



Eventos Extremos

Ola de calor en gran parte del país



Precipitaciones en precordillera de zona Central



Tormenta de nieve sobre Santiago



Aluvión Villa Santa Lucía



Granizo y tormenta eléctrica en Biobío





INTRODUCCIÓN

Se realizó una revisión mes a mes de los principales eventos extremos acontecidos durante el año 2017 y que impactaron sobre la población de gran parte del país, destacándose, sistemas frontales, trombas marinas, precipitaciones en zona norte del país, nieve en zona central y sur, además de olas de calor, sucesos que año a año van siendo más conocidos por todo el país.

Los eventos extremos comprenden una faceta de la variabilidad climática bajo condiciones estables o cambiantes. Estos se definen como la ocurrencia de un valor de una variable climática por encima (o por debajo) de un valor umbral cerca de los extremos superior (o inferior) del rango de valores observados de la variable.



CONTENIDO

Enero	: Altas temperaturas y olas de calor en gran parte del país.....	4
	Tabla de olas de calor ocurridas en enero 2017.....	6
	Precipitaciones en zona norte del país.....	7
	Tromba marina afectó región de La Araucanía.....	8
Febrero	: Precipitaciones afectaron la precordillera de la zona central del país.....	19
	Ola de calor afectó zona central.....	11
	Tabla de olas de calor ocurridas en febrero 2017.....	12
	Precipitaciones en zona norte provocan desborde de ríos.....	13
Marzo	: Precipitaciones anómalas en la zona austral de Chile.....	15
	Tabla de olas de calor ocurridas en marzo 2017.....	16
Abril	: Baja segregada afectó zona norte y central del país.....	17
Mayo	: Precipitaciones en zona norte y central del país.....	19
Junio	: Sistema frontal afectó región de Antofagasta.....	21
	Nieve sobre Chiloé.....	22
Julio	: Tormenta de nieve sobre la capital.....	23
Agosto	: Lluvia intensa sobre Chiloé	24
Septiembre	: Agujero de ozono sobre el sur de Chile	25
Octubre	: Lluvia inusual en zona central.....	26
Noviembre	: Granizos y tormentas eléctricas en Biobío.....	27
Diciembre	: Aluvión en Villa Santa Lucía. Región de Los Lagos.....	28
Glosario	29

Altas temperaturas y olas de calor en gran parte del país

Durante el mes de enero, el Anticiclón subtropical del Pacífico Sur, estuvo más débil y levemente desplazado hacia el sur que su posición normal. Esto generó escasa nubosidad costera junto a estabilidad atmosférica, y disminución de los vientos costeros del sur en el extremo norte del país, y un aumento de los mismos en la zona centro-sur (Fig.1).

Esta mayor estabilidad atmosférica induce a mayores temperaturas en superficie, cielos despejados y mayor calentamiento, junto a una mayor sequedad ambiental. Según declaraciones del CIIFEN (centro internacional para la investigación del fenómeno del Niño) con fecha 31 de enero de 2017 “A Sudamérica han ingresado vientos desde el mar Caribe que se han extendido por el borde oriental de la cordillera de los Andes, además del considerable transporte de humedad desde el Atlántico y la Amazonía. Esta situación ha generado una gama de eventos extremos en todo el continente: olas de calor en Chile, lluvias torrenciales en Perú, bajas temperaturas en la zona andina y aumento de temperatura en Colombia ”.

Si tomamos un promedio de todas las estaciones de la región central del país, las temperaturas mínimas, medias y máximas fueron las más altas alguna vez medidas. En ciudades como Chillán, Los Ángeles y Santiago, las temperaturas máximas registradas durante los días 26 y 27 fueron las más altas de la historia meteorológica de dichas estaciones.

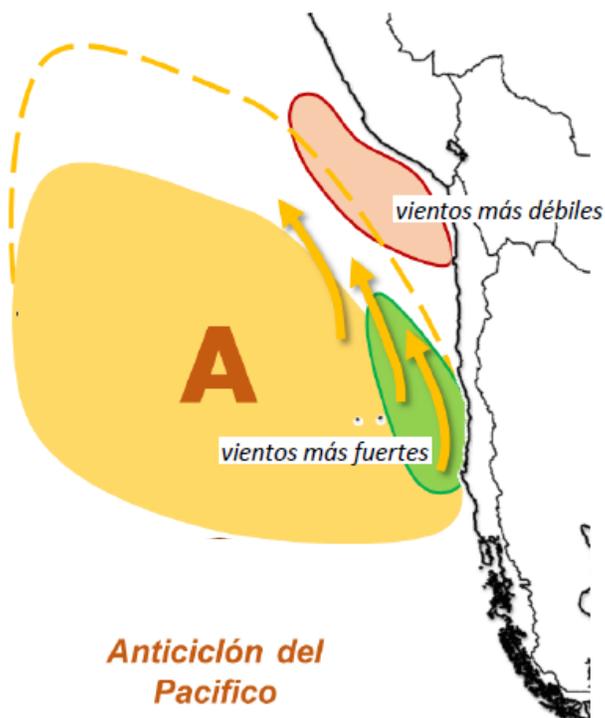


Figura1. Configuración del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur.

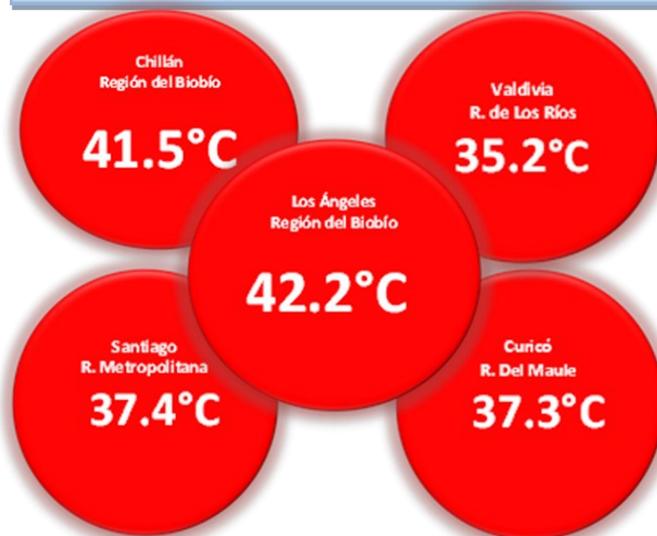


Figura 2. Temperaturas máximas extremas durante enero de 2017.

ENERO 2017

En la Fig.3. se aprecia que las temperaturas más altas superaron los 38°C (colores morados) al menos un día en el mes entre el interior de la región de Valparaíso y la región de La Araucanía. De las 125 estaciones

que reportaron datos, un 32% registró máximas sobre 38°C y un 12% sobre 40°C. Los valores más altos fueron medidos en Linares con 42.6°C, Bulnes con 42.5°C, Yerbas Buenas y Longaví Norte con 42.3°C, y Los Ángeles con 42.2°C. La cantidad de días con temperaturas sobre los 30°C también fue importante: hubo localidades con un 100% de días sobre este umbral. Tal es el caso de Vicuña, Los Andes, San Felipe, Santiago (Quinta Normal y Pudahuel) y Codegua.

Todas las condiciones nombradas anteriormente (vientos fuertes en la costa, sequedad atmosférica, más condiciones cálidas) pudieron haber contribuido a propagar de manera más rápida y permanente los incendios forestales que afectaron la zona centro y sur de Chile, siendo esta temporada considerada como la más destructiva, registrándose hasta el 31 de enero cerca de 576.000 hectáreas quemadas.

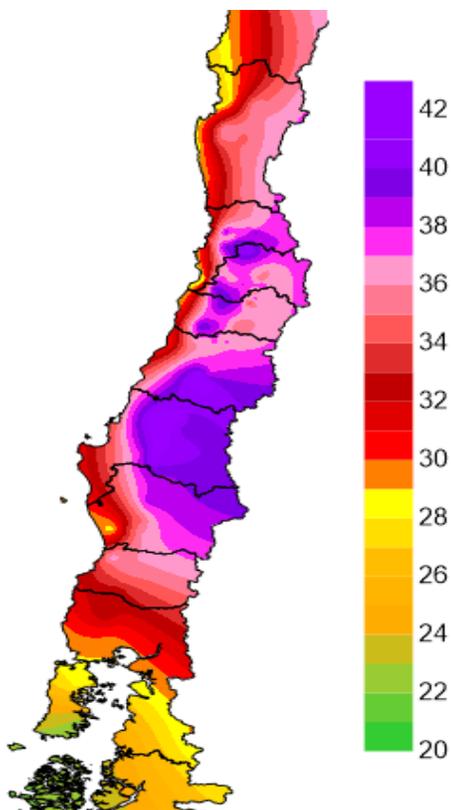
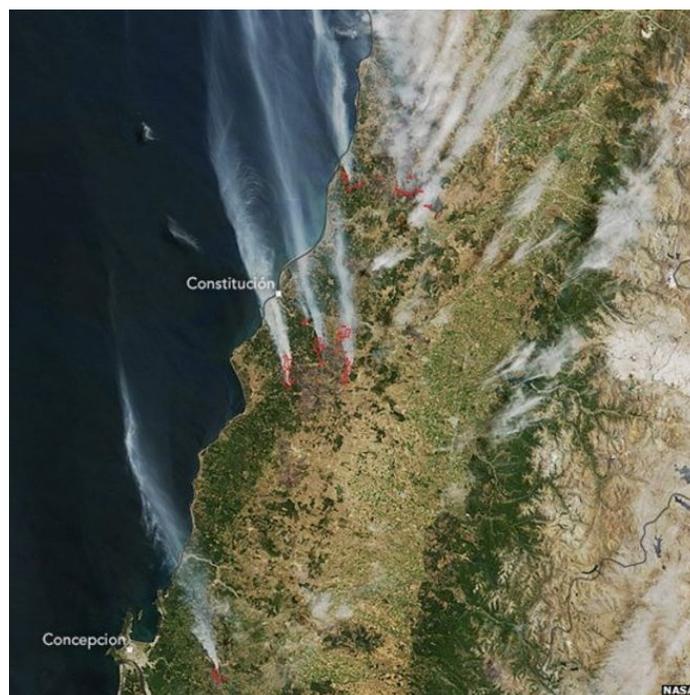


Figura 3. Temperaturas máximas absolutas de enero de 2017, obtenida de la red de estaciones agroclima y aeronáuticas.

