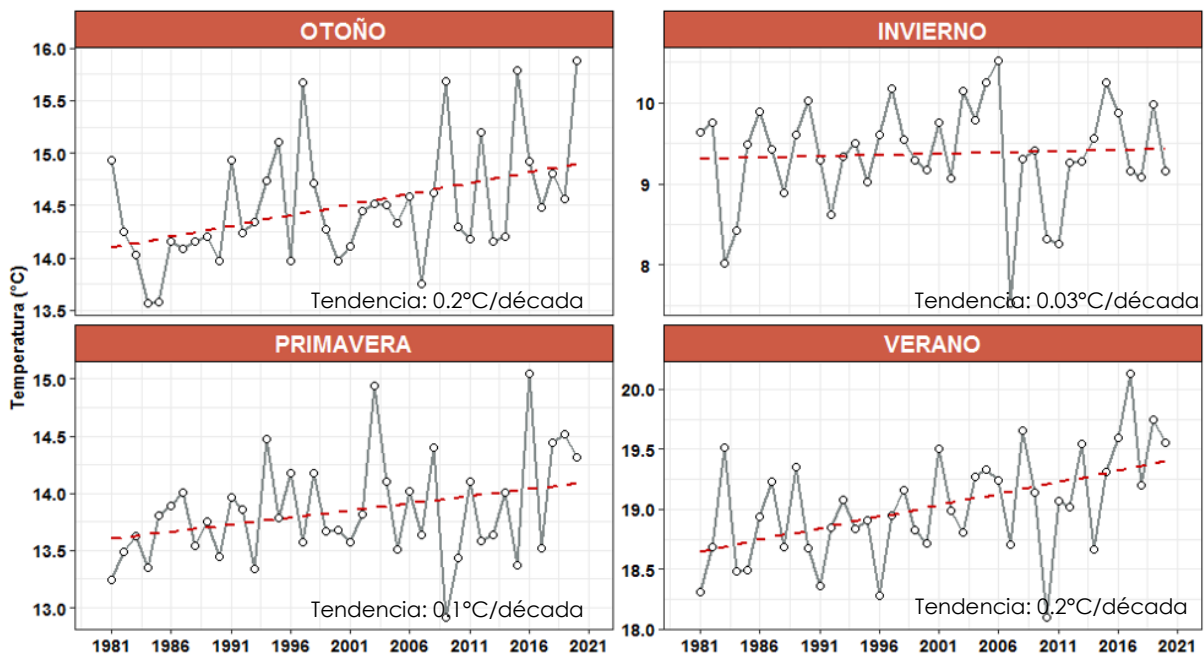


Fig. 7: Evolución de la temperatura media estacional en la zona central de Chile, en el periodo 1981-2020. La línea segmentada indica la tendencia lineal.

En cuanto a la evolución de la temperatura media en cada mes en la zona central del país, se destaca una tendencia de años más cálidos hacia el final del período. Además, los meses que superan el percentil 90 (el 10% de meses más cálidos) se acumulan en verano y en la estación de transición de otoño y primavera, lo que demuestra el alargamiento del verano en la zona central del país (fig. 8). Durante el 2020, casi todos los

meses fueron cálidos o muy cálidos a excepción de junio que fue frío según la distribución normal. Los récords mensuales los pueden revisar en el anexo 6.1.

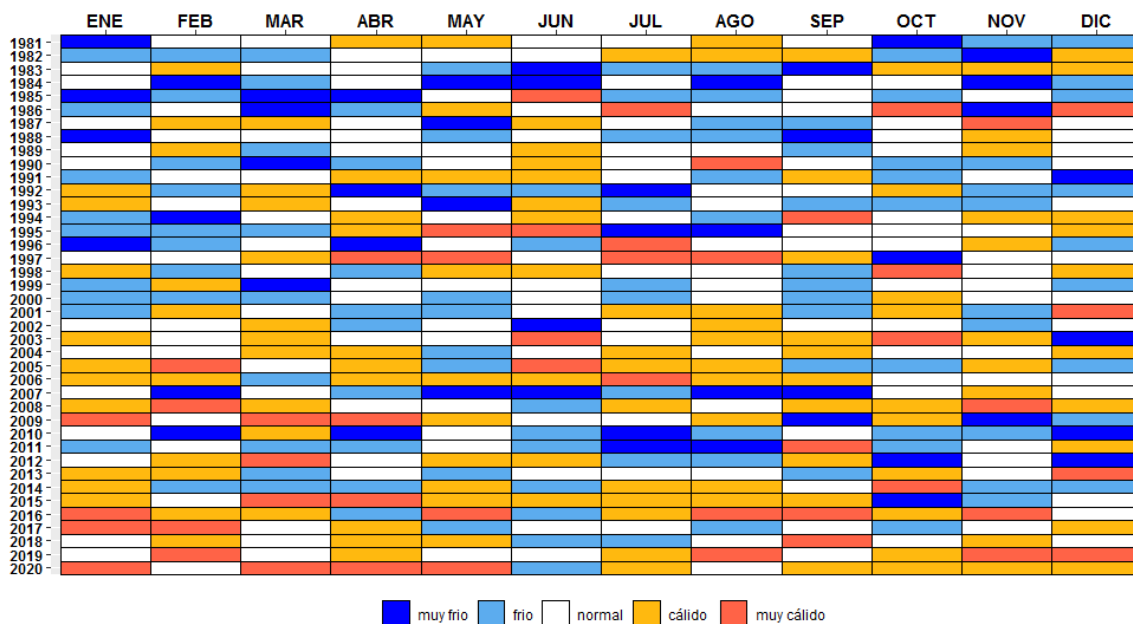


Fig. 8: Evolución de la temperatura media mensual en la zona central de Chile, en el periodo 1981-2020.

2.2 Temperaturas extremas

Tanto la temperatura máxima anual como la temperatura mínima, se presentaron más cálidas que el promedio de referencia 1961-1990 durante el 2020 en Chile.

La temperatura máxima promedio (TX) fue de 20.3°C (fig. 9) superando en 1.1°C el promedio (fig. 10), convirtiéndose además en el **segundo año con mayor temperatura máxima** promedio detrás del 2016 (tabla nro. 3). El calentamiento de los últimos años se observa principalmente en esta variable con una tendencia de **0.15°C por década** en el período 1961-2020 (fig. 9, panel superior) y de 0.22°C entre 1981-2020, donde este último año contribuyó en el incremento en la tendencia respecto del año pasado. Se han presentado 13 años consecutivos con anomalías positivas (fig. 10), siendo probablemente la mayor evidencia de cambio producto del cambio climático en Chile, donde el **84% de las estaciones presentan calentamiento**. Las mayores anomalías se observaron en los valles entre regiones de Coquimbo a la Araucanía.

Respecto al promedio anual de la temperatura mínima a nivel nacional, el 2020 fue de 6.9°C (fig. 9, panel inferior) siendo 0.63 °C más cálido que el promedio (fig. 10, panel inferior), ubicándose en el séptimo año más cálido desde hace 60 años (tabla Nro. 3). Se observa al igual que la máxima tendencias positivas de 0.14°C en el periodo 1961-2020, pero baja considerablemente si se considera el periodo 1981-2020 a 0.05 °C por década (fig. 9).

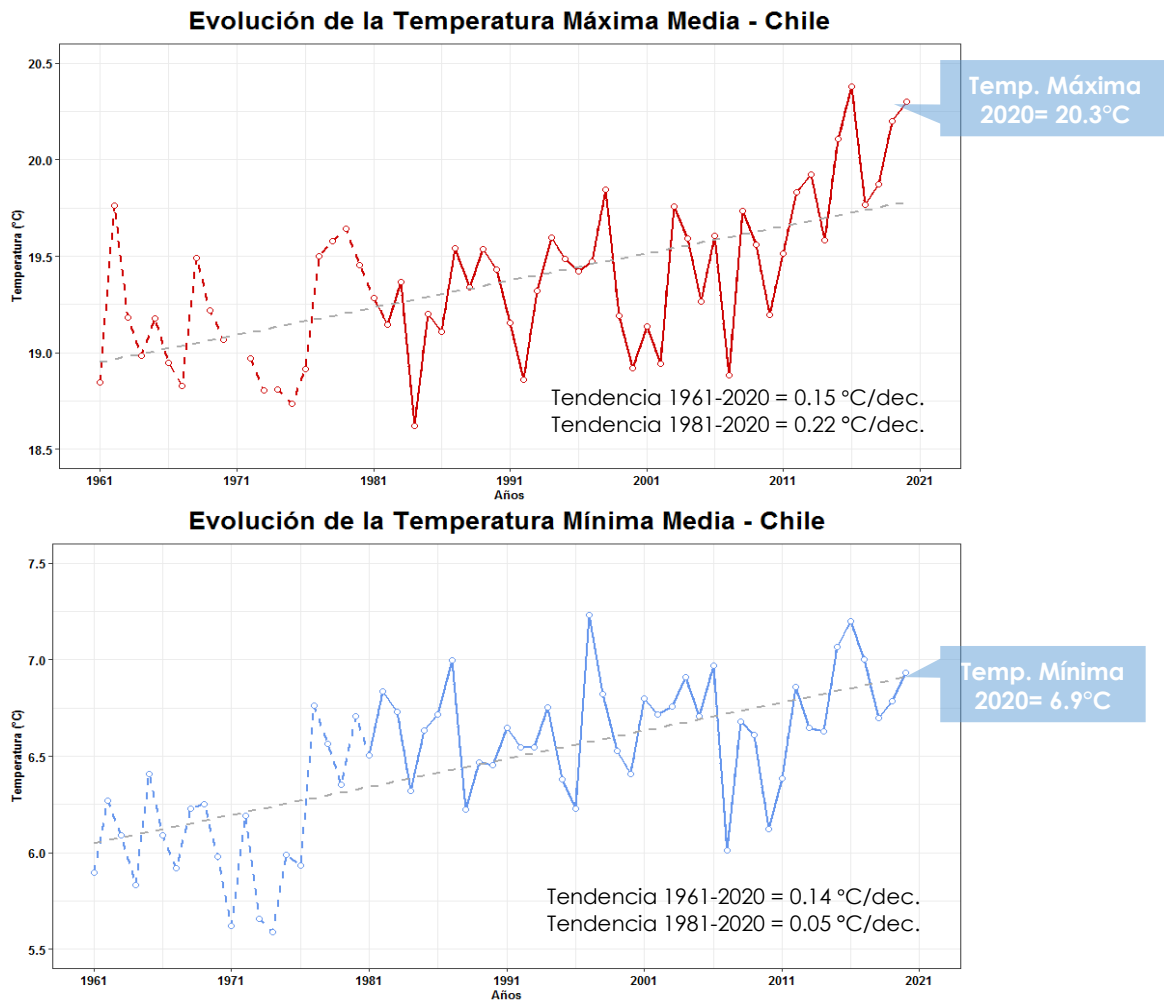


Fig. 9: Evolución de la temperatura máxima (TX) media panel superior y temperatura mínima (TN) panel inferior, utilizando 115 estaciones. Las líneas segmentadas es el promedio de 19 estaciones con sesgo corregido. Línea segmentada gris indica la tendencia lineal.

Cabe destacar que la tendencia disminuyó respecto al año pasado en ambos periodos, mostrando una relativa estabilidad en la temperatura mínima desde el año del salto climático de 1976 (fig. 10). Sin embargo, en varias estaciones en los valles de la zona centro sur del país, se han presentado tendencias negativas con valores ligeros en el período 1981-2020, probablemente a consecuencia de la falta de cobertura nubosa relacionada a los pocos eventos de precipitación en los últimos años.

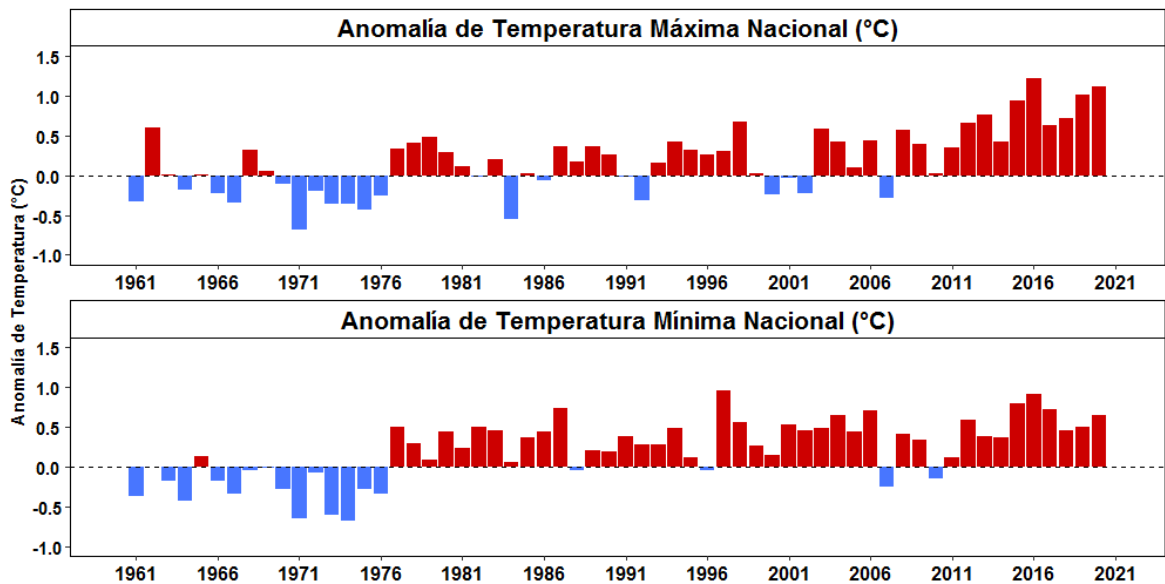


Fig. 10: Evolución de las anomalías del promedio anual de TX y TN. Diferencias respecto al promedio 1961-1990.

Considerando los valores del año 2020, en cuanto a las temperaturas extremas, se observa que las localidades más cálidas se registraron en la zona del norte grande del país, en Lautaro con 30.4°C y en Sierra Gorda con 30.9°C. En cuanto a la temperatura mínima, los promedios anuales más altos también se registraron en la zona norte del país; Arica registró 17.4°C e Iquique 16.8°C (tabla 3), además en la Isla San Félix también se registró un promedio anual de temperatura mínima con 16.6°C. Por otro lado, la estación que presentó el promedio anual de la temperatura mínima más fría (-6.1°C) fue en Lagunillas ubicada a 4020 msnm en la región de Tarapacá.

