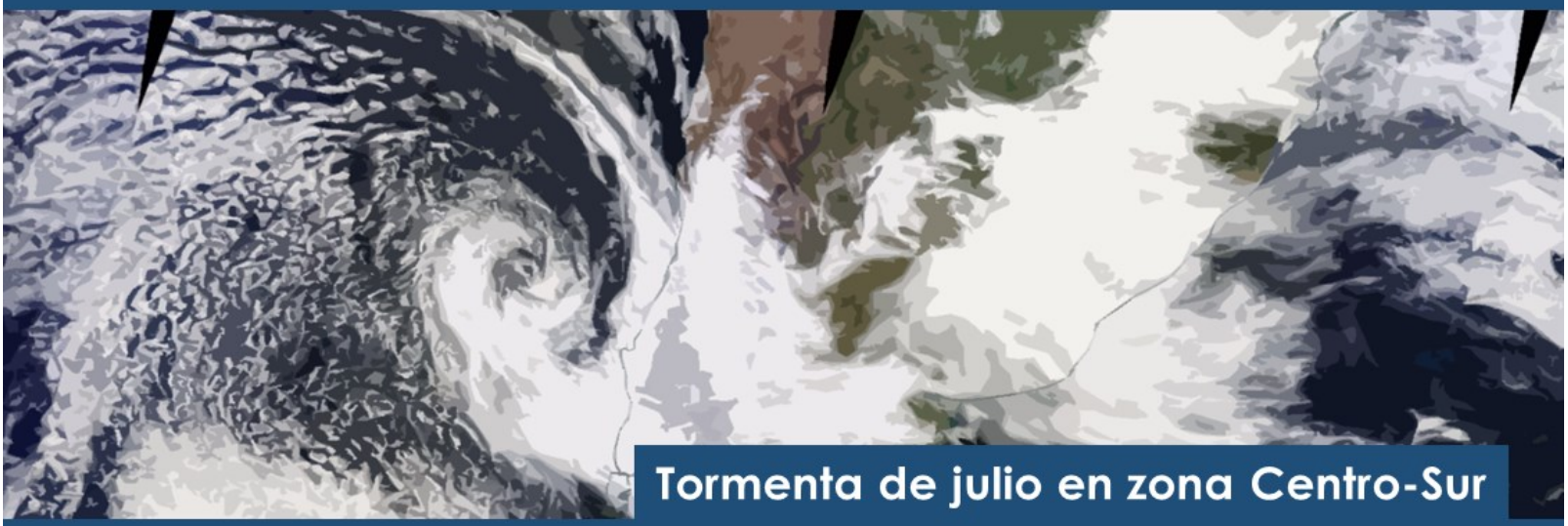
Dirección Meteorológica de Chile
**Oficina de Servicios Climatológicos**

# Eventos Extremos en Chile 2016



Tormenta de julio en zona Centro-Sur

Tromba marina en Toltén

Tormenta de Arena en el Norte

# INTRODUCCIÓN

Se realizó una revisión mes a mes de los principales eventos extremos acontecidos durante el año 2016 y que impactaron sobre la población de gran parte del país, destacándose bajas segregadas, sistemas frontales, tormenta de arena, tromba marina, bloqueo atmosférico provocando sequía en la zona austral, olas de calor y temperaturas extremas, 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 : Baja Segregada afectó zona central…….4

Olas de calor afectó zona centro-sur y austral……...5

Tabla de olas de calor ocurridas en enero 2016……6

Febrero : Sistema frontal afectó zona austral……..7

Ola de calor afectó zona central……...8

Tabla de olas de calor ocurridas en febrero 2016……9

Marzo : Olas de calor……..10

Abril : Sistema frontal afectó zona central del país……11

Mayo : Escasez de precipitaciones en zona sur y austral del país……12

Junio : Baja segregada afectó región de Antofagasta……13

Julio : Tormenta de arena en zona norte del país……...14

Agosto : Tromba marina……...15

Septiembre : Temperaturas máximas extremas……..16

Octubre : Intenso sistema frontal afectó zona central……...17

Noviembre : Temperaturas máximas extremas……..18

Diciembre : Baja segregada y sistema frontal afectan el país……20

Temperatura máxima extrema……22

Glosario ……...23

## Baja Segregada afectó zona central

Durante la última semana de enero, específicamente, hacia fines del día 23 y madrugada del día 24 de enero, afectó una Baja segregada la zona central, desde la región de Valparaíso hasta el norte de la región del Bio-bío, reportando intensos chubascos y tormentas eléctricas en precordillera de la zona nombrada anteriormente. Esta Baja, representada en la Fig.1, se destaca a nivel de 500 hPa (5.000 msnm) por anomalías negativas de geopotencial, adquiriendo una dirección noreste gracias a un bloqueo atmosférico ocurrido en los días anteriores (17 a 21 de enero), en la zona sur y austral del país.