Figura 4. Imagen satelital del día 25 de enero de 2017, donde se destacan los incendios forestales. Fuente: NASA.





ENERO 2017

Olas de calor ocurridas en enero 2017

La tabla n°1 registra las olas de calor en todo el país durante el mes de enero de 2017.

Ciudad	Número de olas de calor	Umbral T° para ola de calor (°C)	Ciudad	Número de olas de calor	Umbral T° para ola de calor (°C)
Antofagasta	2	25.4	Rancagua	2	33.4
La Serena	1	23.1	Curicó	2	32.6
Vicuña	3	33.1	Concepción	1	25.3
Salamanca	2	31.7	Chillán	1	32.9
Valparaíso	1	23.3	Temuco	1	28.4
Cabildo	3	31.7	Valdivia	1	28.2
San Felipe	3	35.7	Osorno	2	26.5
Llay Llay	3	34.8	Puerto Montt	1	23.2
Santiago	4	32.6	—	—	—

Tabla n°1. Cantidad de olas de calor ocurridas durante el mes de enero de 2017.

ENERO 2017

Precipitaciones en zona norte del país

La actividad convectiva y de tormentas eléctricas estuvo activa en el Altiplano. Los pueblos y localidades del sector alto de la Región de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta registraron lluvias de importancia buena parte del mes.

El superávit en Putre, por ejemplo, alcanzó un 67%.

En el otro extremo, la región de Aysén registró el segundo mes más lluvioso desde 1979, solo superado por 2001 (163 mm).

Las precipitaciones en el área de cordillera y precordillera del Norte Grande y el Norte Chico generaron inundaciones, deslizamiento de tierra y crecida de ríos. En Huatacondo, Pasca y Pozo Almonte en la región de Tarapacá se registraron inundaciones por la escorrentía en quebradas, dejando decenas de personas aisladas producto del corte de caminos.

Así mismo, la región de Coquimbo, se presentó una inundación en la localidad de Choay, en Alto del Carmen, dejando 350 personas aisladas producto del corte de caminos.

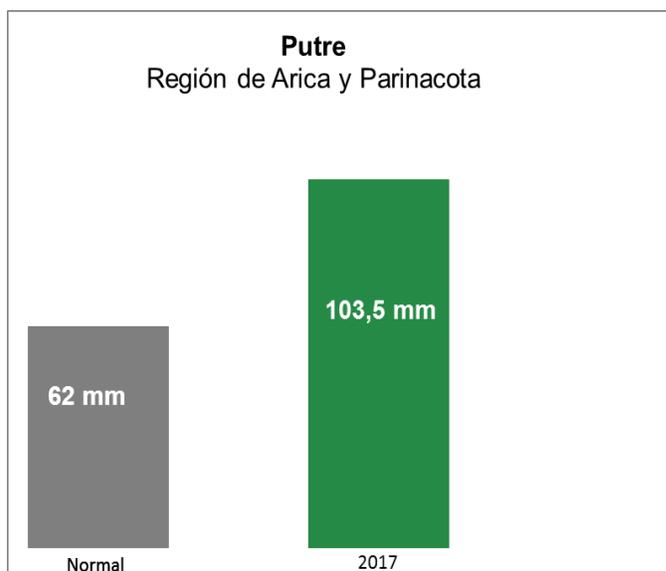


Figura 5. Datos de precipitación en Putre. Fuente: Red Agroclima (FDF-DMC-INIA)



Figura 6. Datos en milímetros. Periodo 1979-2017. Fuente: Servicios Climatológicos, DMC.

Tromba marina afectó región de La Araucanía

Durante el día 9 de enero se registró en el Lago Villarrica, la generación de una tromba marina la cual no provocó daños en la población.

La zona afectada se encontraba el día 9 de enero con nubosidad cumuliforme, perteneciente a un anticiclón frío migratorio.

En esta zona de inestabilidad, la nubosidad cumuliforme se desarrolló tanto de manera horizontal como vertical, la cual produjo fuertes movimientos de rotación, descendiendo nubes a la superficie produciéndose un fenómeno de “mini tornado” (Fig.7). Cuando este fenómeno se produce sobre el mar o lago, como en este caso, se forma la llamada TROMBA MARINA, la cual tiene una mayor duración que en la tierra, debido a que en la tierra hay mayor roce que en el mar.

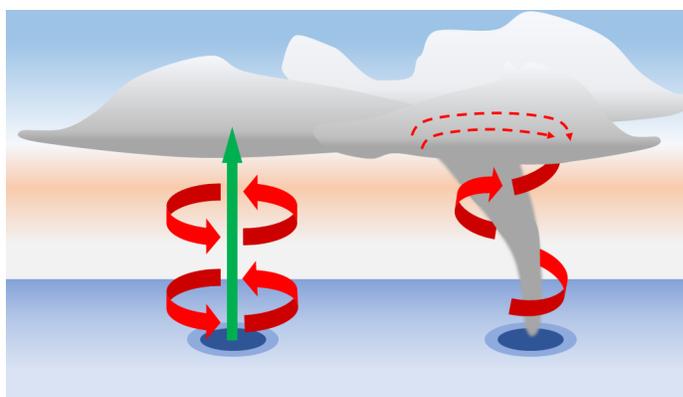


Figura 7. Esquema de formación de una tromba marina.

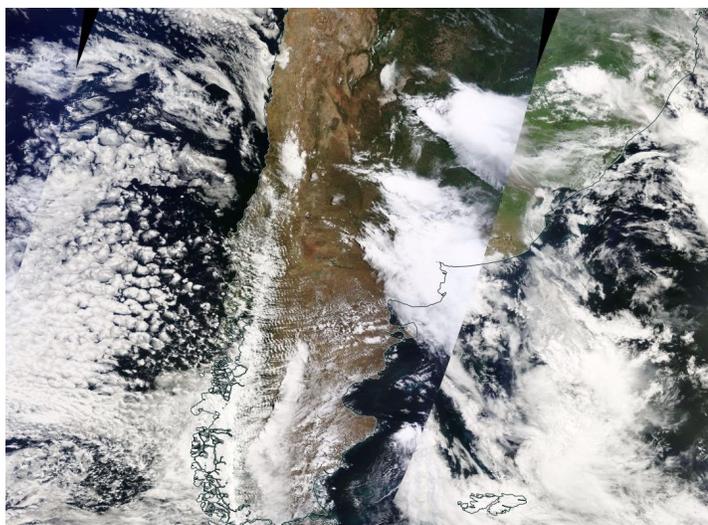
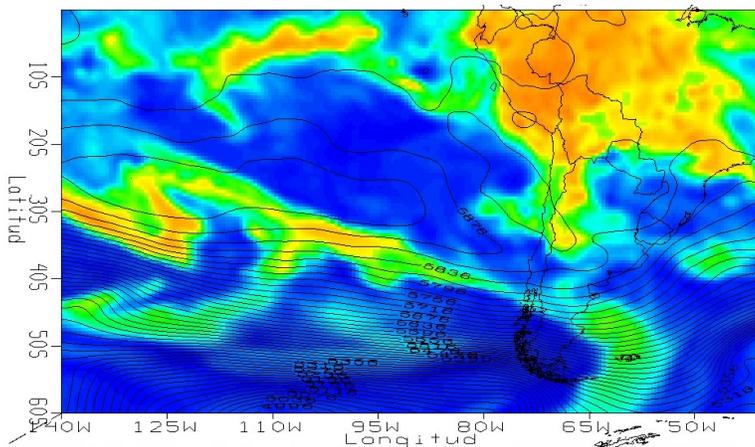


Figura 8. Imagen satelital de día 9 de enero de 2017 destacando nubosidad cumuliforme en la zona sur. Fuente: NASA



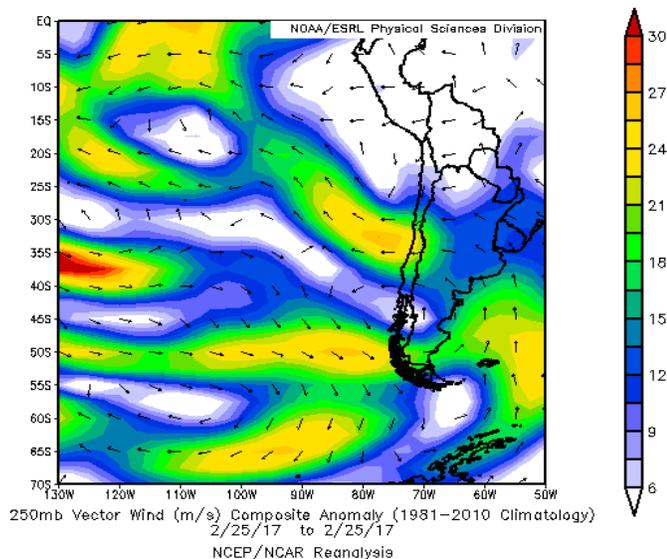
Figura 9. Generación de tromba marina en Lago Villarrica. Fuente: YOUTUBE:/EDISON CALFULEO

Precipitaciones afectaron la precordillera de la zona Central del país



El día 25 de febrero, durante la tarde y noche, se registró un importante evento de precipitación en la zona precordillerana de la región Metropolitana y de Valparaíso, ocasionando aluviones en distintos sectores de la zona nombrada anteriormente.

Figura 10. Carta de geopotencial y humedad relativa en 500 hPa (5.000 msnm), para el día 25 de febrero a las 12 UTC (09:00 hora local).



En la Fig.10 se observa un débil núcleo frío en altura, el cual asociado a un aumento de humedad, junto a viento del Este intensos en niveles altos de la tropósfera (Fig.11), ambas variables asociadas a inestabilidad generada en la zona cordillerana en el norte del país provocada por las precipitaciones estivales, generaron nubosidad tipo cumuliforme (fig.12) en toda la zona precordillerana y cordillerana, con la consecuente precipitación.