Tabla nro. 3: Ranking de los 10 años con mayor temperatura máxima y mínima en Chile continental desde el año 1961.

10 mayores promedios de temp. máxima y mínima						
Rank	Año	Temp. Máxima (°C)	Anomalía (°C)	Año	Temp. Mínima (°C)	Anomalía (°C)
1	2016	20.4	1.22	1997	7.2	0.96
2	2020	20.3	1.12	2016	7.2	0.90
3	2019	20.2	1.01	2015	7.1	0.79
4	2015	20.1	0.94	1987	7.0	0.72
5	2013	19.9	0.75	2017	7.0	0.71
6	2018	19.9	0.72	2006	7.0	0.71
7	1998	19.8	0.68	2020	6.9	0.64
8	2012	19.8	0.66	2004	6.9	0.63
9	2017	19.8	0.63	2012	6.9	0.59
10	2003	19.8	0.59	2019	6.8	0.50

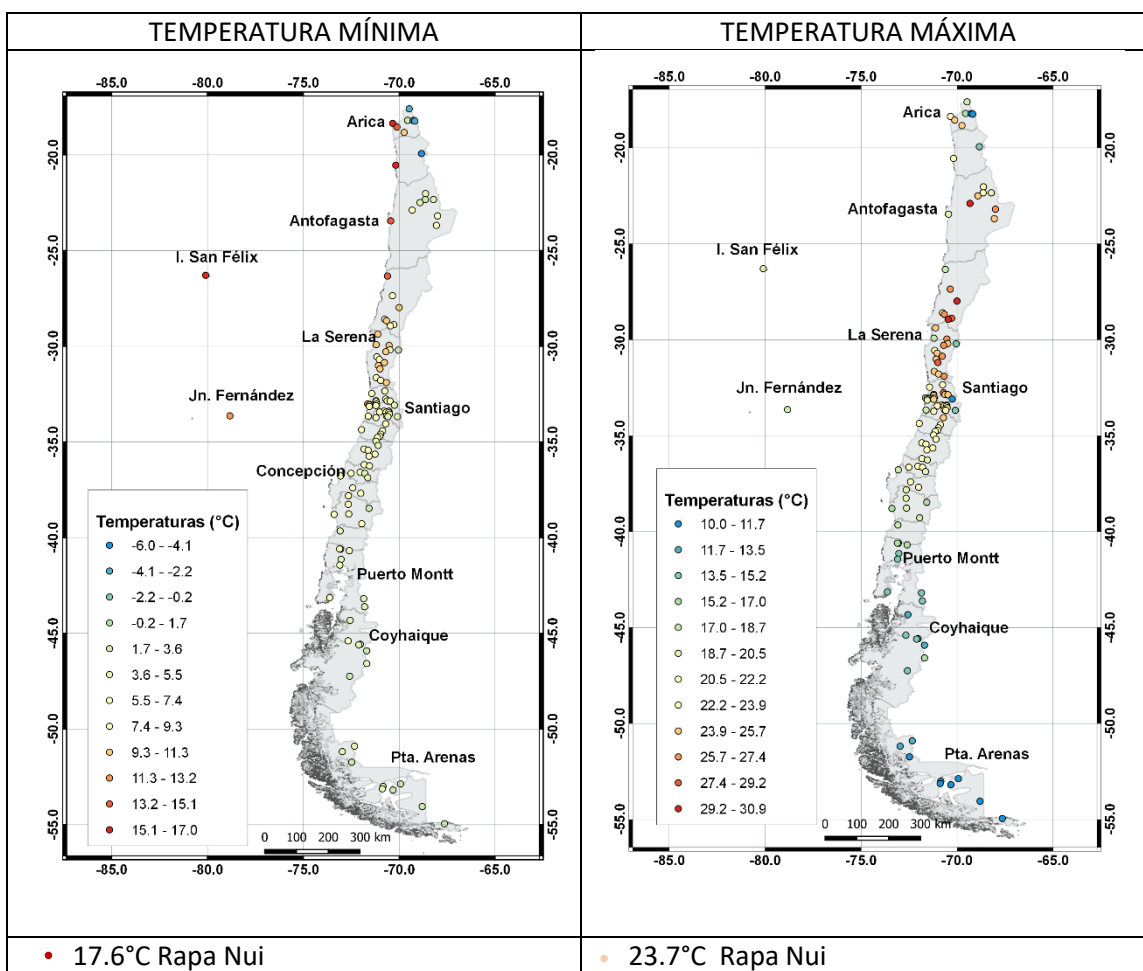


Fig. 11: Mapas de temperatura promedio mínima y máxima en Chile en el año 2020.

2.3. Temperatura en estaciones antárticas

El año 2020 fue más cálido que el anterior en las tres estaciones de la península. Los cambios de temperatura llegan hasta casi 1°C en la máxima media anual respecto a su promedio en la base Prat. En esta misma estación tanto la temperatura mínima como la media han experimentado fuertes alzas sobre 0.6°C respecto al promedio 1981-2010. La base Frei y O'Higgins también se observan valores más altos que su promedio histórico (fig. 12). La mayor tendencia se observa en la temperatura mínima con +0.23°C/década, donde se deja de manifiesto la importancia de monitorear el territorio antártico debido a la implicancia climática que tiene para Chile y el mundo.

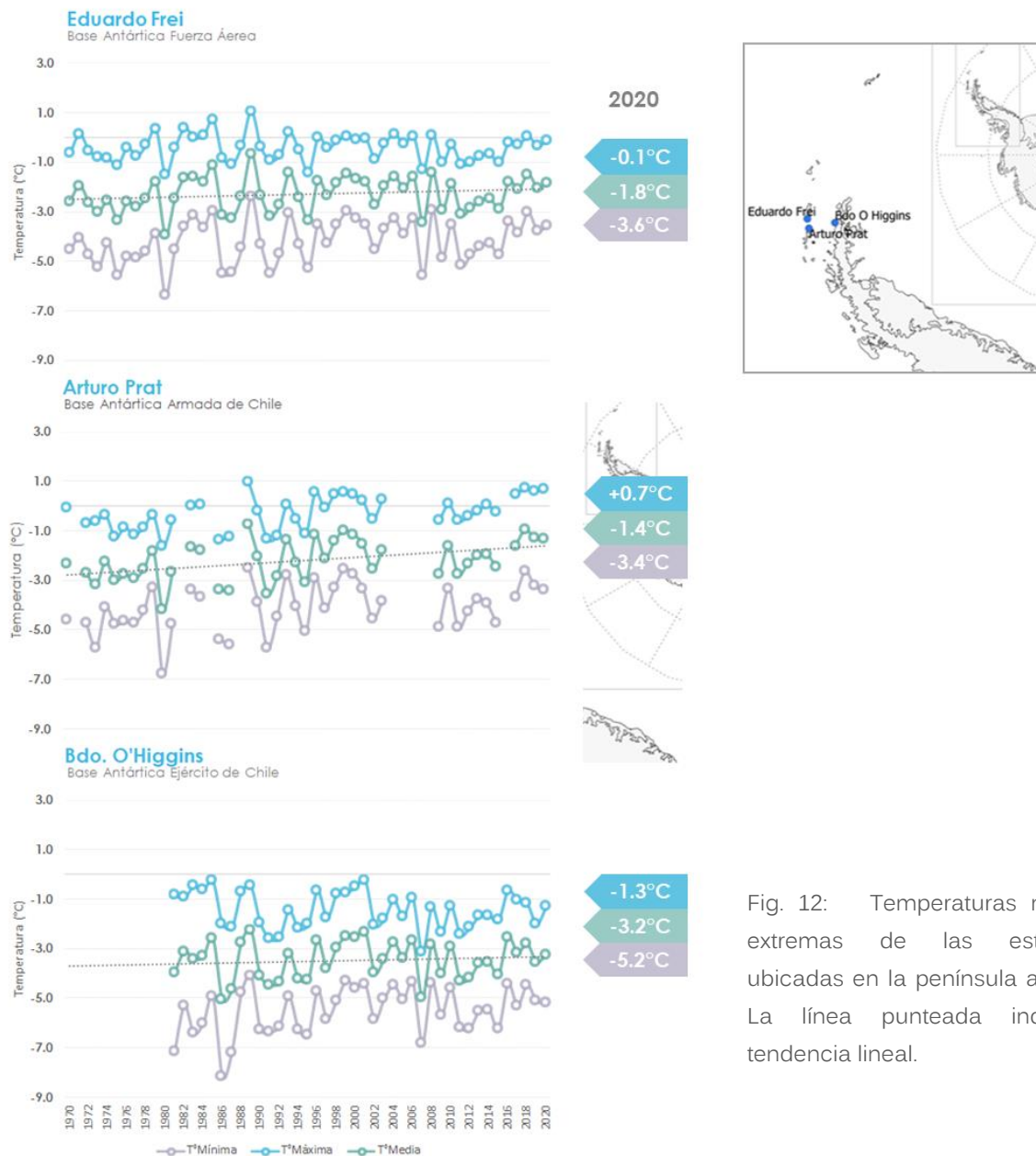


Fig. 12: Temperaturas media y extremas de las estaciones ubicadas en la península antártica. La línea punteada indica la tendencia lineal.

2.4 Isoterma de 0°C

La altura de la isoterma 0°C es el nivel donde la temperatura del aire alcanza los 0 °C, delimitando las zonas que recibirán precipitación líquida (agua) o sólida (nieve) (fig. 13). En los últimos años, los eventos extremos de precipitación y temperatura se han vuelto más frecuentes, por lo que, en el contexto de cambio climático la altura de la isoterma 0 °C se convierte en una variable relevante, ya que, si ésta se encuentra a una mayor altura aumentará el área pluvial y el volumen de agua disponible en la cuenca, lo que podría influir en la ocurrencia de remociones en masa o aumento de caudales, pudiendo generar diversos daños.



Estimación de la altura

En la DMC la estimación de la altura de la isoterma de 0 °C se utilizan observaciones de altura desde radiosondas, a partir de los valores de temperatura medidos en la vertical. Son cuatro las estaciones de radiosonda en Chile con datos continuos: Antofagasta, Santo Domingo, Puerto Montt y Punta Arenas. Tanto en Antofagasta como en Puerto Montt, las observaciones comienzan el año 1973 y Santo Domingo (antes Quintero) y Punta Arenas comienzan en 1977.

Fig. 13: Esquema explicativo de la isoterma 0°C.

Isoterma 0 °C durante el 2020

El año 2020, la altura de la isoterma cero en la zona norte, representada por Antofagasta, se ubicó a 4.846 m en promedio, sobrepasando en 165 m la media 1981-2010 (4.681 m), destacándose los meses de mayo y septiembre con las mayores anomalías positivas y agosto con negativas (fig. 14). La zona central (Santo Domingo), presentó un valor de 3.710 m con una anomalía de 133 m con respecto al promedio (3.577 m), en donde las mayores anomalías positivas se presentaron en los meses de mayo y agosto, y en junio y julio las negativas. En Puerto Montt, se observaron valores de 2.376 m en promedio y una anomalía de 63 m con respecto a la media (2.313 m), la cual fue más acentuada en los meses de marzo y mayo y con anomalías negativas en enero y febrero. En Punta Arenas, la

altura de la isoterma cero se mantuvo en los 1.213 m con una anomalía de 67 m sobre el promedio (1.146 m), donde en los meses de abril y noviembre se observaron valores positivos, mientras que en septiembre valores negativos. En comparación al año anterior, los promedios anuales de la isoterma cero presentaron un aumento en todas las estaciones, siendo este más significativo en Punta Arenas con un aumento de 46 m, seguido por Santo Domingo (23 m) y Puerto Montt (19 m), mientras que en Antofagasta solo se incrementó en 2 m con respecto al 2019.

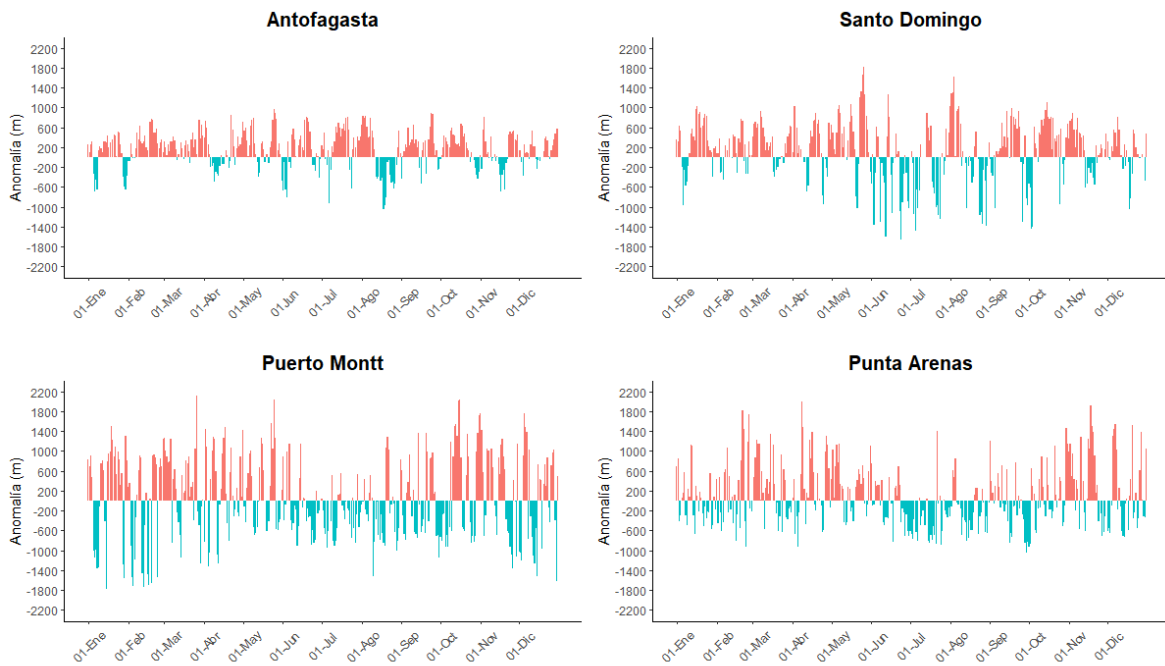


Fig. 14: Anomalía diaria de la altura de la isoterma cero durante el año 2020, respecto al promedio 1981 - 2010. En rojo se muestran los valores positivos (más altura) y azul los negativos (menos altura).