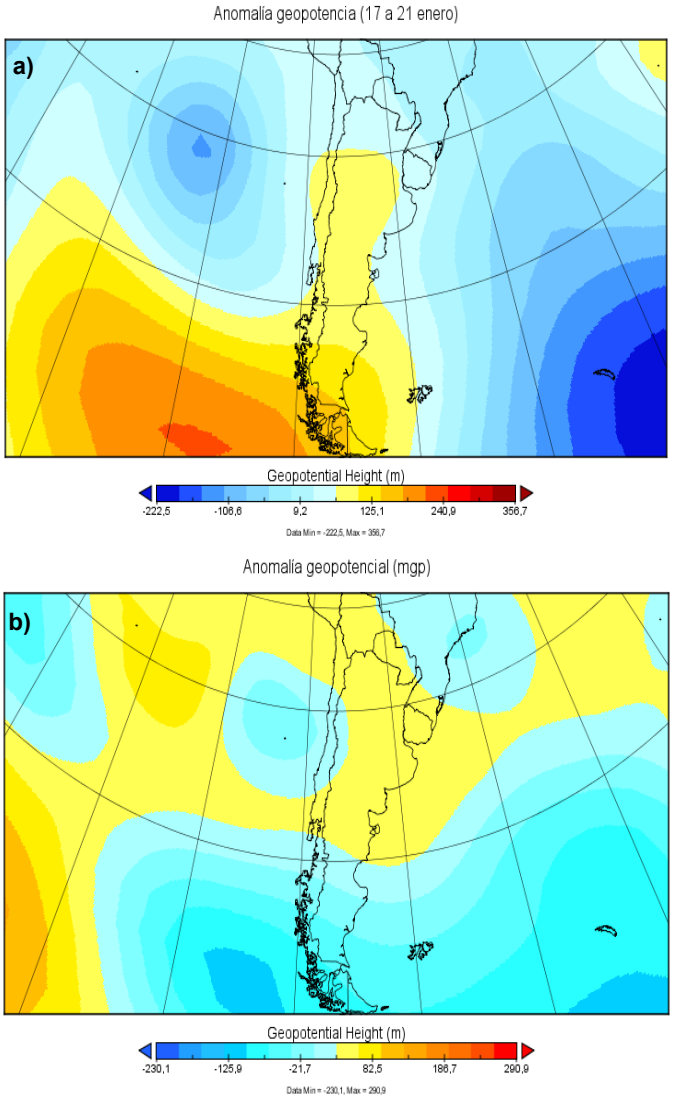



*Fig.1. Carta de anomalía de altura geopotencial en 500 hPa entre los días a) 17 a 21 de enero y b) 23 y 24 de enero.*

*Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR, NOAA*

| Estación | Precipitación (mm) |
|---|---|
| Nogales | 2.0 |
| Quillota | 3.1 |
| Rodelillo | 6.1 |
| Colina | 5.9 |
| Tobalaba | 6.7 |
| Quinta Normal | 10.2 |
| Pirque | 9.8 |
| Rancagua | 11.2 |
| San Fernando | 8.8 |
| Curicó | 3.2 |
| Chillán | 1.0 |

*Tabla n°1. Registro de precipitación (en mm) de las principales ciudades afectadas por las precipitaciones.*