Figura 11. Carta de anomalía del viento en 250 hPa (10.500 msnm), para el día 25 de febrero de 2017. Fuente: NCEP/NCAR.

Durante la estación de verano, la isoterma 0°C se ubica en promedio a unos 4.500 metros sobre la zona Central del país. Esta línea de igual valor de temperatura marca la línea de división entre precipitación líquida y precipitación sólida (nieve). Durante el día 25 de febrero, la isoterma 0°C se encontraba sobre los 4.700 m, lo que provocó que la precipitación fuera líquida sobre la línea de nieve, provocando deshielo, saturación del suelo y la consecuente remoción de masa en forma de aluvión.

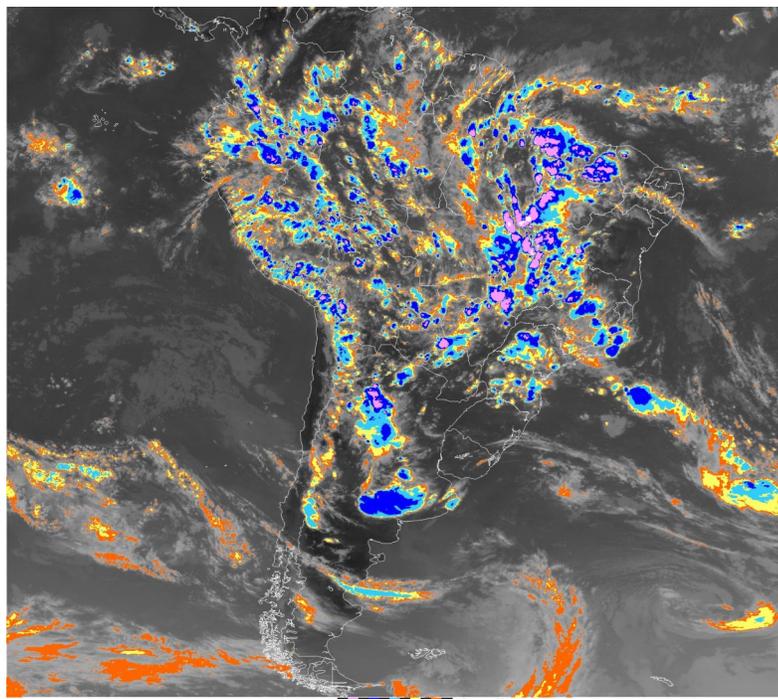


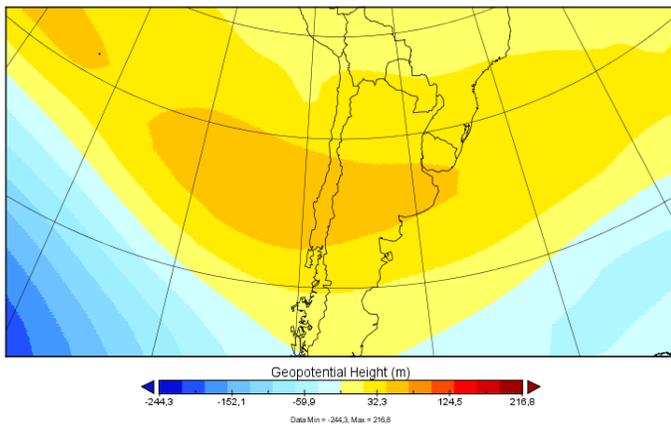
Figura 12. Imagen satelital de espectro infrarrojo, destacando los topos nubosos para el día 25 de febrero de 2017 a las 21:00 UTC (18:00 hora local). Fuente: CPTEC.



Figura 13. Deslizamiento de tierra en la comuna de San José de Maipo, región Metropolitana, debido a las lluvias afectaron a cuatro mil personas. Fuente: <http://www.cooperativa.cl>

Ola de calor afectó zona central

Durante el mes de febrero, en gran parte del país la temperatura máxima estuvo por sobre los valores climatológicos (a excepción de Calama), esto como consecuencia, en la costa de la zona norte, del aumento de la temperatura superficial del mar. En la zona central y sur, las condiciones cálidas estuvieron influenciadas principalmente por el posicionamiento recurrente de una dorsal en niveles medios de la atmósfera (Fig.14), acoplado al Anticiclón del Pacífico Sur, generaron condiciones de estabilidad y reforzamiento de

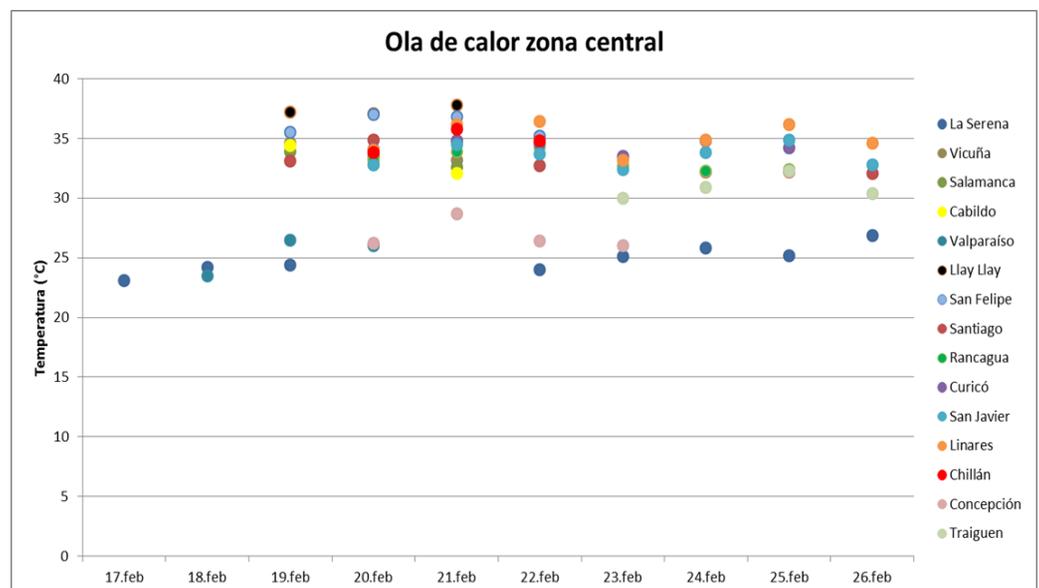


la subsidencia, causando el aumento de las temperaturas. Una de las consecuencias de este aumento de temperatura, fue la ola de calor ocurrida entre los días 17 a 26 de febrero, afectando desde La Serena hasta Traiguén, región de la Araucanía, donde se registraron temperaturas máximas que superaron el percentil 90 en más de tres días consecutivos. Es así como el día 20 de febrero, en la ciudad de Santiago se alcanzó un máximo absoluto de 34.9°C, y en San Felipe 37°C.

Figura 14. Anomalía geopotencial entre los días 17 y 26 de febrero de 2017. Las anomalías positivas son representadas con los tonos amarillos, y las negativas con tonos celestes. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.

Para el día 21 de febrero en Curicó, Chillán y Concepción se registraron máximas absolutas de 34.8°C, 35.8°C y 28.7°C respectivamente.

Figura 15. Temperaturas máximas registradas desde La Serena hasta Traiguén desde el día 17 a 26 de febrero.





FEBRERO 2017

Olas de calor ocurridas en febrero 2017

La tabla n°2 registra las olas de calor en todo el país durante el mes de febrero de 2017.

Ciudad	Número de olas de calor	T° promedio ola de calor (°C)	Ciudad	Número de olas de calor	T° promedio ola de calor (°C)
Arica	2	28.8 28.4	Santiago	2	33.9 32.2
Antofagasta	2	26.8 26.3	Rancagua	1	33.1
La Serena	2	23.9 25.5	Curicó	4	32.5 34.3 33.7 32.4
Vicuña	1	33.8	San Javier	1	33.6
Salamanca	1	33.3	Linares	2	34.2 35.0
Valparaíso	2	25.3 24.3	Concepción	2	25.4 26.8
Cabildo	1	33.2	Chillán	1	34.8
San Felipe	1	36.1	Traiguén	2	31.7 31.1
Llay Llay	1	37.4	-	-	-

Tabla n°2. Cantidad de olas de calor ocurridas durante el mes de febrero de 2017.

Precipitaciones en zona norte provocan desbordes de ríos

Debido a las precipitaciones estivales generadas en precordillera y cordillera de la zona norte del país, desde la región de Arica– Parinacota hasta Antofagasta, se generó un aumento de caudal en ríos como San José, Loa y San Pedro, desbordándose en distintos tramos generando pérdidas en los cultivos de agricultores como también cientos de familias damnificadas, al igual que personas evacuadas debido a la emergencia.

Estas precipitaciones son habituales durante los meses de noviembre a marzo en la zona altiplánica entre Perú y Bolivia afectando de igual manera el norte de Chile. Esta precipitación es básicamente originada por tormentas convectivas que se desarrollan durante la tarde y primeras horas de la noche. Esta convección ocurre cuando el contenido de humedad cerca de la superficie del Altiplano alcanza valores altos, superiores al valor climatológico para esta región. El aire húmedo que alimenta estas precipitaciones es transportado desde la tropósfera baja en la parte central del continente (llanos de Bolivia y cuenca amazónica), cuando la circulación atmosférica regional resulta favorable.

Localidad	Precipitación (mm)
Putre	115.0
San Pedro de Atacama	50
Ollague	88.4
Socaire	91.3
Toconao	73.7

Tabla n°3. Precipitación total (mm) ocurrida en el mes de febrero de 2017.