Tendencia de la altura de la isoterma 0 °C

La tendencia de la isoterma cero durante el periodo 1981-2020 (fig. 15) para la zona norte, representada por Antofagasta, muestra un aumento de **39 m/década**. En cuanto a la zona central (Santo Domingo) y sur (Puerto Montt) se observa un incremento de **20 y 13 m/década respectivamente**, sin embargo, la zona austral (Punta Arenas) presenta una tendencia negativa de -14 m/década.

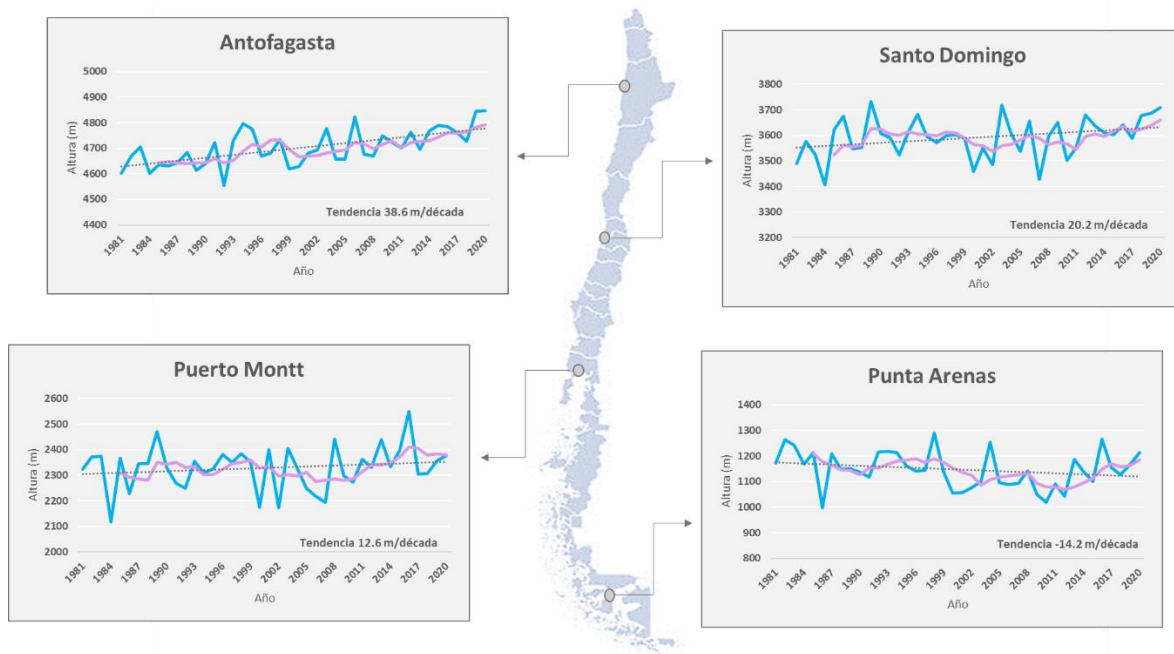


Fig. 15: Altura de la isoterma cero (línea celeste), tendencia lineal (línea punteada) y promedio móvil de 5 años (línea magenta).

Las tendencias de la altura de la isoterma muestran que se incrementa al doble en las últimas dos décadas comparando el valor respecto al periodo 1981-2020 y 2001-2020, estos los últimos 20 años se observa que definitivamente hay un aumento generalizado, siendo mayor en Santo Domingo, de +70 metros cada 10 años, seguido por Antofagasta con 67 m/década y Puerto Montt con 66 m/década, mientras que en Punta Arenas se revierte la tendencia negativa del periodo 1981-2020 a un aumento de 49 m/década.

Tabla nro. 4: Tendencia de la altura de la isoterma cero (m/década) para el período 1981-2020 y 2001-2020.

Tendencia de la altura de la isoterma 0		
Estación	1981-2020	2001-2020
Antofagasta	39	67
Santo Domingo	20	70
Puerto Montt	13	66
Punta Arenas	-14	49

3. Comportamiento de la precipitación

3.1 Precipitación anual.

La precipitación en Chile se ha presentado bajo el promedio 1961-1990 de manera continua desde el año 2007 alcanzando **en 2020 un déficit de 26% en promedio**. El año 1998 continúa siendo el que presentó el mayor déficit a nivel nacional desde 1961 con un 52 % de déficit seguido por 2019 que alcanzó un 39 % de déficit (fig. 16).

El período decadal 2010-2019 es el más seco desde 1961 alcanzando un promedio de 20.6 % de déficit a nivel nacional, superando en 0.2% el período 2011-2020, esta última década promedia a nivel nacional un **20.4 % de déficit**.

Como se ha mencionado anteriormente, algunas de las principales señales de la implicancia del cambio climático en el clima en Chile, son la temperatura máxima y el déficit de precipitación, como se muestra en la fig. 16, la precipitación total anual en el país (258 estaciones) está disminuyendo a razón de un 3% por década durante los últimos 60 años, tendencia que se incrementa a -7 % por década al considerar los últimos 40 años.

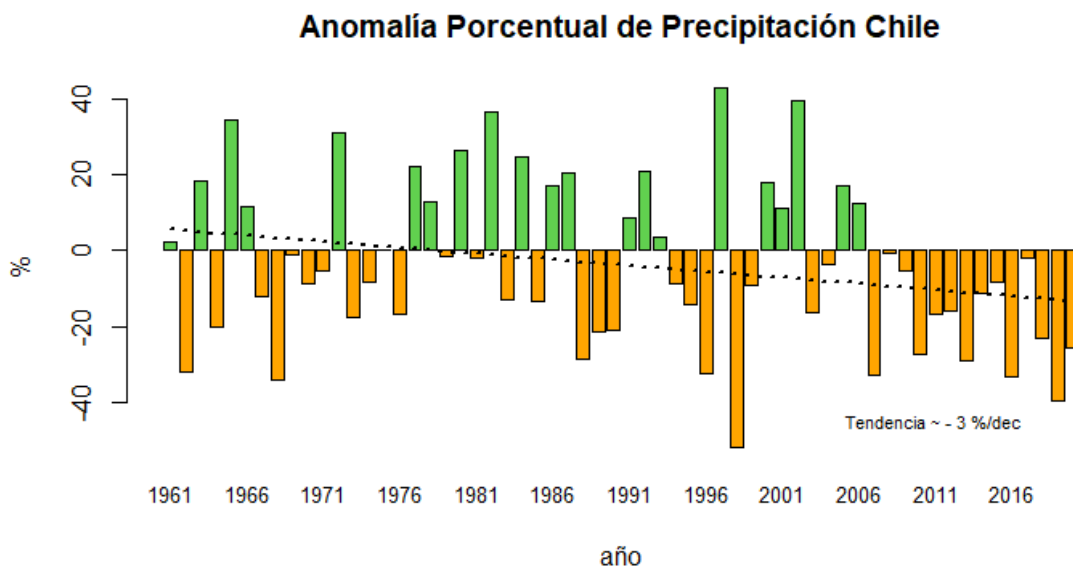


Fig. 16: Anomalía porcentual de precipitación total anual en Chile continental respecto al promedio 1961-1990. Barras verdes representan valores positivos (superávit) y naranjo valores negativos (déficit).

Durante 2020 en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta la precipitación se observó mayormente sobre los valores normales (sobre el percentil 66%), siendo las estaciones de Azapa, Arica y Putre las que tuvieron el mayor superávit que sobrepasaron el 100 % respecto a un año normal (fig. 17). Este superávit se concentró durante los meses de verano en el extremo norte, tanto a comienzos de año como al final como se muestra en la figura 17.

Precipitación total anual del 2020

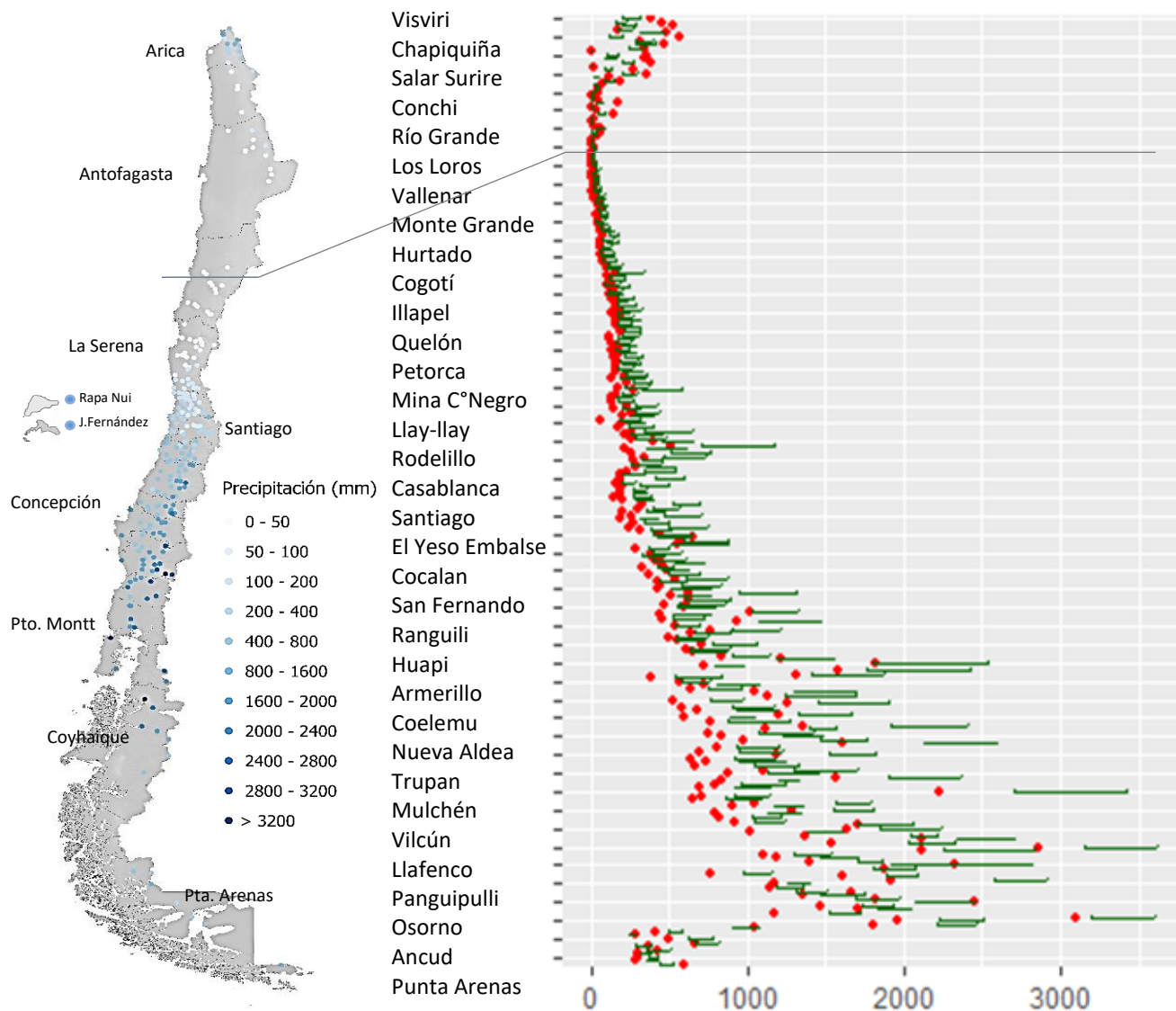


Fig. 17: Precipitación año 2020 para 258 estaciones de Chile continental (izquierda). Precipitación año 2020 (puntos rojos) comparada con valores normales (p33%-P66%) del período 1981-2010 representado en línea verde (derecha). La línea azul en ambas figuras representa la zona de transición de norte a sur de superávit a déficit observado durante 2020.

Desde los 26°S aproximadamente, región de Atacama al sur (bajo línea gris en figura 16), **el 82 % de las estaciones presentó precipitación bajo lo normal** (valores menores al percentil 33%), siendo las estaciones de Los Loros (-100 %), Pastos Grandes (-97%) y El Tránsito (-96%) en la Región de Atacama las que tuvieron el mayor déficit de precipitación.

La zona comprendida entre la Región de Coquimbo y del Biobío presentó un **38 %** de déficit de precipitación en promedio, desde la Araucanía a Los Lagos alcanzó un **20 %**, mientras que, en Aysén y Magallanes el déficit llegó a **9 %**.

El ciclo anual de la precipitación del 2020 comenzó con precipitaciones sobre el promedio en la zona norte donde la localidad de Putre obtuvo récord de lluvia con 412.5 mm en diciembre-noviembre-enero (DEF), mientras que, se observaron valores mayormente bajos en el resto del país. Durante los meses de abril y mayo se observan anomalías positivas en la zona sur (40-45 °S), mientras que prácticamente sin precipitación en este mes desde los 40°S al norte. Esto condujo a que fuera uno de los otoños más secos en las últimas décadas en la zona central, con récord en varias estaciones, como, Valparaíso, Santiago, Rancagua y San Fernando y el segundo más seco en Quillota, Curicó y Talca (tabla 5). Los meses de invierno, comenzando con junio se presentó más lluvioso desde la región de Coquimbo a Aysén (30 – 50 °S), siendo este el mes más lluvioso de este año, la precipitación disminuye en julio y solo se concentran en torno a los 40 °S (fig. 18).

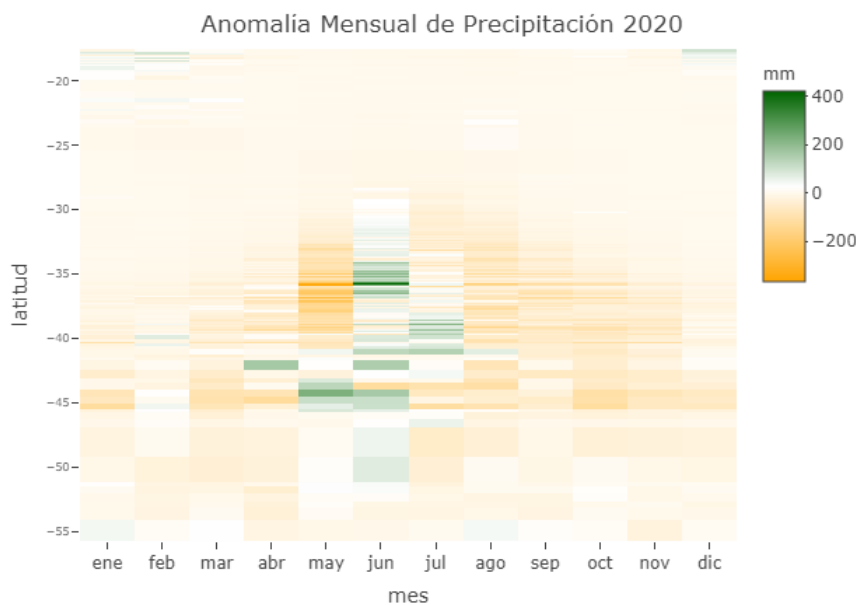


Fig. 18: Anomalía mensual de precipitación (mm) año 2020 respecto al período climatológico 1981-2010. Color verde indica anomalías positivas y naranjos negativas.