## Ola de calor afectó entre zona centro - sur y austral

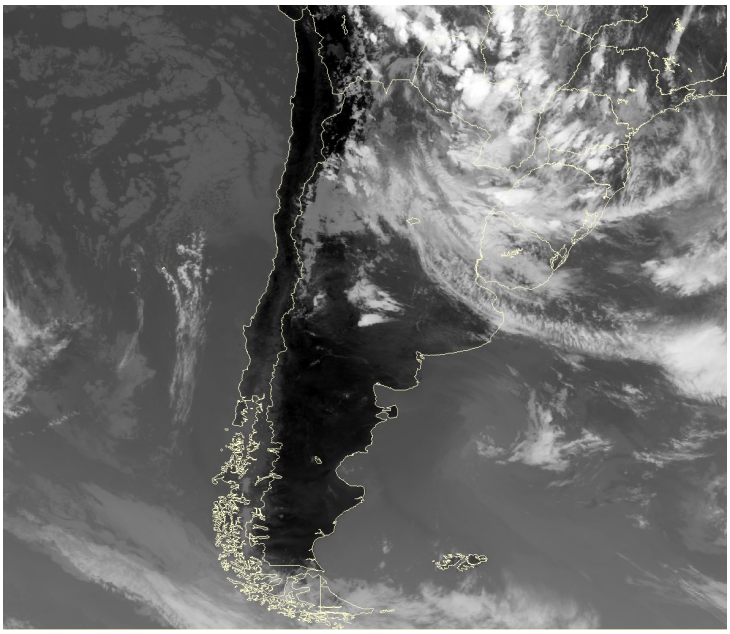


*Fig. 2. Imagen satelital de espectro infrarrojo del día 30 de enero de 2016 a las 12 UTC (09:00 hora local). Fuente: CPTEC*

Sinópticamente, en superficie se aprecia altas presiones, representadas por el anticiclón subtropical, con centro de 1025 hPa, desplazado entre la zona centro- sur y austral del país, más el territorio argentino. Esta situación en superficie, se ve reforzada por una dorsal en 500 hPa (5.000 msnm), la cual registró anomalías positivas de hasta 200 mgp posicionándose una situación de bloqueo atmosférico en toda la zona nombrada anteriormente.

Una de las olas de calor más importante, ocurrió a fines del mes de enero (desde el día 30 hasta el 2 de febrero), afectando desde la región del Biobío hasta la región de Aysén, registrando hasta 36.4ºC en Chillán, 33.5ºC en Temuco.

En la imagen satelital (Fig.2) se observa toda la zona que fue afectada por esta ola de calor se encuentra con cielos despejados.

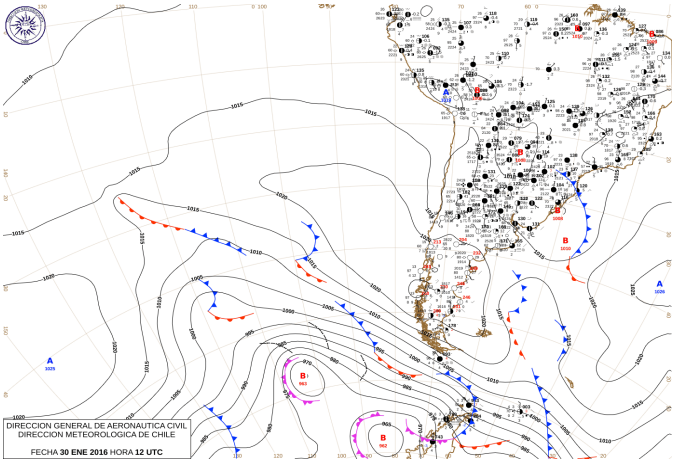



*Fig. 3. Carta de superficie del día 30 de enero de 2016 a las 12 UTC (09:00 hora local).*

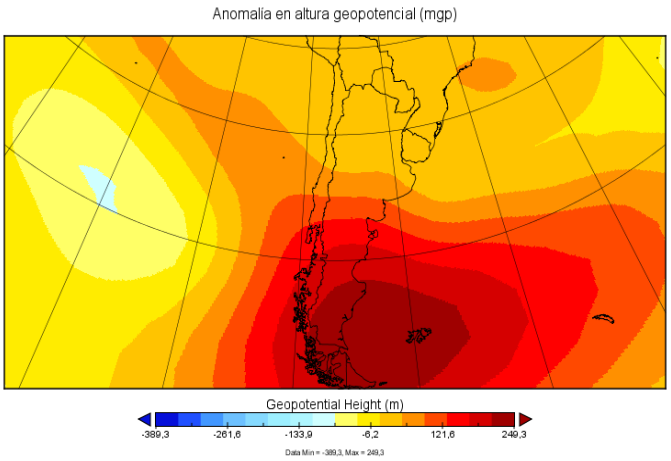



*Fig. 4. Anomalía de altura geopotencial en 500 hPa (5.000 msnm) entre los días 30 de enero a 2 de febrero de 2016.*

*Fuente: Reanálisis NCEP/NCAR, NOAA*

## Olas de calor ocurridas en enero 2016

La tabla nº2 registra las olas de calor en todo el país durante el mes de enero de 2016.