Figura 16. Desborde de río en Calama el día 26 de febrero. Fuente: www.soychile.cl/calama

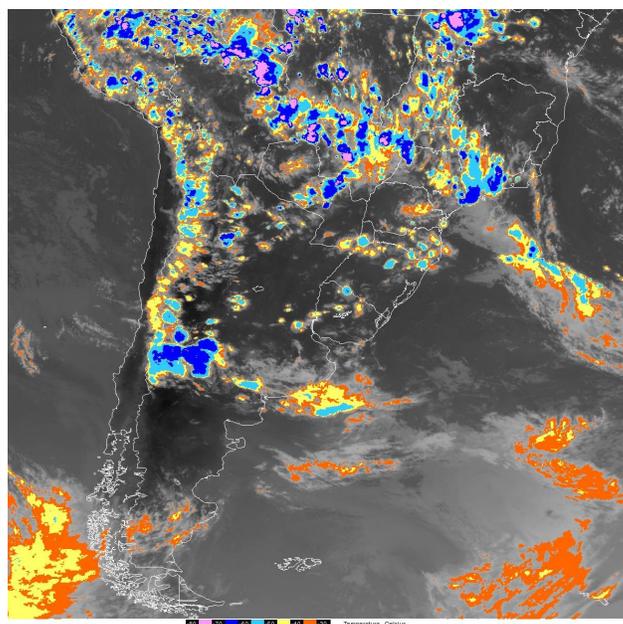
FEBRERO 2017

Esto generalmente ocurre cuando la Alta de Bolivia se encuentra intensificada y desplazada hacia el sur respecto de su posición climatológica, lo que intensifica los vientos del Este en la tropósfera media y alta sobre los Andes Centrales. Hay que considerar que debido a la escasez de las precipitaciones durante el resto del año, las precipitaciones estivales aportan casi la totalidad del agua dulce disponible para el consumo humano y para las distintas actividades económicas, especialmente en el sector más seco de la cuenca (Pronóstico de la convección en el altiplano sud americano, Garreaud).



Figura 17. Aumento de caudal en río San José. Fuente: www.t13.cl

Figura 18. Imagen satelital de espectro infrarrojo del día 24 de febrero a las 21: 00 UTC (18:00 hora local) destacando los topos nubosos. Fuente: CPTEC



Precipitaciones anómalas en la zona austral de Chile

Desde la noche del día 29 hasta la mañana del día 31 de marzo, se registró un total de 95.1 mm en la estación meteorológica ubicada en el aeródromo Teniente Vidal, Coyhaique, producto de inestabilidad posterior al paso de un sistema frontal, el cual se intensificó en territorio Argentino.

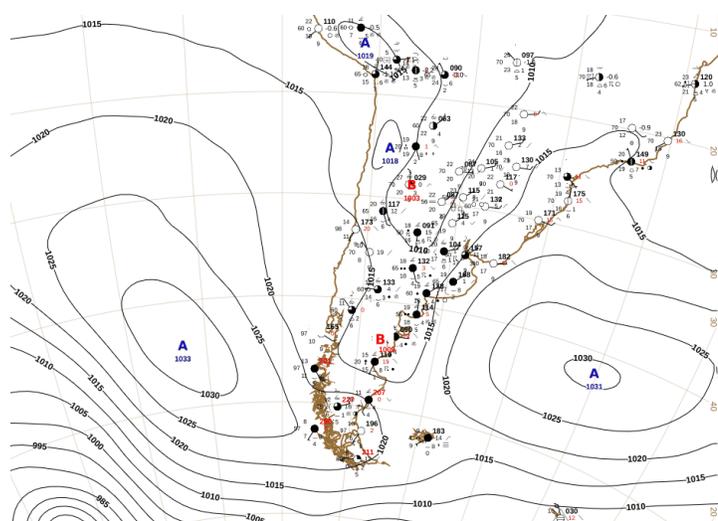


Figura 19. Carta de superficie para el día 30 de marzo de 2017 a las 06:00 UTC (03:00 hora local)

La zona al encontrarse en el límite entre el sistema de Baja presión, ubicada al Este, y el anticiclón de características frías, al Oeste, generó desarrollo de nubosidad cumuliforme, la cual provocó intensas precipitaciones en un periodo corto de tiempo (chubascos de lluvia).

Con este máximo de precipitación en el mes de marzo, se alcanzó un total de 112.1 mm en la zona, siendo lo normal para el mes 70.7 mm presentando un superávit del 59%.

En Puerto Aysén, Balmaceda y Chile Chico se tuvo un registro entre estos días de 30.2, 62.6 y 30.8 mm respectivamente.

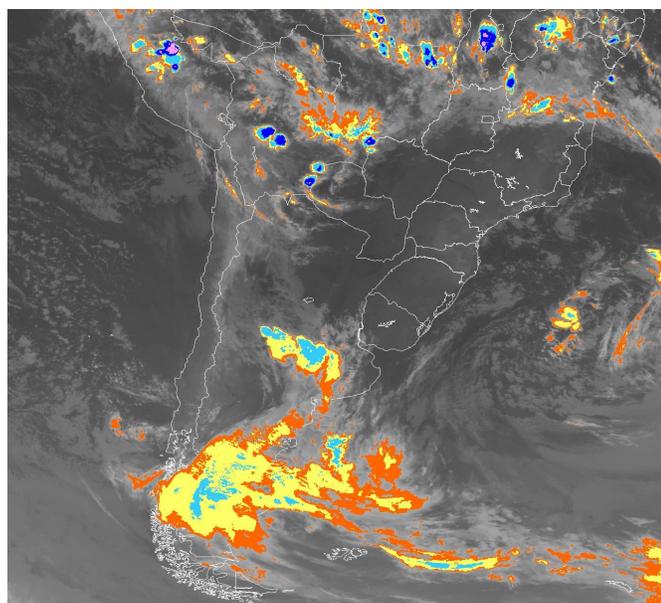


Figura 20. Imagen satelital de espectro infrarrojo destacando los topos nubosos del día 30 de marzo de 2017 a las 06:00 UTC (03:00 hora local). Fuente: CPTC.



MARZO 2017

Olas de calor ocurridas en marzo 2017

La tabla n°4 registra las olas de calor en todo el país durante el mes de marzo de 2017.

Ciudad	Número de olas de calor	T° promedio ola de calor (°C)	Ciudad	Número de olas de calor	T° promedio ola de calor (°C)
Antofagasta	1	24.9	Valparaíso	1	24.3
Isla de Pascua	2	28.4 28.3	Cabildo	1	30.9
La Serena	1	22.7	Curicó	1	31.5
Vicuña	1	33.6	Linares	1	31.6
Salamanca	1	31.7	Traiguén	1	29.9

Tabla n°4. Cantidad de olas de calor ocurridas durante el mes de marzo de 2017.

Baja segregada afecta zona norte y central del país

Entre los días 18 y 19 de abril de 2017, se registró el ingreso de una baja segregada en la zona norte del país, afectando principalmente la zona precordillerana y cordillerana de las regiones de Antofagasta y Atacama, encontrándose montos desde 0.2 a 7.7 mm en la ciudad de Calama, junto a viento intenso con rachas de hasta 70 km/h.

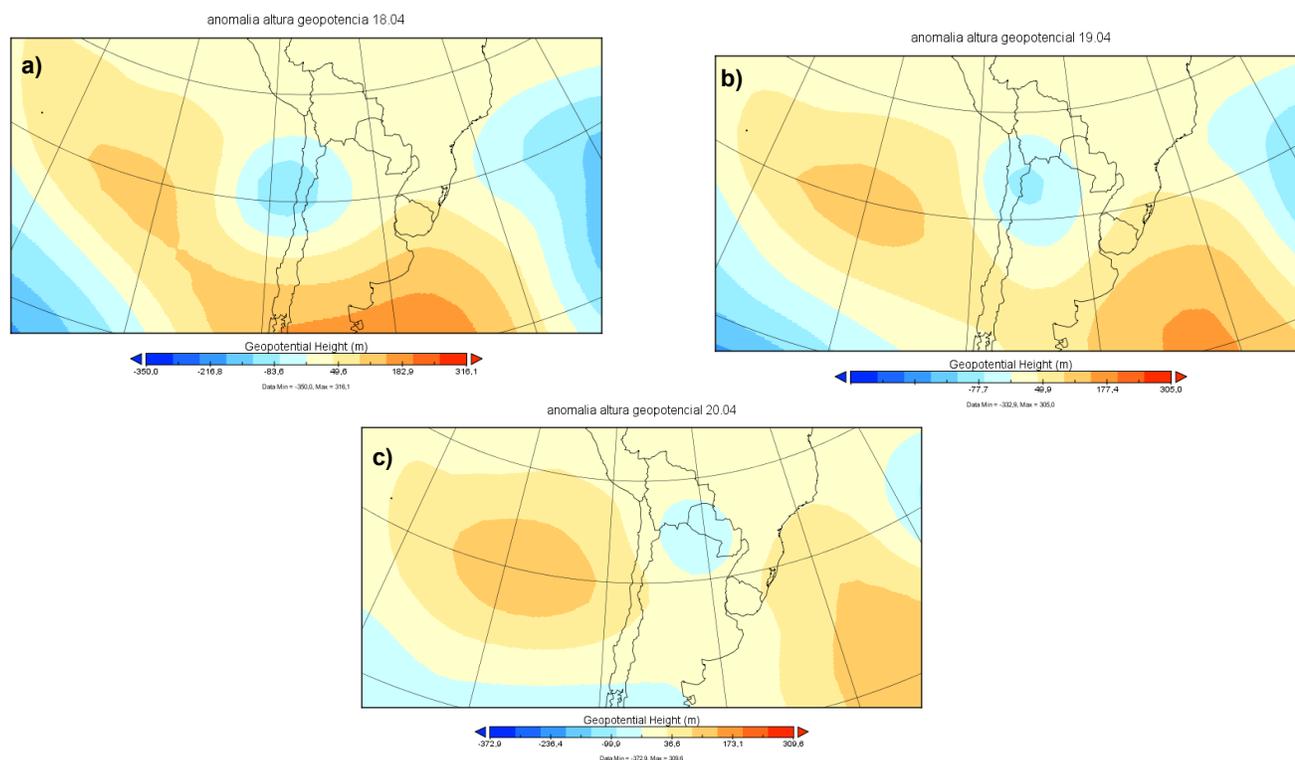


Figura 21. Anomalía de altura geopotencial en la tropósfera media (500 hPa), destacando el avance de la baja segregada (colores celestes) durante los días 18 (a), 19 (b) y 20 (c) de abril de 2017. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.