Desde agosto a diciembre la zona centro y sur del país se presentó más seco que el promedio climatológico 1981-2010, observándose una de las primaveras más secas en los registros entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. Se observaron récord en San Felipe, Los Andes, Santiago, Rancagua, San Fernando, Chillán, Los Ángeles, entre otras, además, una gran cantidad de estaciones alcanzaron valores en segundo lugar de los registros más secos durante el trimestre SON.

Tabla nro. 5: Récorde de precipitación ocurridos durante el año 2020.

Récorde de Precipitación 2020		
Localidad o Estación	Período	Fenómeno Climático
Putre*	Añual	Año más lluvioso con 569.6 mm acumulados
	Verano	Verano más lluvioso con 412.4 mm en el trimestre DEF (Dic 2019-Ene y Feb 2020)
Arica	Añual	2º año más lluvioso en 60 años con 7.8 mm acumulados
Calama	Agosto	Récorde mensual día más lluvioso, con 10.6 mm el día 24. Convirtiéndose en el agosto más lluvioso
Copiapó*	Primavera	Primavera más lluviosa con 3.0 mm acumulados en trimestre SON
San Felipe*	Primavera	Récorde de primavera más seca sin precipitación para el trimestre SON
Los Andes*	Primavera	Récorde de primavera más seca sin precipitación para el trimestre SON
Quillota*	Otoño	2º otoño más seco acumulando 2.2 mm en el trimestre MAM
Juan Fernández	Mayo	3º mayo más seco con 51.2 mm acumulados, después del año 1968 y 1966 con 34.2 mm y 24 mm
Lagunitas	Primavera	Primavera más seca con 6.5 mm acumulados entre SON
Rodelillo	Otoño	Otoño más seco, acumulando 5.5 mm entre MAM
Valparaíso	Otoño	Otoño seco, acumulando 1.4 mm
Pudahuel	Primavera	Récorde de primavera más seca sin precipitación para el trimestre SON
Santiago	Otoño	2º Otoño más seco, acumulando 6.1 mm, después de 1964 con 1.3 mm en el trimestre MAM
	Junio	Junio más lluvioso desde el 2005, acumulando 110.1 mm
	Primavera	Récorde de primavera más seca, sin precipitaciones para el trimestre SON
Rancagua*	Otoño	Otoño más seco, acumulando 9.3 mm en el trimestre MAM
San Fernando*	Otoño	Otoño más seco, acumulando 20.4 mm en el trimestre MAM
	Primavera	Primavera más seca, acumulando 8.4 mm en el trimestre SON
Curicó	Otoño	2º Otoño más seco, acumulando 28.8 mm en el trimestre MAM
	Junio	Junio más lluvioso desde el 2005, acumulando 259.6 mm
Talca*	Otoño	2º Otoño más seco con 41.5 mm en el trimestre MAM
Chillán	Otoño	Otoño más seco, acumulando 34.8 mm en el trimestre MAM
Concepción	Junio	Junio más lluvioso desde el 2005, acumulando 344.8 mm
Los Ángeles*	Primavera	Primavera más seca, acumulando 47.2 mm en el trimestre SON
Valdivia	Junio	Junio más lluvioso desde el 2006, acumulando 418.4 mm
	Primavera	2º primavera más seca con 134.6 mm acumulados, detrás de 1998 con 127 mm en el trimestre SON
Puerto Montt	Primavera	2º primavera más seca con 209.0 mm acumulados, detrás de 2012 con 158.9 mm en el trimestre SON
Balmaceda	Noviembre	3º noviembre más seco con 5.6 mm después del año 1997 con 5.4 mm y de 1964 con 0.6 mm
Punta Arenas	Primavera	Primavera más lluviosa desde el 2008 con 66.8 mm
Eduardo Frei	Enero	Enero sin nieve
	Febrero	Febrero más seco con 12.2 mm
	Primavera	Primavera lluviosa
Arturo Prat	Invierno	Récorde de invierno más lluvioso con 247.1 mm
	Añual	2º año más lluvioso con 1062.9 mm acumulados, después del año 20019 con 1367.8 mm Récorde de días lluviosos, 221 d
Bernardo O'Higgins	Verano	2º verano más lluvioso con 256.6 mm, después del año 1982 con 361.7 mm
	Añual	Récorde de días lluviosos, 142 d

* Estas estaciones consideran datos durante el período 1981-2020

3.2 Tendencias de precipitación

Al observar en la escala estacional el cambio de la precipitación destacan las tendencias positivas durante otoño en la zona norte desde región de Arica hasta la parte norte de la Región de Coquimbo, mientras que desde el Sur de ésta última hasta la Región de Aysén las tendencias son mayormente negativas (fig. 19).

En invierno se observan tendencias negativas desde el interior de la zona norte hasta la Región del Biobío, mientras que, desde La Araucanía a la sur se observan mayormente tendencias positivas. Si bien en términos porcentuales los cambios son menores que en otoño por ejemplo en la parte sur de la Región de Coquimbo. En primavera ocurre una situación similar al otoño, en la Región de Atacama y la parte norte de la Región de Coquimbo se observa un incremento en la precipitación. Al mismo tiempo, la zona entre la Región de Valparaíso y Los Lagos presenta tendencias negativas, al igual que en la zona interior entre las regiones de Arica y Antofagasta.

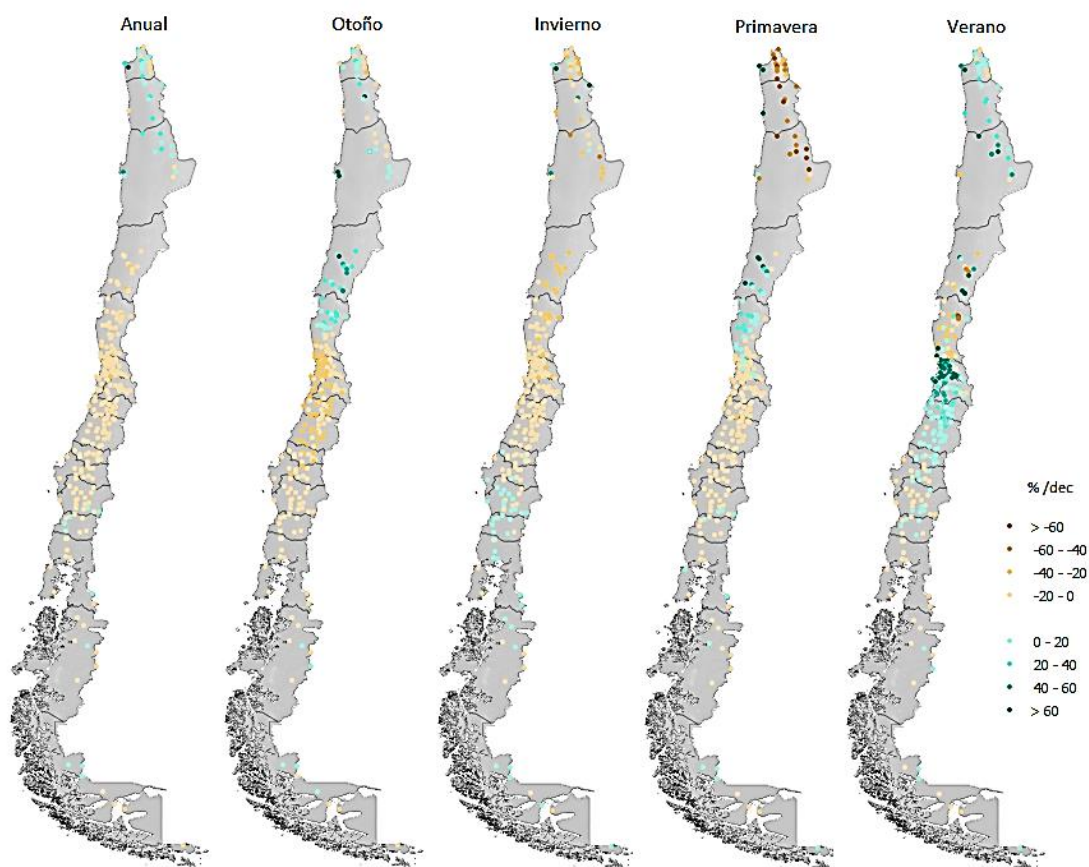


Fig. 19: Tendencia de precipitación en porcentaje por década para acumulado anual, otoño, invierno, primavera y verano durante el período 1981-2020.

Finalmente, en verano se produce una notoria diferencia respecto a las otras estaciones del año en la zona central, donde se observan tendencias positivas que si bien en términos porcentuales son importantes para la estación no logran compensar el decrecimiento a escala anual. Situación contraria a lo que ocurre en el norte del país, donde las tendencias positivas de verano impulsan la tendencia anual hacia el aumento de la precipitación.

La disminución de la precipitación en la zona centro y sur del país está relacionada con una disminución tanto en la frecuencia como en la intensidad de los eventos de lluvia, como se muestra en la figura 20, donde las tendencias de días con precipitación son negativas desde la región de Valparaíso al sur con valores que bordean **los 5 días por década** de disminución en Lord Cochrane. A esto se suma una disminución en la intensidad de la lluvia diaria desde la Región de Valparaíso hasta la parte norte de la Región de Los Lagos (excepto Osorno). Desde Futaleufú al sur se observan mayormente tendencias positivas, aunque no superan los 0.5 mm/dec.

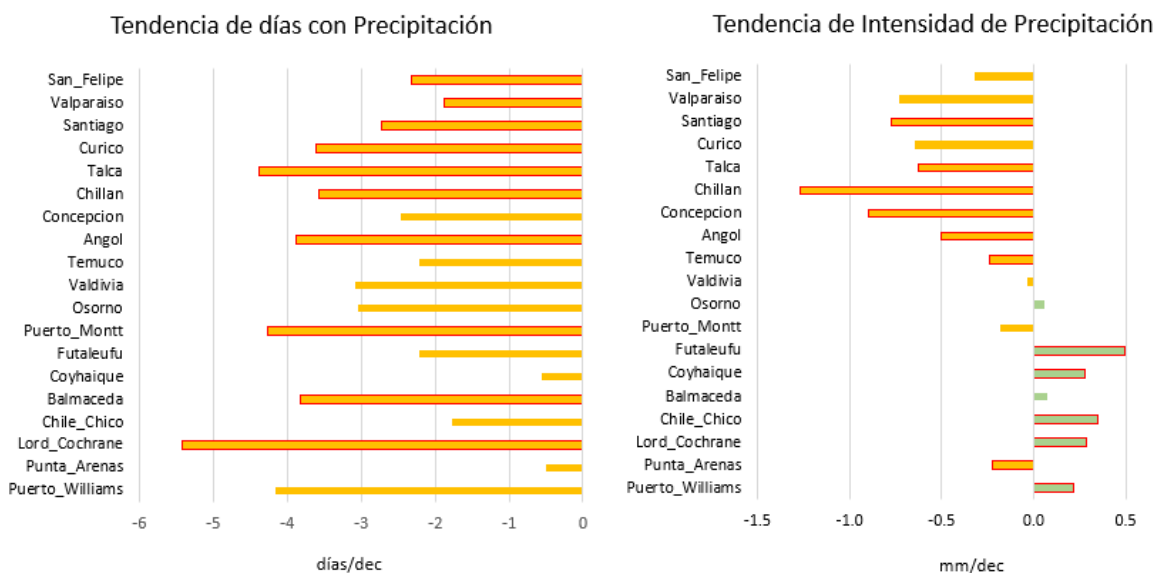


Fig. 20: Tendencia de días con precipitación (precipitación diaria > 1 mm). Barras con bordes rojos indican cambios significativos al 95% de confianza.

3.3 Sequía meteorológica

Los déficits de precipitación desde el 2007 (14 años consecutivos) han sido favorecido al empeoramiento de la sequía en Chile, siendo la falta de lluvias una de las principales causas. En términos del índice estandarizado de sequía; el cual permite comparar a nivel nacional las zonas con mayor impacto producto de la falta de precipitación; el 2020 fue en general un mejor invierno que el ocurrido en el 2019, a excepción de la Región del Biobío y Región de Magallanes donde se mantuvieron con sequía moderada a ligera (fig. 21).