| Ciudad | Cantidad de olas de calor | T° promedio ola de calor(°C) | Ciudad | Cantidad de olas de calor | T° promedio ola de calor (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| Antofagasta | 1 | 25.7 | Temuco | 3 | 30.3<br>30.8<br>32.9 |
| Calama | 1 | 27.8 | Valdivia | 3 | 28.6<br>30.3<br>32.0 |
| Isla de Pascua | 1 | 28.4 | Osorno | 2 | 29.8<br>29.5 |
| La Serena | 4 | 23.8<br>23.6<br>24.4<br>24.8 | Puerto Montt | 2 | 24.3<br>24.6 |
| Valparaíso | 2 | 26.7<br>25.5 | Coyhaique | 3 | 28.3<br>29.4<br>29.7 |
| Chillán | 2 | 35<br>36.2 | - | - | - |

*Tabla nº2. Cantidad de olas de calor ocurridas durante el mes de enero de 2016.*

## Sistema frontal afectó zona austral

Debido al desplazamiento del anticiclón subtropical, se genera una situación de bloqueo sobre toda la zona centro y sur, condición que favorece el paso fluido de los sistemas frontales por la zona austral del país.

Es por esta razón, que la madrugada del día 3 de febrero la ciudad de Punta Arenas se vio afectada por un sistema frontal, representada en la Fig.6, precipitando intensamente, incluso con tormenta eléctrica.

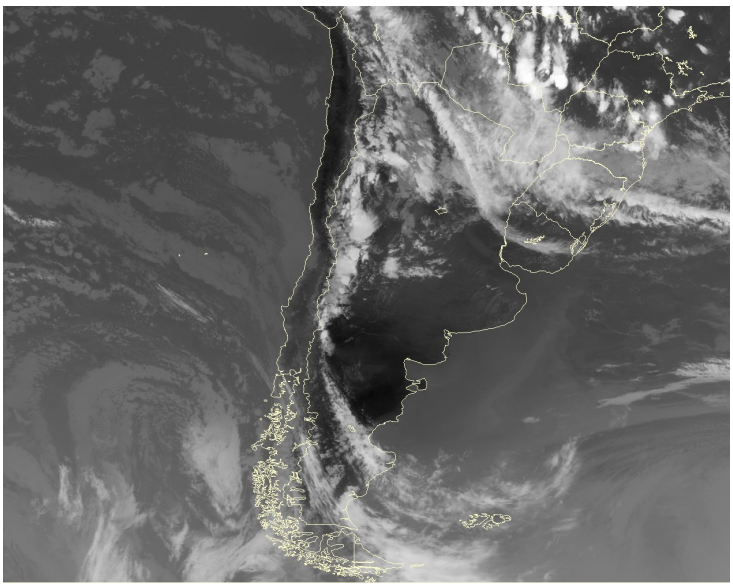


*Fig. 5. Imagen satelital de espectro infrarrojo del día 02 de febrero de 2016 a las 21 UTC (18:00 hora local). Fuente: CPTEC*

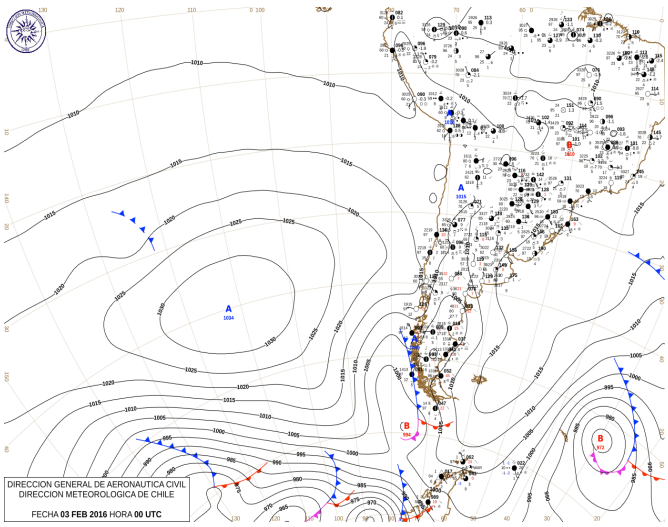



*Fig. 6. Carta de superficie del día 3 de febrero a las 00 UTC (representa el día 2 a las 21:00 hora local)*

El registro en la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Carlos Ibáñez de la ciudad de Punta Arenas, fue de 25.4 mm, generando un total de agua caída para el mes de febrero de 42.4 mm, acumulando un superávit de 39%.

Otras localidades que fueron afectadas por este sistema frontal fueron Puerto Natales con 5.8 mm, Puerto Williams con 35.5 mm, y Porvenir con 39.3mm.