La vaguada formada en niveles medios de la tropósfera, asociada a la baja segregada, comienza a afectar la zona central entre los días 19 y 20 de abril, vaguada que se vio fortalecida por humedad generada tanto desde el Norte como del Este, formando nubosidad convectiva generando intensas precipitaciones en la zona precordillerana de la región Metropolitana, provocando el desborde del estero San José (San José de Maipo), cortes de rutas, deslizamiento de tierra, y problemas en el suministro de agua en toda la región, inclusive en algunos sectores de la región de Valparaíso.

ABRIL 2017

Los montos registrados en la estación de Tobalaba y Quinta Normal y Calle Larga (Los Andes) fueron de 10.5, 5.1 y 2.4 mm respectivamente.

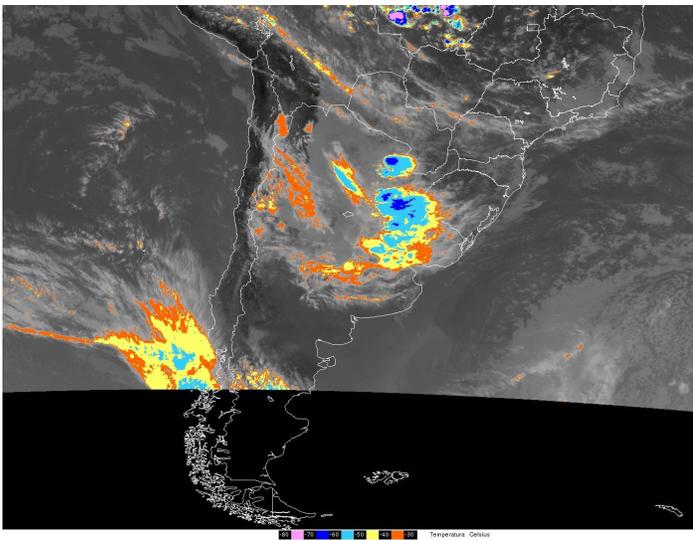


Figura 22. Imagen satelital de espectro infrarrojo destacando topos nubosos del día 20 de abril de 2017 a las 12 UTC (09:00 hora local). Fuente: CPTEC

Figura 23. Desborde del estero San José. Fuente: www.biobiochile.cl



Precipitaciones en zona norte y central del país

Entre los días 10 y 12 de mayo de 2017, desde la región de Atacama hasta el Biobío afectó un sistema frontal, destacando montos de precipitación de hasta 170 mm en la ciudad de Combarbalá. Así mismo, el día 11 de mayo se registra como el tercer máximo de precipitación en 24 horas (para el mes de mayo) en la ciudad de La Serena desde el año 1911, siendo el primer registro máximo de 100.2 mm en 1957; 89.2 mm en el año 1938 y que 71.4 mm en el año 2017.

La configuración corresponde a un sistema frontal con bajas presiones en superficie y circulación ciclónica en altura (5.000 msnm). La característica principal de este sistema, es que adquirió una orientación SO/NE debido a un bloqueo existente en la zona sur del país (desde la región de Los Lagos hasta la zona austral), lo que generó que su ruta se fijara hacia la zona norte y central del país.

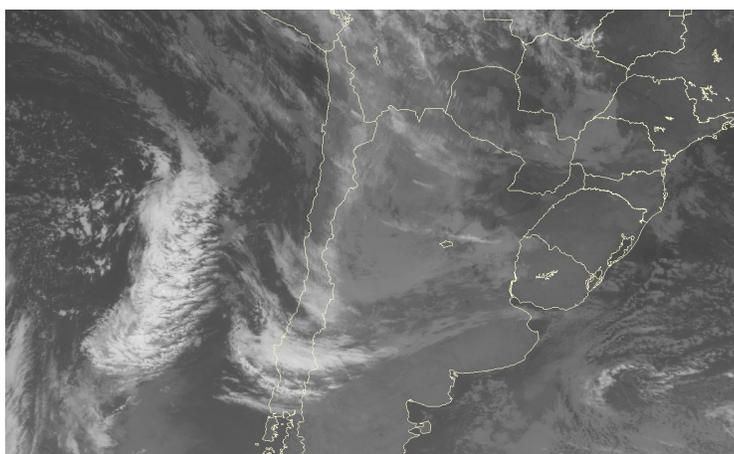


Figura 24. Imagen satelital de espectro infrarrojo del día 10 de mayo de 2017 a las 08:00 UTC (05:00 hora local). Fuente: CPTEC.

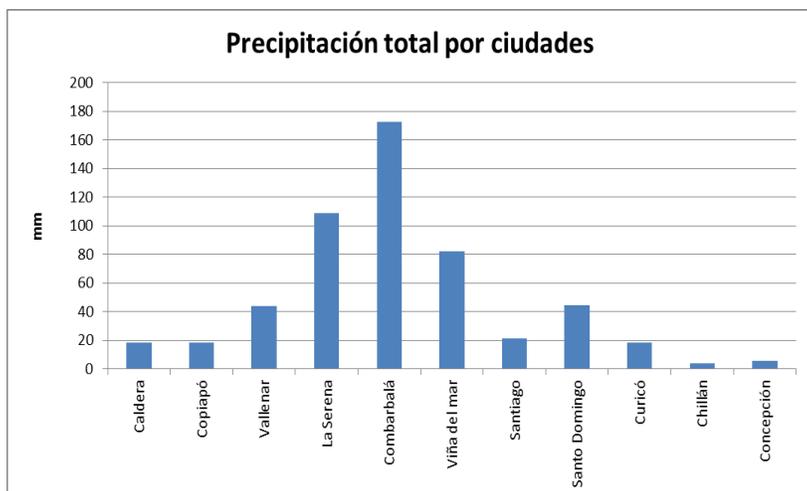


Figura 25. Precipitación total del evento entre los días 10 al 12 de mayo de 2017.

Las consecuencias de este intenso sistema frontal se dieron principalmente entre las regiones de Atacama y Coquimbo, con más de 12.000 aislados en ambas regiones. Se registró el desborde del río Salado y Copiapó, además de la activación de varias quebradas.

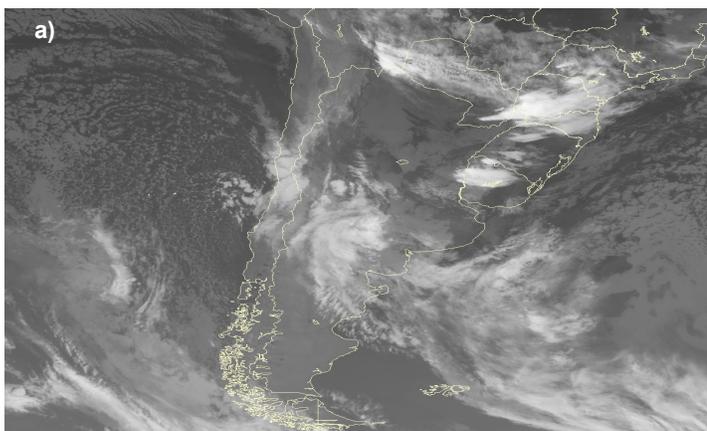


Figura 27. a) Imagen satelital del día 18 de mayo a las 12:00 UTC (08:00 hora local) destacando nubosidad de sistema frontal en zona norte y central, b) Imagen de nieve caída en camino a embalse el Yeso, y c) piso Elqui. Fuente: CPTEC/ twitter.



Figura 26. Consecuencias de las intensas precipitaciones entre los días 10 y 12 de mayo. a) La Serena, y b) desborde de río Limarí.

Un segundo importante evento afectó la zona norte y central del país el día 18 de mayo. La nueva situación consistió en un sistema frontal, el cual debido a la baja altura de su isoterma 0°C , originó precipitaciones del tipo nieve en diversos sectores precordilleranos y cordilleros. Para el mes de mayo, en la zona central la altura de la isoterma 0°C tiene una altura promedio de 3.394 m., sin embargo en esta ocasión la altura fue de 1.580 m., precipitando nieve en zonas que comúnmente sería precipitación líquida.

Sistema frontal afectó región de Antofagasta

Entre los días 4 y 8 de junio de 2017, un sistema frontal proveniente desde la región austral del país se desplazó hacia el norte, afectando con intensas lluvias principalmente al borde costero de la región de Antofagasta.

Es poco usual que llueva en la zona más árida del planeta donde en promedio la tasa anual no supera los 2.5 mm/año. Sin embargo, este activo sistema frontal logró avanzar y afectar con fuertes lluvias a la región de Antofagasta. Tal como se aprecia en la Fig. 28a, los componentes principales de la tormenta fueron una vaguada en niveles medios (lo que favorece formación de nubosidad y mantiene activa a la tormenta) y transporte de vapor de agua desde la zona tropical tal como lo indica la flecha en la figura. Los montos de precipitación registrados fluctuaron entre 3.6 mm en Taltal hasta 22.0 mm en Antofagasta, siendo la zona que presentó los registros más elevados. Cabe mencionar que existe una leve tendencia al alza en los eventos extremos que afectan a la región, tal como se aprecia en la figura 29.