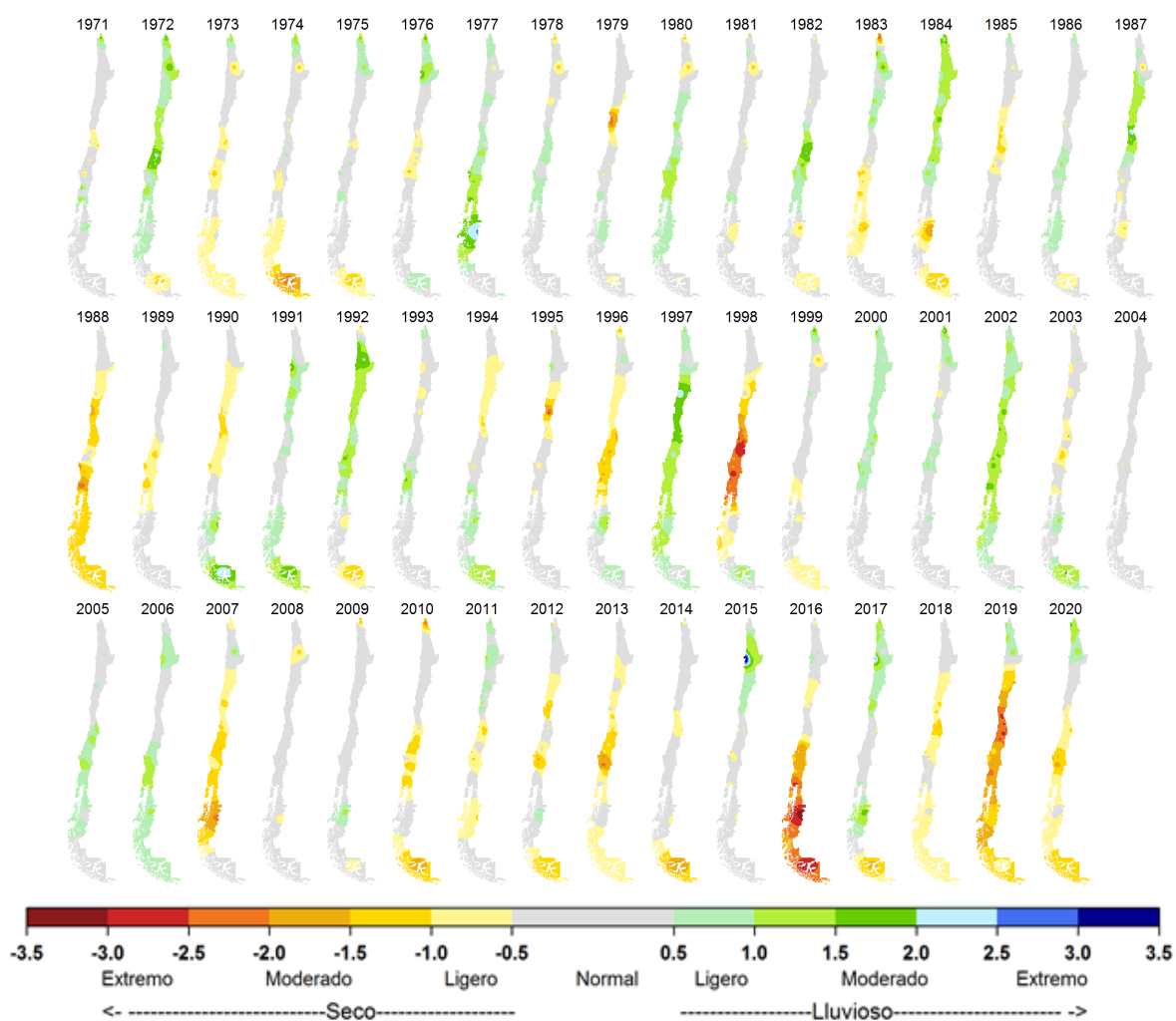


Fig. 21: Evolución del índice SPI desde 1971 al 2019. Colores cafés indican categorías de la sequía, los verdes y azules indican años más lluviosos (Oficina de Servicios Climáticos, DMC).

Nota al pie: el índice de sequía SPI o IPE es un índice estandarizado por lo que sus unidades están expresadas en unidades estandarizadas u.e.

Sin embargo, el 2020 fue un año en general seco, como mencionamos anteriormente solo junio sostuvo el mayor porcentaje de precipitaciones durante el año (fig. 22), pero como la sequía es un evento extremo acumulativo, se puede evidenciar que el índice de sequía acumulado a 24, 36 y hasta 48 meses el impacto es significativo desde la región de atacama hasta Magallanes, concentrándose en índices de moderados a extremos en la zona central del país.

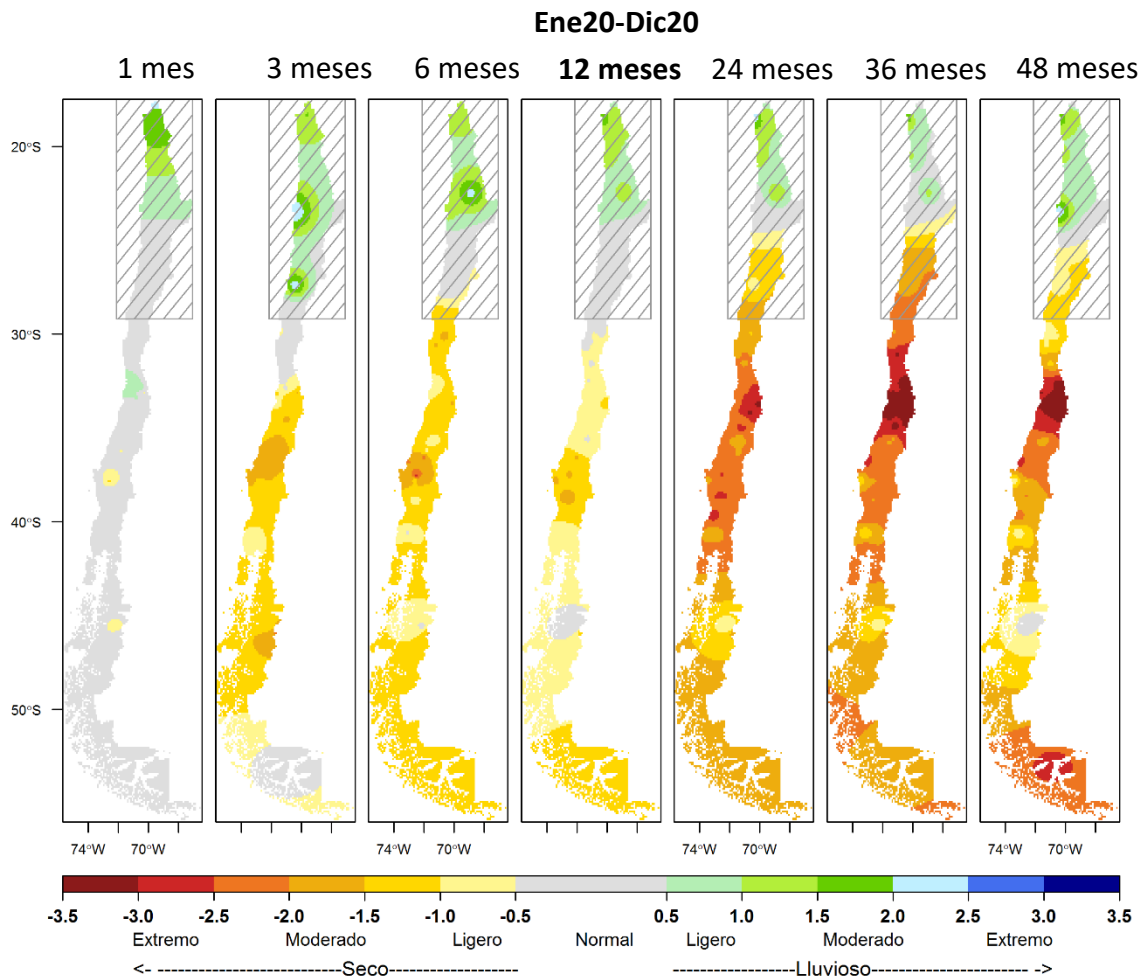


Fig. 22: Evolución del índice SPI a 1, 3 6 y 12 meses del año 2020, y el acumulado de 2 a 4 años, en los últimos 3 paneles de la derecha (Oficina de Servicios Climáticos, DMC).

En la zona más afectada podemos observar, que los signos de la sequía a través de este índice, señalan que la **actual sequía es uno de los episodios con mayor magnitud 38.4 u.e.**, superando a la sequía de los años 68-69 en cuanto a la cantidad de meses bajo el umbral de 0.5 u.e (fig. 23), mientras que, la sequía de 1998-1999 si bien fue más intensa (1.8 u.e) la duración fue más corta de casi 1 año, por lo que su magnitud fue de 23.4 u.e. quedando en el tercer episodio más crítico (tabla 6). Así el actual periodo seco se convierte en la **peor sequía desde hace 60 años**, y como sugieren otros estudios, la más extensa desde hace más de un siglo.

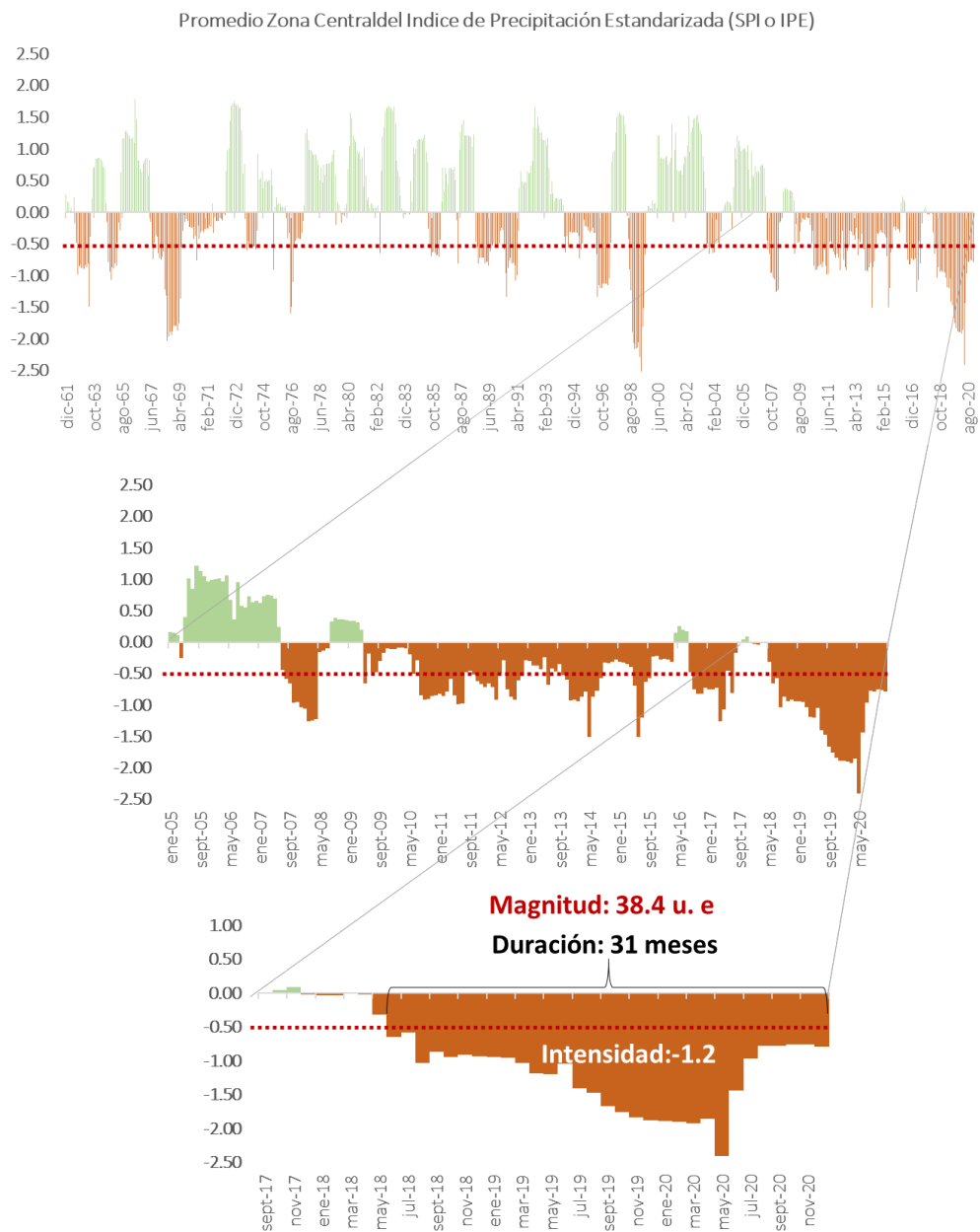


Fig. 23: Evolución del índice promedio del SPI de 12 meses en la zona central del país, desde 1961 al 2020. El zoom indica el actual periodo de sequía considerado hasta diciembre del 2020. La magnitud es la suma absoluta de los meses con intensidad menor a 0.5 u.e.

Tabla 6: Caracterización de los 4 eventos de sequía mas relevantes

INTENSIDAD	DURACIÓN	MAGNITUD	FECHAS
-1.2	31.0	38.4	JUN2018 - DIC2020
-1.4	19.0	26.6	DIC1967 - JUN1969
-1.8	13.0	23.4	AGO1998-AGO1999
-0.6	18.0	11.6	SEP1988-FEB1990

4. Índices de Cambio Climático

Los índices climáticos extremos (ICE) son una serie de indicadores que permiten evaluar cambios de largo plazo de eventos extremos climáticos definidos a partir de las variables de precipitación y temperatura. Proporciona excelente información para comparar a nivel global los cambios más importantes, ya que son índices estandarizados.

4.1 Índices de temperatura

Días y noches cálidos (TX90p-TN90p) / días y noches frías (TX10p-TN10p):

Las **noches cálidas** fueron menos que el año 2019 en todas las zonas representativas de Chile continental, sin embargo, su tendencia continúa en aumento, siendo la zona norte costa la que muestra un mayor crecimiento de +1.7% de días por década en promedio (fig. 24). Calama presentó récord de noches cálidas el 2020 con 31% días, además de presentar la mayor tendencia de 3.2% días/década. En esta misma zona es donde se presenta una significativa **disminución de noches frías** de casi un 4% por década, seguida por la zona central con un 2% de disminución. Cabe destacar, que tanto Arica, Iquique y Pudahuel las tendencias superan el -4%.

Otro indicador de suma importancia para analizar los impactos asociados a incendios, confort humano y animal, y por sobre todo que influye en los recursos de agua, son los **días cálidos**, es decir, los días que se encuentran dentro del 10% de los días más cálidos en el año, donde se observan tendencias positivas, incrementándose en promedio un 1% por década (fig. 24), las mayores superan el 2.5% en Calama, Chimbarongo, Illapel, Tobalaba. El **año 2020 supero récord desde hace 40 años** en este indicador en localidades de Santiago, Pudahuel, Tobalaba, Chimbarongo, Curicó, Talca y Chillán, quedando la zona centro con la mayor cantidad de días cálidos 21% superando el promedio decadal 2011-2020 de 16%. Por otro lado, los **días fríos**, presentan una disminución en casi todo el país en promedio 0.7 %días/década, a excepción de la zona norte que presenta un incremento de días fríos de +1.4 %días/década, siendo Antofagasta la que presenta la mayor tendencia de +2.7% días por década (fig. 24).

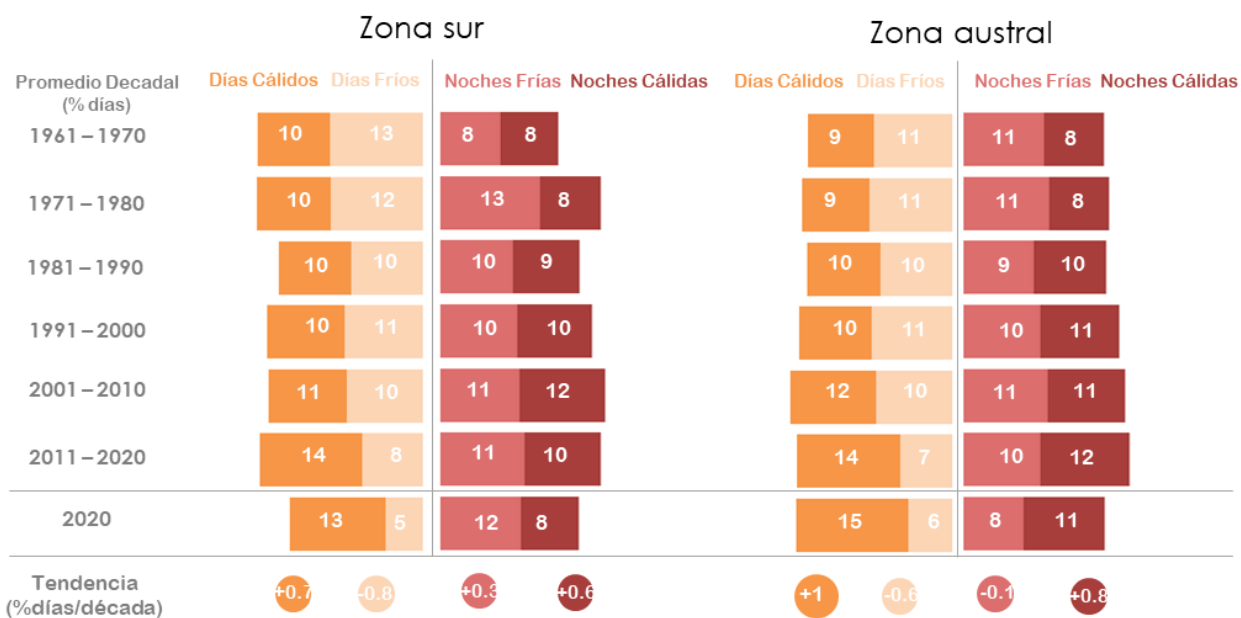
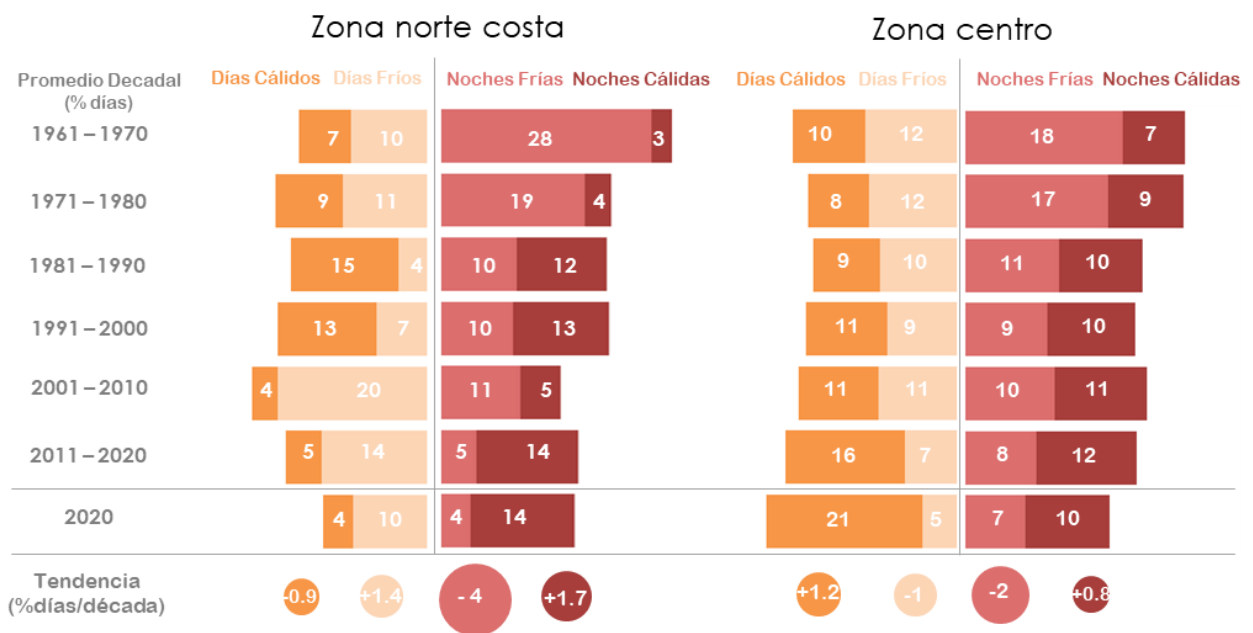


Fig. 24: Los gráficos muestran el promedio decadal de los indicadores de percentiles asociados a la temperatura, días cálidos, días fríos, noches frías y noches cálidas en unidades de % de días al año. Se muestra el valor promedio por zona del año 2020. En cada uno de los indicadores se indica la tendencia en unidades de % días/década, donde el tamaño refleja el valor de la tendencia ya sea positiva o negativa.

Días con heladas (FDO):

El número de días con heladas (temperatura mínima menor a 0°C) al año ha ido disminuyendo en la mayor parte del país donde estas ocurren (fig. 25), sin embargo, en la última década la temperatura mínima se ha mantenido o aumentado levemente en la zona central y sur, como se mencionó en el punto 2, esto ha ocasionado que el número de heladas no se incremente significativamente e incluso en algunas localidades tendencia se ha revertido, como ejemplo se muestra Temuco (fig. 25). Pero consecuentemente con la tendencia de cambio climático en aquellas zonas en las que la precipitación total anual no representa un factor importante de cambio, la tendencia de las heladas se ha manifestado en forma coherente respecto a un clima más cálido, por ejemplo, en Calama la tendencia a la disminución es de 9 días por década, siendo la mayor experimentada en el país (fig. 25).

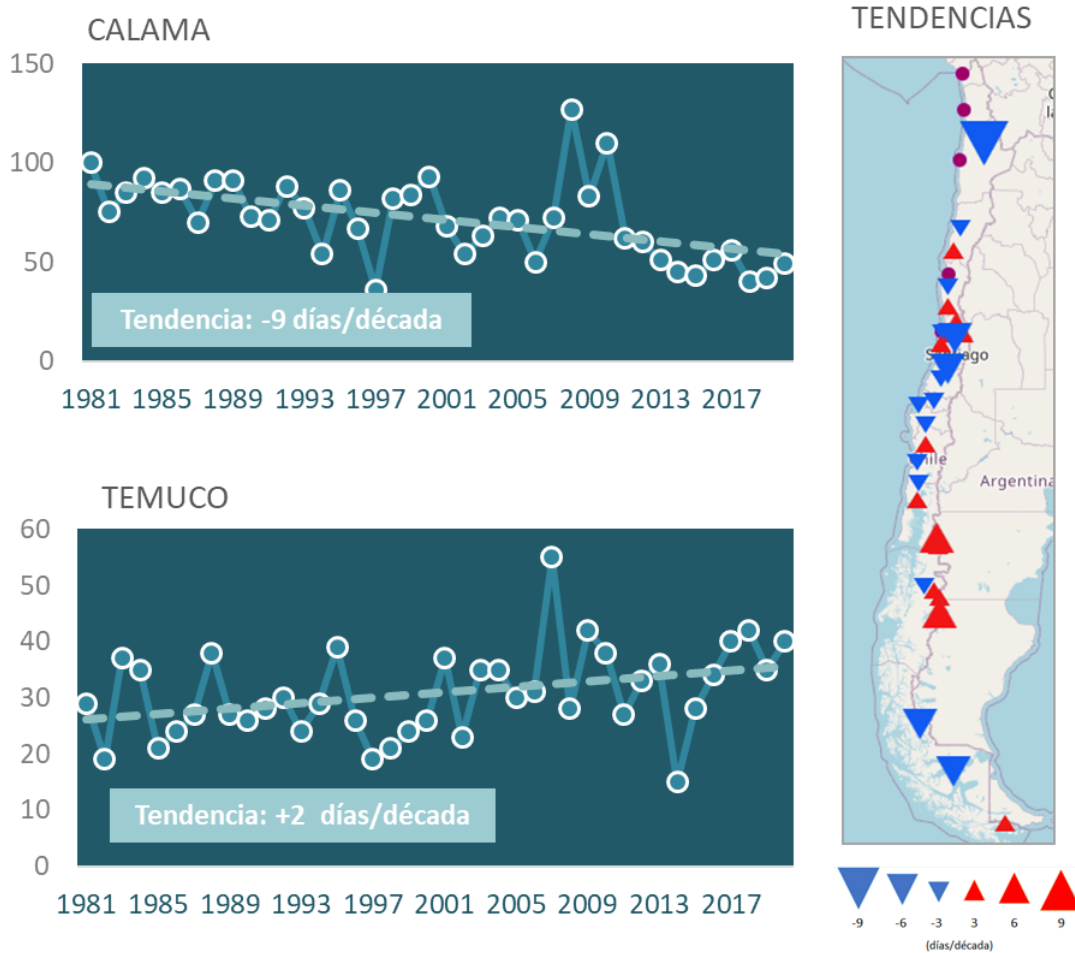


Fig. 25: Días con heladas en Calama (panel superior) y Temuco (panel inferior). A la derecha se muestra el mapa de tendencias de FDO, donde los triángulos rojos indican incremento y los triángulos azules hacia abajo indican

disminución. El tamaño es proporcional al valor absoluto de la tendencia (fuente: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historicos/mapaIndicesClimaticos/#>).

Días de Verano (SU25 y SU30)

Los días de verano, es decir, el número de días al año que supera el umbral de 25°C (SU25) y el umbral 30°C (SU30), muestran un incremento significativo durante el 2020, alcanzando récords en Santiago con 193 días en SU25 y 88 días en SU30, siendo que en promedio ocurren 157 y 55 días, respectivamente. En la tabla 7 podemos ver bajo este mismo criterio las otras estaciones que superaron récords.

Tabla nro 7: Records registrados el año 2020 en SU25 y SU30

Localidad	Promedio SU25	2020	Promedio SU30	2020
Santiago	157	193	55	88
Pudahuel	152	193	51	91
Tobalaba	153	193	46	83
Curicó	126	163	40	72
Talca	126	160	44	70
Chilán	106	140	35	67

El incremento de estos indicadores ha sido en forma sostenida en el tiempo y homogénea en prácticamente todo el país tal como se muestra en la figura 26, a excepción de algunas localidades de la zona costera. Un ejemplo característico es el incremento en Santiago donde la tendencia llega a ser 1 semana más de temperatura sobre 30°C cada 10 años (fig. 26).

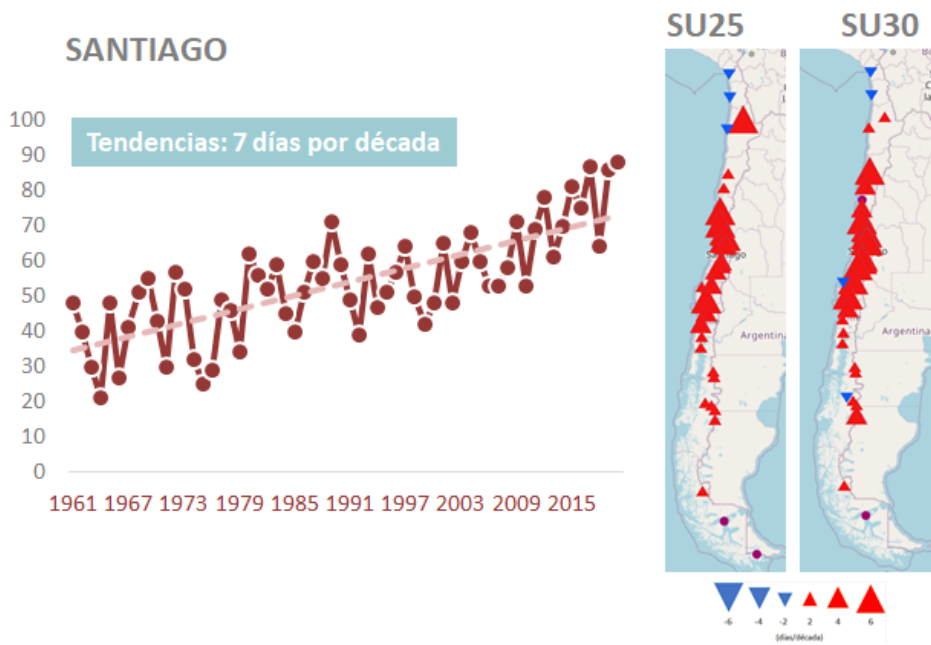
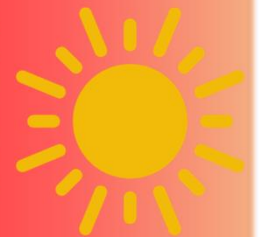


Fig. 26: A la izquierda se muestran los días de verano SU30 en Santiago, donde la línea segmentada representa la tendencia lineal. En los mapas se muestran las tendencias en diversos lugares del país.

Olas de Calor (OC)

El evidente aumento de las temperaturas, debido al cambio climático, ha producido que los eventos de olas de calor (OC) se presenten cada vez más frecuentes, prolongados e intensos, generando diversos impactos en los ecosistemas, la salud, la agricultura e incluso pudiendo extremar las condiciones favorables a los incendios forestales.

“Se considerará Ola de Calor (Diurna) toda vez que la temperatura máxima diaria supere el percentil 90 diario de distribución histórica, por tres días consecutivos”



En Chile durante la temporada entre octubre de 2019 y marzo de 2020, las localidades que presentaron un mayor número de eventos de olas de calor fueron Calama, Santiago y Curicó con 9 eventos, y Chillán con 7. Además, el mes que presentó más OC en la ciudad de Calama fue febrero (3) y en noviembre en Curicó (3), en cuanto a Santiago y Chillán se mostraron de manera más uniforme durante toda la temporada (fig. 27).

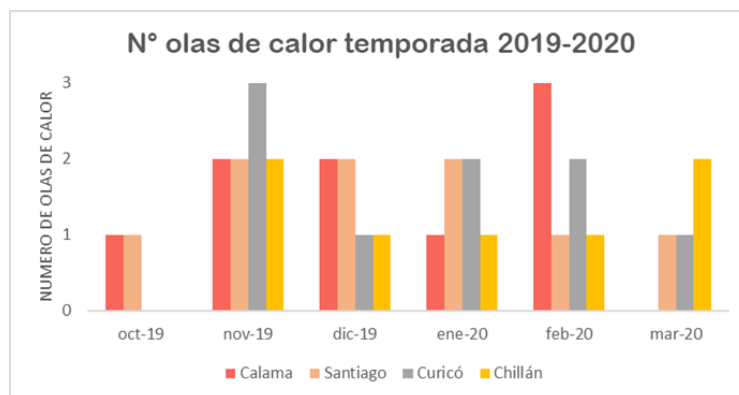


Fig. 27: Número de evento por mes de olas de calor en la temporada 2019-2020.