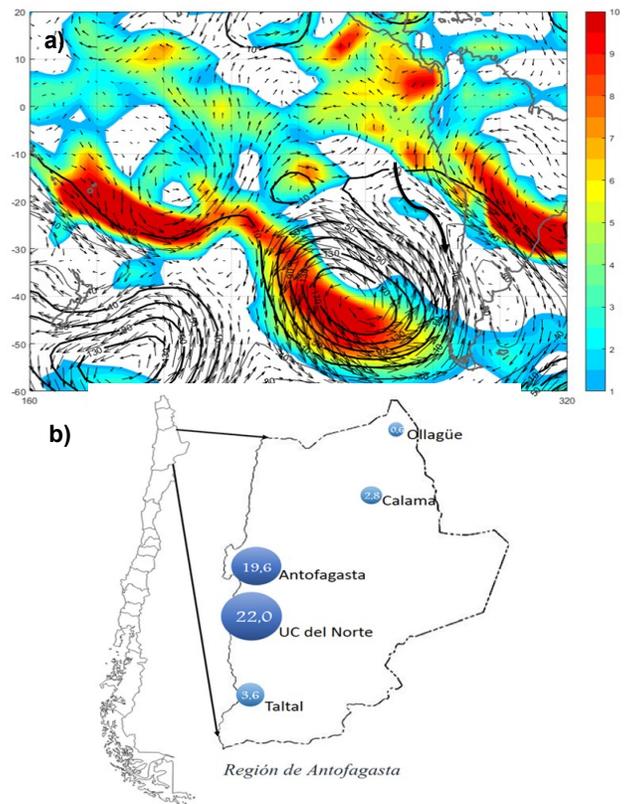


Figura 28. a) Anomalia geopotencial a nivel de la tropósfera media (500 hPa) entre los días 4 y 8 de junio. b) Precipitación acumulada durante todo el evento. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.

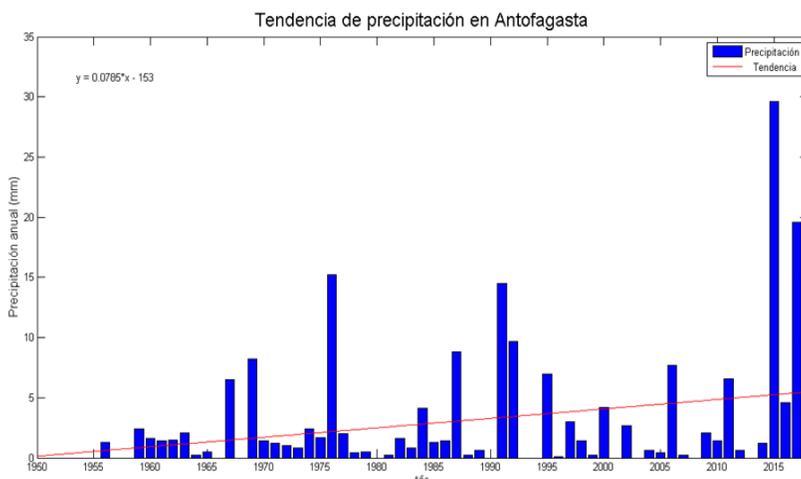


Figura 29. Tendencia de la precipitación anual en la estación meteorológica del Aeropuerto Andrés Sabella, desde 1950.

Nieve sobre Chiloé

Inusual tormenta de nieve afectó a los habitantes de la isla grande de Chiloé, provocando la suspensión de clases y el corte de la ruta 5 sur.

Debido a su ubicación en latitud 41°S y al estar rodeada por las aguas del Océano Pacífico, la isla grande de Chiloé experimenta abundantes lluvias durante el año incluso por sobre los 2000 mm, siendo principalmente precipitaciones líquidas, presentándose nieve solamente en las cumbres más altas, por lo general sobre los 1000 metros de altitud. Sin embargo, cuando el sistema frontal se va desplazando hacia el norte en su parte posterior se posiciona la inestabilidad post-frontal, junto con la masa de aire frío lo que en conjunto puede provocar un descenso de la temperatura y con ello provocar precipitaciones sólidas a alturas mucho menores. En la figura 31, se observa en las flechas de color azul la orientación del viento de componente Sureste la que coincide con transporte de aire frío polar que provocó descensos de la temperatura y precipitación sólida.



Figura 30. a) Nieve sobre el colegio Pumanque, Ancud. b) Precipitación acumulada durante todo el evento. Fuente: Colegio Pumanque, Ancud (Panel superior); radio Bio Bio (panel inferior).

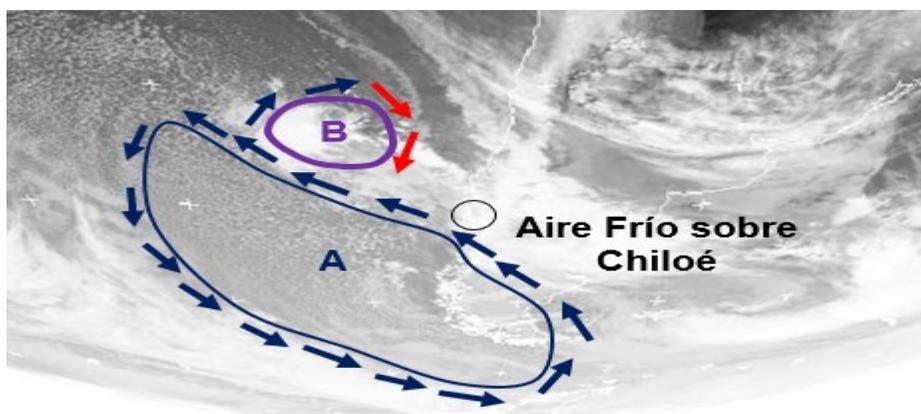


Figura 31. Imagen satelital del día 16 de junio de 2017, a las 00 UTC (21 hora local). Las flechas representan la circulación del viento, en azul aire frío y en rojo aire cálido.

Tormenta de nieve sobre la capital

Después de 5 años volvió a precipitar nieve sobre Santiago, si bien es común estos registros sobre el sector precordillerano de la región Metropolitana, es inusual que se registre nieve en sectores más céntricos, inclusive en la zona poniente, como en las comunas de Pudahuel y Maipú.

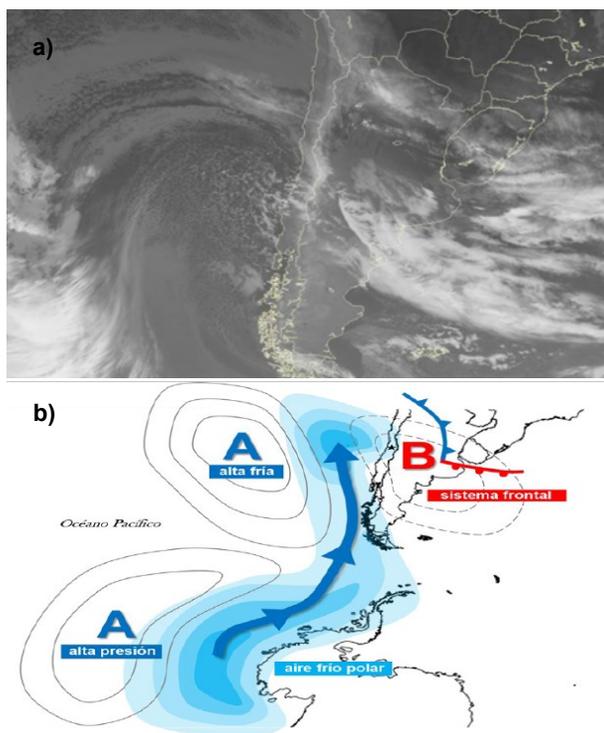


Figura 32. a) Imagen satelital en espectro infrarrojo del día 15 de junio a las 12 UTC (08:00 hora local). b) Representación esquemática de la configuración sinóptica promedio en eventos de nieve en Santiago.

Fuente: CPTEC (a) y reanálisis (b)

Durante la madrugada y mañana del día 15 de julio sobre la ciudad de Santiago se registraron precipitaciones de nieve, algunos registros oficiales como la estación de Quinta Normal en pleno centro de la ciudad acumuló cerca de 3 cm, mientras que al oriente Tobalaba registró 10 cm. En general, las nevadas en Santiago, están asociadas a la presencia de aire muy frío (Alta presión fría migratoria) frente a Chile (Fig. 32a) y sobre el océano Pacífico, el cual desplaza aire desde la zona sur (Fig. 32b). Este aire a medida que se mueve hacia el norte, comienza a encontrarse con una superficie de mar que está más cálida, por lo que el aire se inestabiliza y se comienza a formar nubosidad cumuliforme (Fig. 32a) detrás de una baja presión que en ese momento cruza por Chile Central.

Así las lluvias asociadas a esta baja presión en conjunto con el aire súper frío proveniente del polo sur es capaz de generar precipitaciones de nieve en Santiago, debido a que se produce un descenso de temperaturas lo suficientemente importante como para disminuir la altura de la isoterma 0°C.



Figura 33. Imagen de la ciudad de Santiago del día 15 de julio.

Fuente: twitter @TelefericoStgo

Lluvia intensa sobre Chiloé

Entre los días 20 y 25 de agosto se registraron intensas lluvias en las provincias de Palena y Chiloé con acumulados en el total de 152 mm (peak de 65 mm en 24 horas el día 21) en Palena, 134.8 mm (peak de 63.8 mm en 24 horas el día 22) en Futaleufú (Aeródromo de Futaleufú, provincia de Palena) 264 mm (peak de 161 mm en 24 horas el día 21) en Mocopulli (Aeródromo ubicado al Noroeste de la ciudad de Castro) y 199.8 mm (peak de 92.3 mm en 24 horas el día 21) en Butalcura (comuna de Dalcahue, provincia de Chiloé).

En la figura 34 se aprecia un sistema frontal cuya mayor actividad (causada por el frente frío línea de color azul) se centro sobre Chiloé y Palena tal como lo muestra la orientación de las flechas negras. Este evento en particular tuvo dos gatillantes adicionales:

“El vapor de agua” proveniente desde latitudes tropicales cercanas a Indonesia, tal como lo muestran las flechas en color rojo en la figura 35, estas líneas representan lo que en meteorología se denominan ríos atmosféricos que son capaces de generar intensas lluvias en el centro sur de Chile por varios días (Garreaud, 2014). “Orientación meridional”, dependiendo de la localidad la orientación de un sistema frontal (en este caso ángulo de 45°) puede ocasionar intensas lluvias, principalmente en los sectores costeros como fue en este evento particular.