Por lo general, gran parte del país muestra una tendencia positiva con respecto a los eventos de OC, destacándose las ciudades de Calama, Santiago, Curicó y Valdivia, que denotan un aumento de 1 evento por década (fig. 28), mientras ciudades costeras como Arica, Antofagasta y Santo Domingo presentan leves tendencias negativas de -0.5, -0.4 y -0.2, respectivamente.

Comparando la temporada 2018-2019 con la 2019-2020 se ha registrado un aumento considerable de OC en el último periodo en sectores del interior de la zona central como Santiago, Curicó y Chillán, en donde se observó en promedio un incremento de 4 eventos, al igual que en ciudades como Iquique y Calama en la zona norte. La zona sur y austral mostró una leve disminución del número de olas de calor en el último periodo.

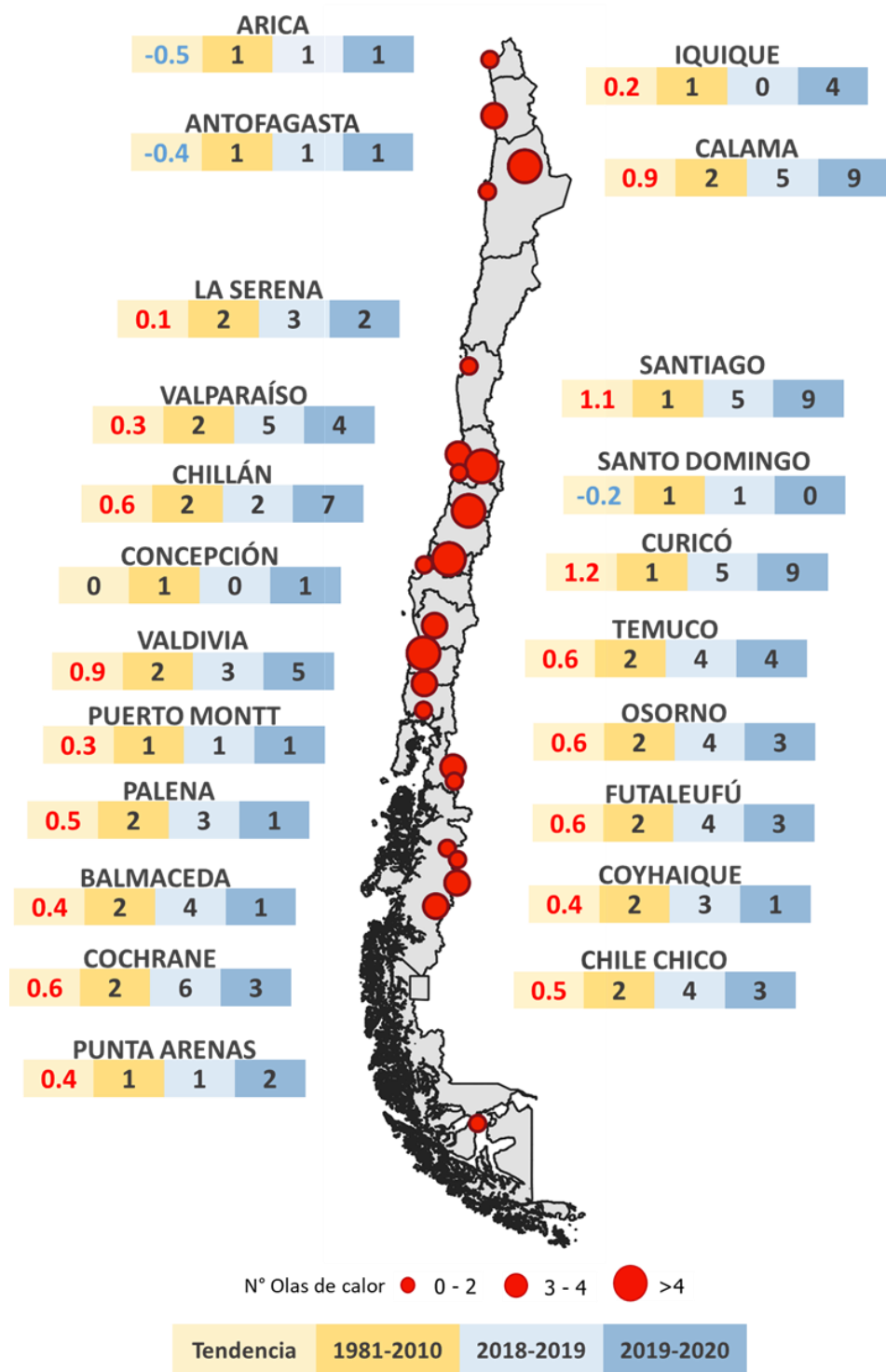


Fig. 28: Mapa de olas de calor. El tamaño de los círculos rojos es proporcional al número de OC registrados en la temporada 2019-2020. Los recuadros amarillo claro muestran la tendencia. En amarillo oscuro el promedio climatológico (1981-2010), en celeste la temporada 2018-2019 y en azul la temporada 2019-2020.

4.2 Índices de precipitación.

En general la cantidad de índices extremos asociados a la precipitación es menor que los asociados a la temperatura, pero de igual forma, cabe destacar algunos de gran importancia para los recursos de agua y los desastres asociados a eventos extremos de lluvia.

Días con precipitación sobre 1 mm (R1mm)

El año 2020 a pesar de que fue más lluvioso que el 2019, en la zona norte del país hubo récord de días con precipitación sobre 1 mm, específicamente en Arica e Iquique, presentándose un gran número de días también en Calama. Como se observa en la figura 29, el número de días de precipitación esta incrementándose con una tendencia no significativa pero los datos muestran que hay una mayor recurrencia por lo que estar alertados frente a una mayor concentración de estos días con lluvia en la zona desértica debido a las implicancias en los desastres asociados a remociones en masa. Por otro lado, una consistente disminución de los días con lluvias se observa desde la latitud 30°S hacia el sur, con tendencias que llegan hasta -5 días menos de lluvia por década (fig. 29).

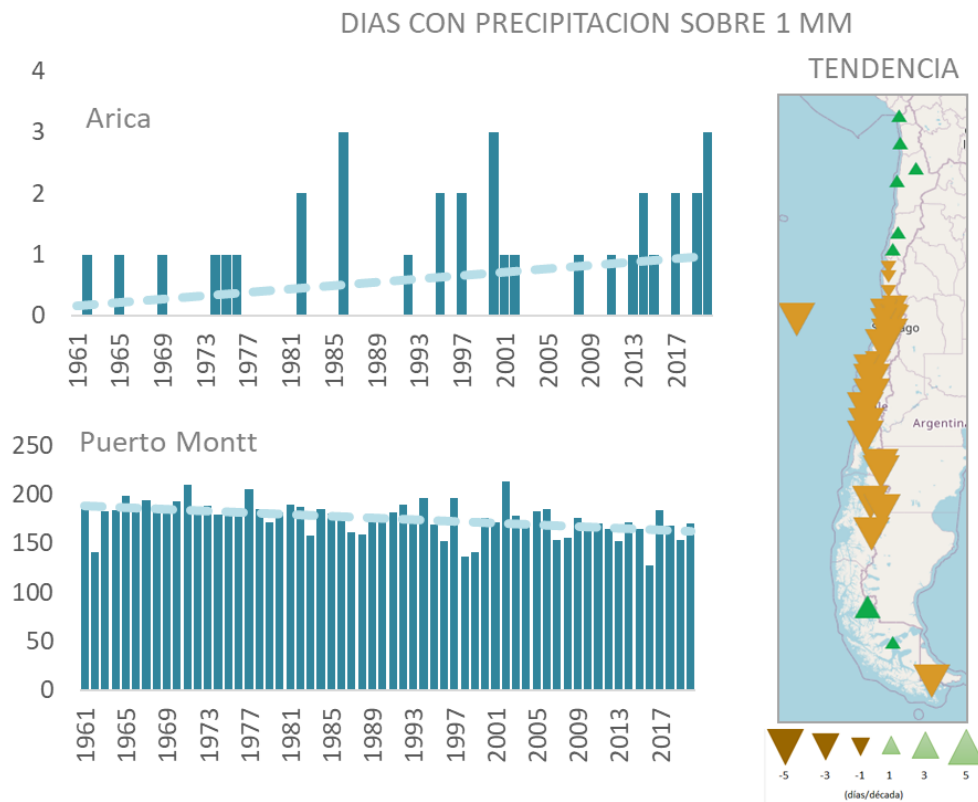


Fig. 29: Derecha: series de días con precipitación (R1mm) en Arica y Puerto Montt. Los mapas muestran la tendencia negativa (triángulos hacia abajo) y positiva (triángulos hacia arriba).

Otros índices relevantes

Los índices de extremos de precipitación tales como la precipitación máxima en 1 día y en 5 días consecutivos durante el 2020 en general están por debajo del primer cuartil, principalmente entre las regiones de Ñuble y Los Lagos (fig. 30 a y b), sin embargo, en las estaciones ubicadas en el norte el 2020 se ubica por sobre el 75% de los datos.

Un dato a destacar es el número de días consecutivos secos (CDD) donde se observa **récord durante el 2020 en Santo Domingo de 140 días sin lluvias** sobre 1 mm cuando en promedio son 94 días (fig. 30 c), las ciudades de la zona central también presentan este rasgo donde el rango de la tendencia es de -10 a -3 días por década. Por otro lado, el indicador de los días consecutivos con lluvias también presenta récord en Arica, se registraron 2 días consecutivos, siendo lo normal que se produzcan lluvias esporádicas de solo 1 día en esta zona (fig. 30 d).

La preocupación persiste en la zona norte ante los eventos de lluvias que han sido mas intensos tal como se muestra en el gráfico e, donde el 2020 estuvo por sobre el rango normal, a diferencia de lo que ocurre en le resto del territorio. Otro récord que se registro este año es justamente en una **menor cantidad de los días más lluviosos del año en Alto Palena** (fig. 30 f).

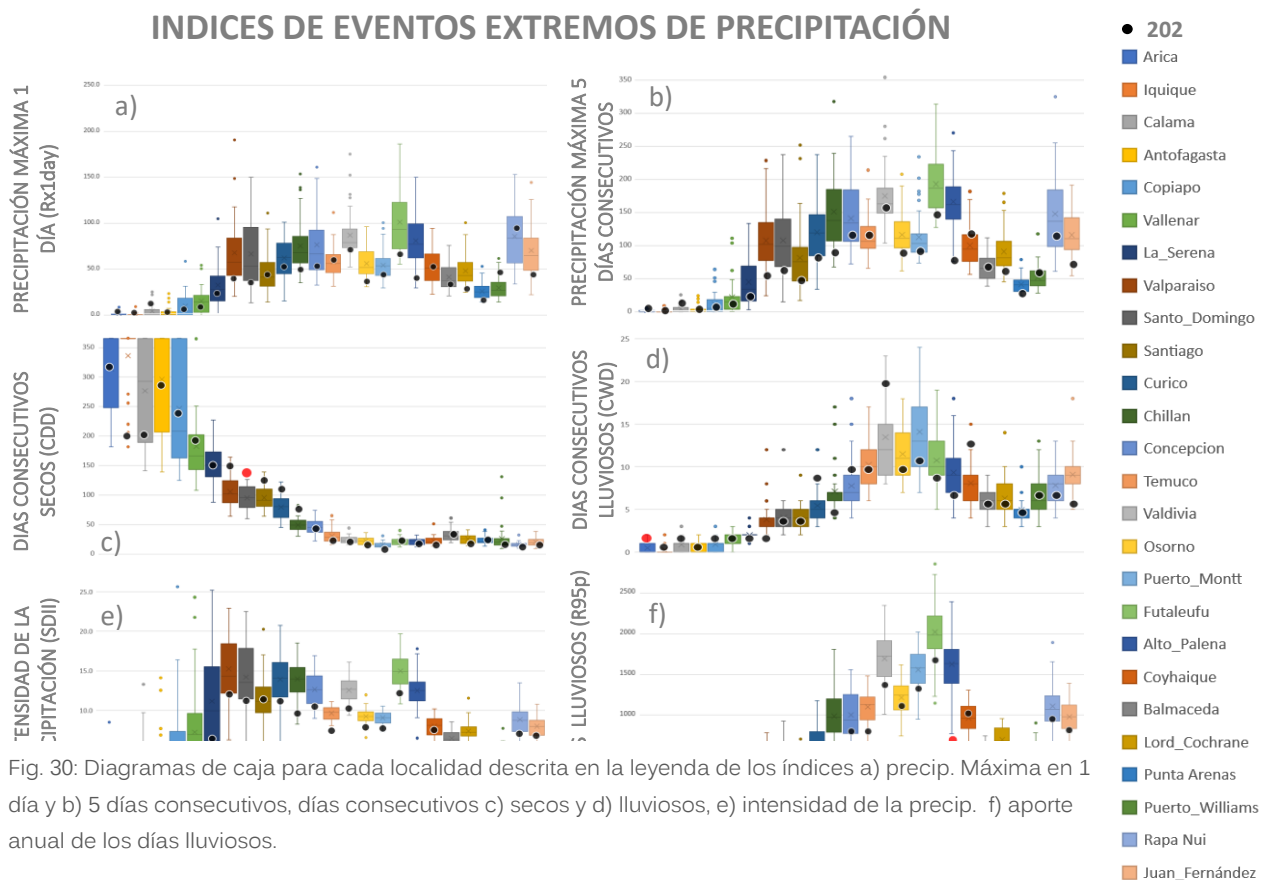


Fig. 30: Diagramas de caja para cada localidad descrita en la leyenda de los índices a) precip. Máxima en 1 día y b) 5 días consecutivos, días consecutivos c) secos y d) lluviosos, e) intensidad de la precip. f) aporte anual de los días lluviosos.

5. Resumen

01

2do año más cálido

En 60 años, siendo 0.84°C más cálido que el promedio 1961-1990 y 0.6°C respecto al promedio 1981-2010. La tendencia de la temperatura media es de 0.14°C/década. Con el 2020 se suman 10 años consecutivos cálidos, donde los últimos 6 años han sido los más cálidos desde 1961.

02

Otoño y verano las que presentan más cambios

La zona central es la que presenta el mayor calentamiento, donde otoño y verano son las estaciones que tienen los mayores cambios con tendencias entre 0.1° y 0.2°C/década.

03

Temperaturas extremas

El promedio de la temperatura máxima en Chile fue de 20.3°C siendo el segundo año más cálido. La tendencia es 0.15°C/década incrementándose a 0.22°/década considerando el periodo 1981-20, mientras que, la temperatura mínima, aumenta a una tasa de 0.14°C/década en el periodo 1961-20, pero decrece significativamente en el periodo 1981-20 a 0.05°C/década.

04

Isoterma 0°C

El promedio anual de la altura de la isoterma de 0°C alcanzó récord en Antofagasta, sobrepasando los 165 m respecto a su valor normal. Los demás puntos de medición también presentaron valores más altos que su promedio. La tasa de aumento se ha incrementado al doble en los últimos 20 años.

05

Déficit de Chile de 26% durante el 2020

Los mayores déficits se registraron entre Coquimbo al Bío-bío de 38%, de Araucanía a Los Lagos de un -20%, de Aysén a Magallanes de un -9%, y en Rapa Nui y Juan Fernández de un -20% y -17%, respectivamente. Sumando el 2020 se obtienen 14 años consecutivos secos.

06

Otoño y primavera más secas

El 82% de las estaciones presentaron precipitaciones bajo lo normal, donde hubo récord en la zona central con el otoño más seco y en la zona centro-sur la primavera más seca de los últimos 60 años. La actual sequía es la de mayor magnitud y duración desde 1961.

07

Récord de eventos extremos cálidos

Se registraron récords en los índices de olas de calor, noches cálidas, días cálidos, días de verano, principalmente en la zona central y Calama. La mayor cantidad de récords mensuales están asociados a la temperatura máxima y media.

6. ANEXOS

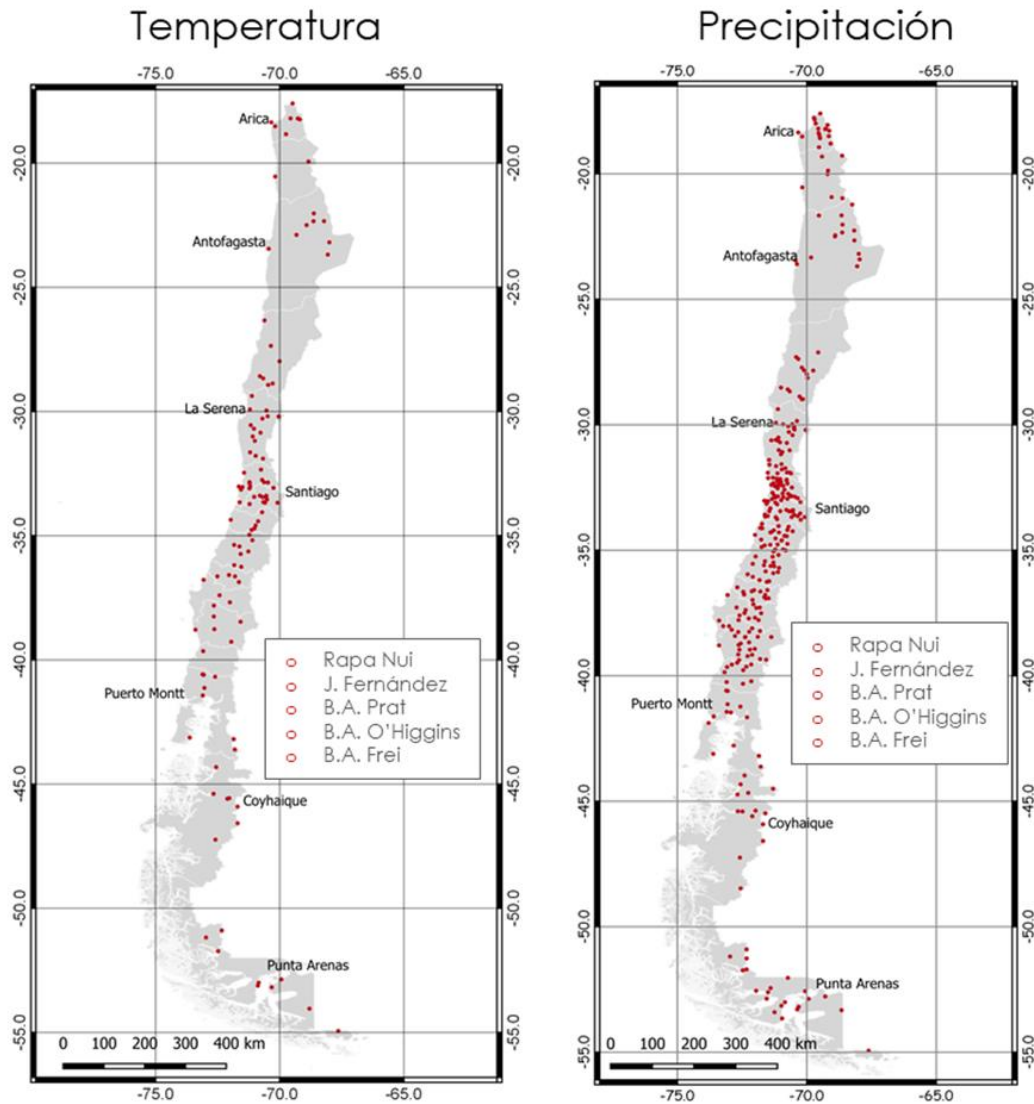
Anexo 6.1: Tablas con récords de temperatura registrados por estación.

Temperatura		
Localidad o Estación	Período	Fenómeno Climático
Calama	Enero	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 31.2°C el día 12 Récord mensual de temperatura mínima diaria más alta con 17.2°C el día 18 Récord mensual de temperatura mínima media con un promedio de 9.6°C
	Octubre	Récord mensual de temperatura máxima con 26.2°C Récord mensual de temperatura mínima 5.2°C
	Anual	Igual al récord anual de temperatura mínima más alta con 4.4°C de 2019
Copiapó	Julio	Récord mensual de temperatura máxima con 24.0°C
Desierto de Atacama	Enero	Récord mensual de temperatura media diaria con 24.9°C el día 24 (datos desde 2005)
Juan Fernández	Mayo	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 24.9°C el día 6
Lagunitas	Marzo	Récord de temperatura mínima diaria más alta del mes con 15.4°C, convirtiendo a marzo con t° min prom más alta 10.2°C
	Mayo	Récord mensual de promedio de temperatura máxima con 12.1°C Récord mensual de promedio de temperatura mínima con 4.9°C
Rodelillo	Octubre	Récord mensual de temperatura mínima más fría con 7.4°C
Valparaíso	Mayo	Récord mensual con temperatura mínima más alta de 16.8°C el día 25 Récord mensual con temperatura media más alta de 20.7°C el día 25
Pudahuel	Abril	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 34.5°C el día 2.
	Mayo	Récord mensual de temperatura media con 13.9°C
	Anual	2° temperatura máxima promedio más alta con 24.4°C después del 2019 que registró 24.5°C
Santiago	Abril	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 33.9°C el día 2.
	Anual	Récord anual de temperatura máxima media con 24.5°C
Curicó	Marzo	Récord mensual de temperatura media diaria con 24.6°C el día 9.
	Anual	Récord anual de temperatura máxima media con 22.7°C Récord anual de temperatura media con 15.8°C Récord anual de temperatura mínima con 8.9°C
Chillán	Otoño	Récord mensual de temperatura máxima en mayo con 14.5°C y el otoño más cálido con 23.2°C
	Anual	Récord anual de temperatura máxima media con 21.9°C Récord anual de temperatura media con 14.5°C
Temuco	Marzo	Récord mensual de temperatura media más alta con 17°C igual al año 2015
	Abril	Récord de temperatura mínima diaria más alta con 16.4°C el día 18, convirtiendo a abril con t° min prom más alta 21.4°C
	Octubre	Récord mensual de temperatura mínima más fría con 3.5°C
	Diciembre	Récord mensual de temperatura mínima más fría con 6.8°C igualando al año 1975
Valdivia	Febrero	Récord mensual de temperatura mínima diaria con -0.1°C el día 7
	Octubre	Récord mensual de temperatura mínima más fría con 2.6°C
Coyhaique	Octubre	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 26.5°C el día 31 Récord mensual de temperatura mínima diaria más fría con -7.3°C el día 3
Balmaceda	Octubre	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 25.2°C el día 31 Récord mensual de temperatura mínima diaria mas baja con -11.6°C el día 3
	Noviembre	Récord mensual de temperatura máxima con 17.5°C
Punta Arenas	Abril	Récord de temperatura máxima diaria más alta con 22.5°C el día 8, convirtiendo a abril con t° máx prom más alta 11.8°C
	Noviembre	Récord mensual de temperatura media promedio con 10.1°C
	Diciembre	Récord mensual de temperatura mínima diaria más alta con 12.4°C el día 6.
Eduardo Frei	Enero	Récord mensual de temperatura mínima más alta con 0.9°C
	Febrero	Récord mensual de temperatura mínima diaria más alta con 4°C el día 15
Arturo Prat	Enero	Récord mensual de temperatura máxima media con 5.0°C
	Febrero	Récord mensual de temperatura máxima diaria con 13°C el día 9, convirtiéndose en Récord anual de T° máxima Récord mensual de temperatura mínima diaria más alta con 4.6°C el día 9, convirtiéndose en Récord anual de T° mínima
	Verano	Verano más cálido, con 4.6°C

6.2 Estaciones

Datos meteorológicos recopilados desde la Dirección General de Aguas, Servicio Meteorológico de la Armada de Chile (SERVIMET), Agromet, instituciones particulares, CODELCO-ANDINA, ESVAL y Dirección Meteorológica de Chile. En total son 110 estaciones de temperatura y 258 de precipitación.

Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el reporte



6.3 Definiciones Índices de Cambio Climático

Los índices de cambio climático son utilizados para llevar a cabo un seguimiento en términos de frecuencias, umbrales y rangos de las variables de temperatura y precipitación. La ventaja de su uso es que son índices estandarizados de manera que pueden ser comparables con los índices del globo y poner en contexto los impactos regionales del cambio climático en el país. Debido a la diversidad climática y geográfica de nuestro país, es que se seleccionan los índices más representativos y significativos para cada macrozona, en trabajos anteriores (Villarroel, 2006; Vásquez y Villarroel, 2017) se establecen algunos índices que han evolucionado a niveles preocupantes, sin embargo, en el anexo B2, se adjuntan los valores de la tendencia de cada índice y para ciudad estudiada. Además, se describe la metodología utilizada para su cálculo y el significado de cada uno de los indicadores.

Tabla 8.1: Índices de cambio climático de precipitación y temperatura calculados para Chile en el periodo 1961-2020 y 1981-2020. La tabla indica la sigla del índice en formato internacional, definición y unidades expresadas.

Índice	Definición		Unidad/década
FD	Días con heladas	$TN < 0^{\circ}\text{C}$	días
SU25	Días de verano	$TX > 25^{\circ}\text{C}$	días
SU30	Días de verano	$TX > 30^{\circ}\text{C}$	días
WSDI	Duración de secuencia caliente (6 o más días consecutivos)	$TX > P90$	días
CSDI	Duración de secuencia fría (6 o más días consecutivos)	$TN < P10$	días
TX_m	Valor máximo temperatura máxima	$max(TX)$	$^{\circ}\text{C}$
TX_n	Valor mínimo temperatura máxima	$min(TX)$	$^{\circ}\text{C}$
TN_m	Valor mínimo temperatura mínima	$min(TN)$	$^{\circ}\text{C}$
TN_n	Valor máximo temperatura mínima	$max(TN)$	$^{\circ}\text{C}$
DTR	Rango diario de temperatura	$TX - TN$	$^{\circ}\text{C}$
TN10p	Noches frías	$TN < P10$	%
TX10p	Días fríos	$TX < P10$	%
TN90p	Noches cálidas	$TN > P90$	%
TX90p	Días cálidos	$TX > P90$	%
R1mm	Días con precipitación	$RR > 1 \text{ mm}$	días
R10mm	Días con precipitación sobre 10 mm	$RR > 10 \text{ mm}$	días
R20mm	Días con precipitación sobre 20 mm	$RR > 20 \text{ mm}$	días
R30mm	Días con precipitación sobre 30mm	$RR > 30 \text{ mm}$	días
CDD	Longitud máxima de días secos	$\sum n^{\circ}\text{días, si } RR < 1\text{mm}$	días
CWD	Longitud máxima de días húmedos	$\sum n^{\circ}\text{días, si } RR > 1 \text{ mm}$	días
SDII	Intensidad de precipitación	$\sum RR/n^{\circ}\text{días, si } RR > 1 \text{ mm}$	mm/día
R95pTOT	Precipitación anual cuando $RR > P95$	$\sum RR, \text{ si } RR > P95$	mm
R99pTOT	Precipitación anual cuando $RR > P99$	$\sum RR, \text{ si } RR > P99$	mm
Rx1day	Precipitación máxima en 1 día	$Rx1day = max(RR)$	mm
Rx5day	Precipitación máxima en 5 días	$Rx5day = max(RR)$	mm
PRCPTOT	Precipitación Total	$\sum RR$	mm
NHW	Número de eventos de Olas de Calor	$\sum \text{NHW, si } Tx > P90(Tx) \text{ por } 3 \text{ días o más}$	nro. Eventos
DHW	Duración de la Ola de calor máxima	$\sum \text{días, si } Tx > P90(Tx) \text{ por } 3 \text{ días o más}$	días
SPI3	Índice Estandarizado de Precipitación 3 meses (agro)	$SPI > 3 \text{ meses}$	u.e
SPI6	Índice Estandarizado de Precipitación 6 meses (hidrología)	$SPI > 6 \text{ meses}$	u.e
SPI12	Índice Estandarizado de Precipitación 12 meses (Clima)	$SPI > 12 \text{ meses}$	u.e

Estos índices actualmente se encuentran disponibles en el portal de climatología de la Dirección Meteorológica de Chile

(<https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historicos/mapaIndicesClimaticos/>).

Para más información, por favor contactar:

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE

Avenida Portales 3450, Estación Central

Santiago - Chile

e-mail: comunicacional_dmc@meteo Chile.cl

Sitio web: www.meteo Chile.gob.cl