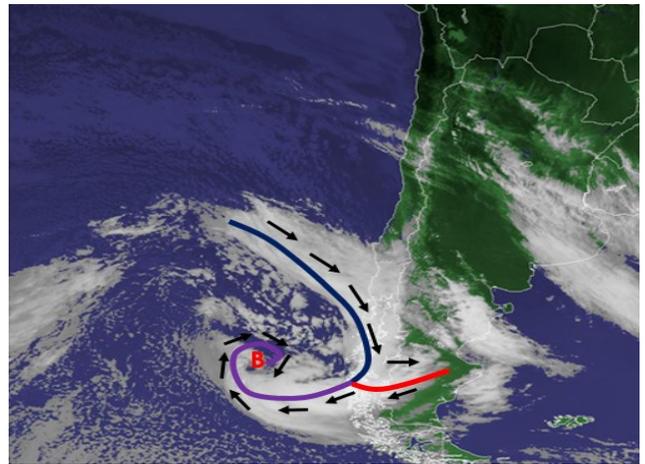


Figura 34. Imagen satelital de espectro visible del día 23 de agosto de 2017 a las 18 UTC (15:00 hora local).

Fuente: CPTEC

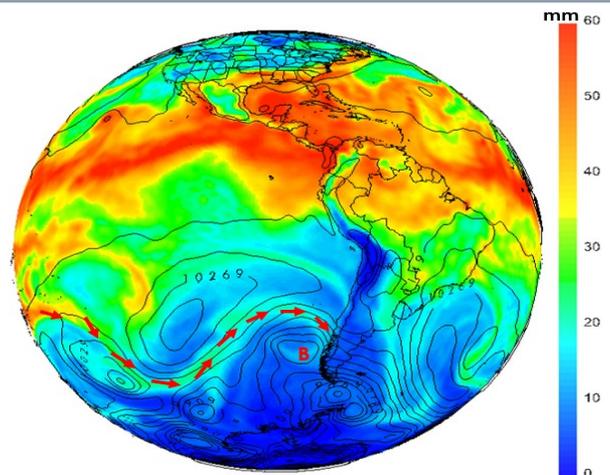
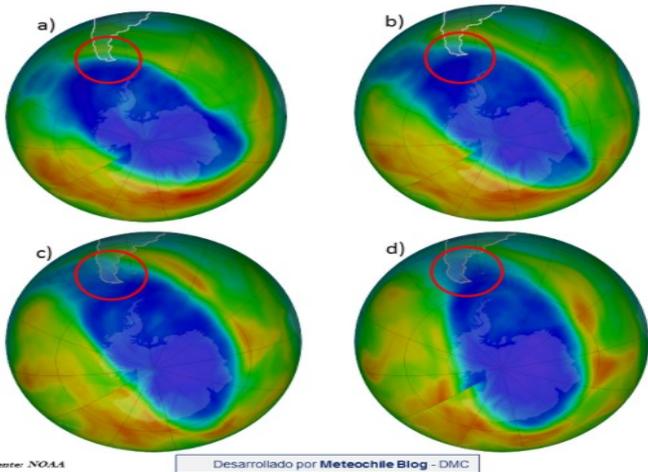


Figura 35. Compuesto de presión a nivel medio del mar en contornos y vapor de agua precipitable (sombreado), para el día 23 de agosto 2017 18 UTC (15:00 hora local).

Fuente: Reanálisis CFSR

Agujero de ozono sobre el sur de Chile

Durante septiembre y, como buen chileno, todos estuvimos preocupados de organizar nuestros días de celebración de Fiestas Patrias, la atmósfera nos aportó con una extensa elongación del Agujero de Ozono, el cual llegó incluso hasta la región de Los Ríos.



La disminución de ozono en las capas altas de la atmósfera causa que los valores de Radiación Ultravioleta aumenten respecto a los valores normales de la época. Es poco frecuente que durante la primavera el agujero de ozono se elongue más allá de la región de Magallanes. Sin embargo, entre los días 13 y el 16 de septiembre, se produjo una extensión elíptica del agujero de ozono que alcanzó ciudades más al norte como Valdivia, Coyhaique y Puerto Montt (Fig. 36). Siendo su máxima elongación el día 16 (Fig. 36.d), con valores que oscilaron entre los 200 y 220 UD (Unidades Dobson).

Figura 36. Columna de ozono total para el día a) 13, b) 14, c) 15 y d) 16 de septiembre de 2017 derivado del instrumento satelital GOME2. Las áreas en celeste y azul representan la zona del agujero de ozono. Fuente: Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (TEMIS).

Aunque el agujero estuvo débil durante septiembre, la elongación provocó un aumento en los valores de Índice ultravioleta en varias ciudades del sur y austral del país. Esta disminución del ozono generó incrementos del orden de 1 a 2 unidades de Índice UV, lo que en las ciudades de Valdivia, Puerto Montt y Coyhaique (Fig. 37) significó un aumento en la categoría de medidas preventivas.

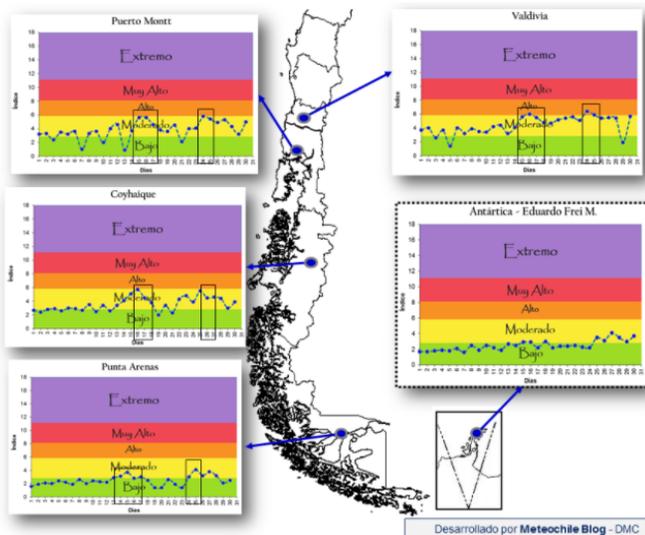


Figura 37. Valores de índice ultravioleta durante el mes de septiembre de 2017 para diferentes ciudades del país.

Lluvia inusual en la Zona Central

Durante la jornada del 4 de octubre la zona central del país se vio afectada por inusuales precipitaciones. El evento de lluvias estuvo asociado a un frente de características cálidas y de orientación zonal (nubosidad perpendicular a la zona central, Fig. 38). Adicionalmente, en la figura 39, se puede observar que este fenómeno meteorológico arrastró aire húmedo desde zonas tropicales, lo que se conoce como río atmosférico (flechas de color rojo indican de donde proviene el vapor de agua de este evento) que fue el gatillante de las intensas e inusuales lluvias de primavera. La intensidad de la precipitación registrada. Por ejemplo en Santiago fue de 35.5 mm en 24 horas muy por encima del promedio del mes de octubre que es de 14.0 mm (Fig. 40). Otro registro importante se produjo en Valparaíso donde precipitaron 40 mm, siendo el tercer registro histórico más alto del mes de octubre (el primero fue de 47.3 mm el año 2015 y segundo 41 mm el año 1914).

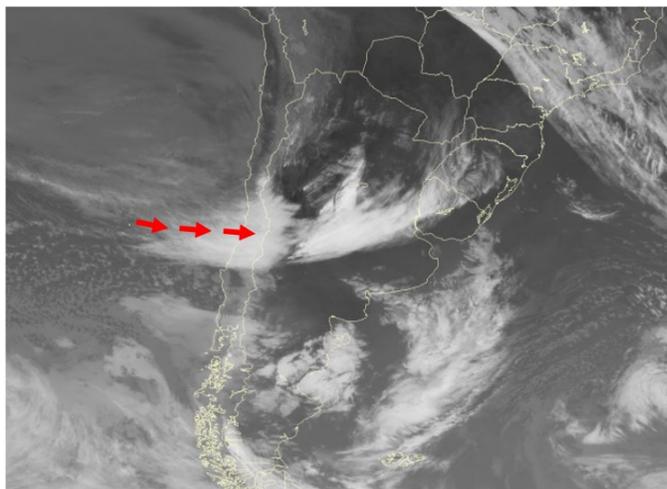


Figura 38. Imagen satelital de espectro visible del día 04 de agosto de 2017 a las 18 UTC (15:00 hora local). Fuente: CPTec

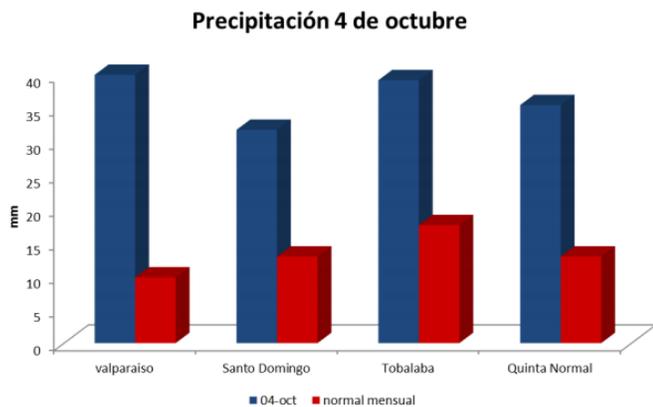


Figura 40. Precipitación del día 4 de octubre comparada la precipitación normal mensual del mes de octubre de cada estación.

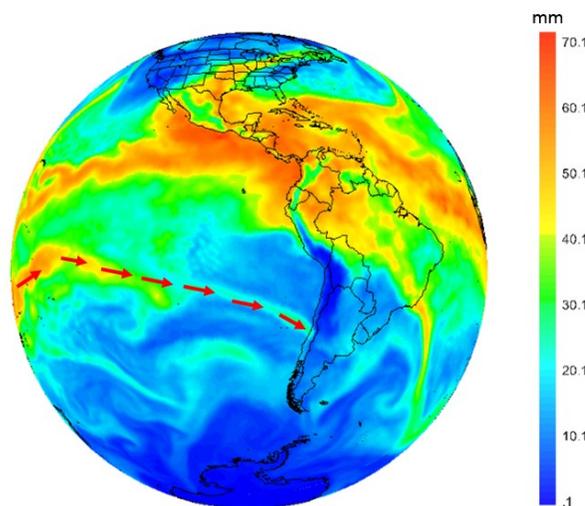


Figura 39. Compuesto de presión a nivel medio del mar en contornos y vapor de agua precipitable (sombreado), para el día 04 de agosto 2017 18 UTC (15:00 hora local). Fuente: Reanálisis CFSR

Granizos y tormentas eléctricas en Biobío

La noche del 7 de noviembre de 2017, en la zona cordillerana y precordillerana de la región del Maule y del Biobío, se produjo una intensa tormenta eléctrica acompañada de granizos, fuertes vientos y lluvia que sorprendió a los habitantes de localidades como Antuco, Colbún, San Fabián de Alico y también ciudades como Chillán (Fig. 42), Los Ángeles y Linares .

Las trombas fueron causadas por nubosidad cumuloniforme formada en horas de la tarde (Fig. 41), la cual se potenció con aire frío presente en la atmósfera media (5.000 msnm), provocando un importante contraste de temperatura en toda la zona, ya que la masa de aire ubicada en niveles bajos se encontraba con temperatura mucho más cálida. En la figura 41, se destaca la nubosidad que afectó la zona nombrada anteriormente, con valores de -40°C .

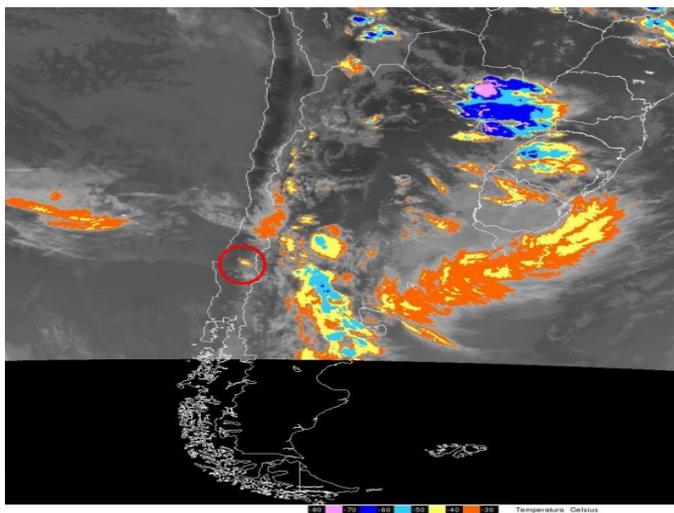


Figura 41. Imagen satelital de espectro infrarrojo destacando topes nubosos del día 7 de noviembre a las 22 UTC (19:00 hora local). Fuente: CPTEC.



Figura 42. Imagen de la tormenta eléctrica registrada el 7 de noviembre. Fuente: CNN



Figura 43. Granizos generados por la tormenta. Fuente: www.biobiochile.com

Intensas precipitaciones en Villa Santa Lucía, región de Los Lagos

El día 15 de diciembre se registró un nuevo episodio de precipitaciones en la Región de Los Lagos, aunque esta vez la zona más afectada fue Villa Santa Lucía, donde se registró un total de precipitación acumulada en la estación meteorológica, perteneciente a la Dirección General de Aguas, de casi 100 mm (Fig. 44).

Estas precipitaciones estuvieron asociadas a una especie de canal de humedad proveniente desde el océano Pacífico (Fig. 45), comúnmente llamado río Atmosférico (tal como se pudo apreciar en eventos descritos anteriormente en el texto). Este canal de humedad en conjunto con el sistema frontal que se desplaza por el océano y una pendiente cordillerana perpendicular a este flujo son ingredientes claves para el desarrollo de intensas precipitaciones semejantes a las observadas en Villa Santa Lucía.

Es importante mencionar que al momento del peak de precipitaciones (durante la mañana del día 16 de diciembre), se produjo un aluvión que destruyó parte del poblado de Villa Santa Lucía. Dentro del conjunto de factores (orográficos, etc), uno de los más relevantes fue el meteorológico.

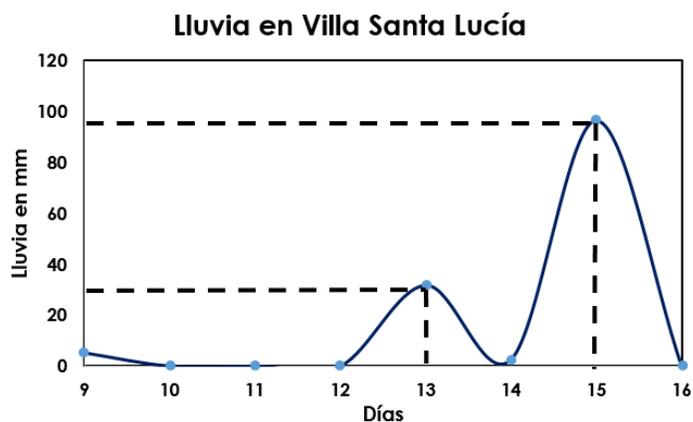


Figura 44. Tasas de precipitación diaria (mm/24 horas) en la estación Villa Santa Lucía.
Fuente: Explorador climático CR2.

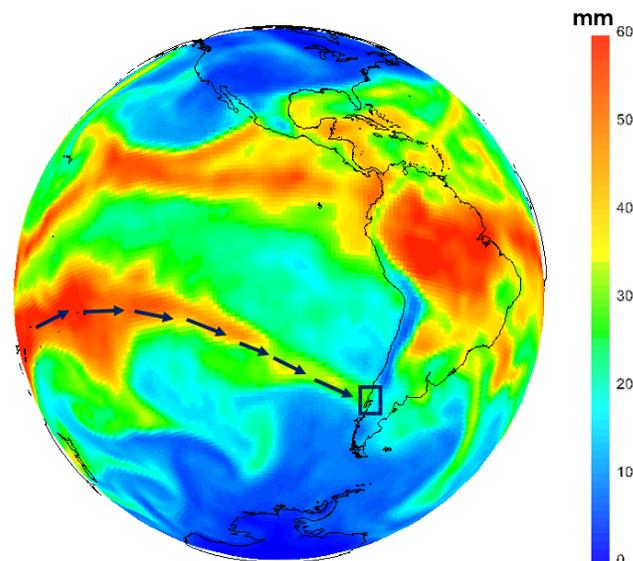


Figura 45. Compuesto de vapor de agua precipitable (sombreado), para el día 16 de diciembre 2017 00 UTC (21:00 hora local del día 15 de diciembre). Las flechas en color azul indican el transporte de humedad desde la zona tropical.
Fuente: Reanálisis CFSR



GLOSARIO

Anomalía: Diferencia del valor observado respecto al valor medio. Valores positivos indica por sobre el valor normal. Valores negativos indica por debajo del valor normal.

Anticiclón: Región donde la presión atmosférica es relativamente mas alta en comparación a las regiones vecinas. Normalmente sobre los anticiclones el aire desciende, lo cual inhibe la formación de nubes en los niveles medios y altos de la atmósfera. Por esto un régimen anticiclónico se asocia a “buen tiempo”. Por efecto de la rotación de la Tierra, en la zona de un anticiclón el aire circula alrededor del núcleo de máxima presión, en el sentido de los punteros del reloj en el Hemisferio Norte, y en dirección contraria en el Hemisferio Sur.

Baja segregada (o núcleo frío): Corresponden a un centro de circulación ciclónica y aire frío representados solo en la tropósfera media y alta (en ciertos casos se proyecta hacia niveles bajos), el cual se origina de una vaguada segregándose hacia latitudes más bajas, las cuales generan precipitaciones, vientos fuertes y condiciones de tiempo severo.

Bloqueo atmosférico: Fenómeno de gran escala, con un tiempo mayor a los asociados a perturbaciones sinópticas, en el cual todos los niveles de la atmósfera se encuentran en fase y, generalmente, en torno a una Alta presión.

Corriente en Chorro: Es una zona de vientos relativamente intensos que se concentran en una estrecha corriente en la atmósfera. Es considerada como tal cuando existen viento de 70 nudos y un núcleo máximo de 90 nudos o más.

Dorsal: Es una zona de aire más cálido en donde el flujo circula anticiclónicamente, lo que induce a que el aire descienda, y en el proceso se caliente.

Frente: Limite entre dos masas de aire de distintas características.

Geopotencial: Altura de un nivel de presión.

Ola de calor: Se define así a tres días consecutivos o más con temperaturas máximas que superan el valor del umbral crítico en los meses de verano (dic-ene-feb), incluyendo noviembre y marzo. Este umbral se calcula a partir del percentil 90 de las temperaturas máximas diarias, centrado en una ventana móvil de 15 días en el periodo climatológico 1981-2010.

Presión: Fuerza ejercida por la atmósfera sobre cualquier superficie en virtud de su peso.

Río atmosférico: Regiones angostas y largas en la atmósfera que transportan vapor de agua (humedad) desde los trópicos.

Temperatura extrema: Temperatura más alta o baja alcanzada en un intervalo de tiempo dado, generalmente en un día.

Tropósfera: Parte de la atmósfera que se extiende desde la superficie de la Tierra hasta aproximadamente 10 km de altura en los polos y 20 km en el Ecuador.



GLOSARIO

Tropósfera media: Parte de la atmósfera que se extiende entre los 3 km hasta los 5 km aproximadamente.

Tropósfera alta: Parte de la atmósfera que se extiende entre los 5 km hasta los 12 km aproximadamente.

Vaguada costera: Cuando un área de Altas presiones en superficie se desplaza hacia el Este, se forma una zona de baja presión frente a las costas de Chile, la cual genera condiciones muy secas y cálidas al sur del centro de menor presión y más húmedas y frescas en el sector al norte de esta baja. A medida que esta baja presión se desplaza hacia el sur, sus efectos también lo hacen.

ABREVIATURAS

hPa: Hectopascales, esta es una unidad de presión.

mgp: metrogeopotencial

mm: Milímetros.

msnm: Abreviatura, metros sobre el nivel medio del mar.

UD: Unidades Dobson