## Ola de calor afectó zona central

Otra consecuencia del fortalecimiento del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur en el mes de febrero, fue la ola de calor ocurrida entre los días 19 a 24, en la zona central del país, desde La Serena hasta Chillán, 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 34.5° C, y los cuatro días siguientes se mantuvieron las temperaturas por sobre los 33°C, lo cual califica como una ola de calor, ya que el percentil 90 para el mes de febrero en Santiago es de 32.0°C (Fig.7). En Llay-Llay se registró un máximo absoluto de 38°C, el día 20 de febrero. Sin embargo, durante cuatro días se superó el percentil 90 el cual corresponde a 35°C.

En la zona costera también se registró la ola de calor, es así como en Valparaíso se mantuvieron altas temperaturas desde el día 17 hasta el día 20, encontrándose una temperatura máxima absoluta el día 19 con 29.4ºC (muy por sobre el percentil 90 para Valparaíso que es de 23ºC).

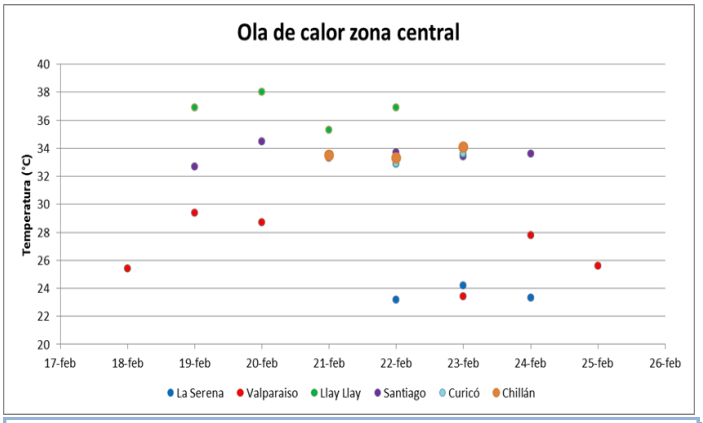



*Fig. 7. Valores máximos de temperatura en algunas ciudades de la zona central del país entre el día 18 y 25 de febrero de 2017.*

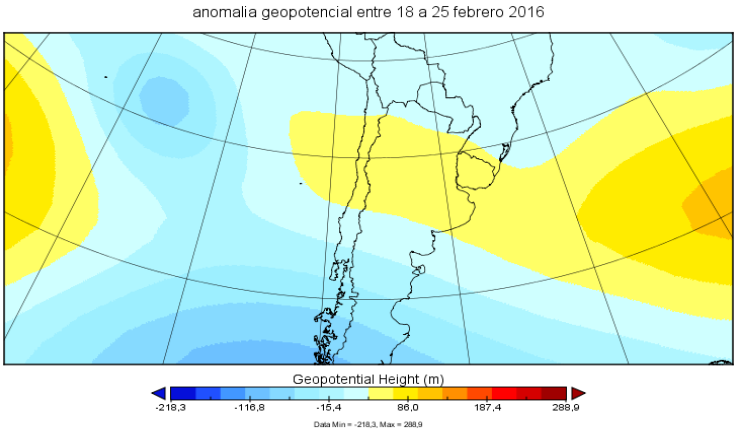



*Fig. 8. Anomalía geopotencial entre los días 18 y 25 de febrero de 2017. Las anomalías positivas son representadas con los tonos amarillos, y las negativas con tonos celestes. Fuente: NCEP/ NCAR, NOAA.*

Además se registró una segunda ola de calor entre el día 23 al 28 con un máximo de temperatura el día 24 con 27.8ºC.

El patrón sinóptico de la tropósfera media (5.000 msnm) en promedio entre el 18 al 25 de febrero de 2016, se observó sobre el territorio centro y norte de Chile predominio de una dorsal muy profunda, la cual representa al Anticiclón fortalecido en los distintos niveles de la atmósfera.

# FEBRERO 2016

La tabla nº 3 registra las olas de calor en todo el país durante el mes de febrero de 2016.

| Ciudad | Cantidad de olas de calor | T° promedio ola de calor(°C) | Ciudad | Cantidad de olas de calor | T° promedio ola de calor (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| Arica | 2 | 28.2<br>28.2 | Santiago | 3 | 33.2<br>33.5<br>33.9 |
| Antofagasta | 2 | 25.4<br>26.6 | Curicó | 1 | 33.3 |
| Calama | 3 | 27.9<br>27.4<br>27.3 | Chillán | 1 | 33.6 |
| La Serena | 3 | 24.8<br>24.2<br>23.6 | Valdivia | 1 | 32.0 |
| Valparaíso | 3 | 26.0<br>26.8<br>26.1 | Osorno | 1 | 29.5 |

*Tabla nº3. Cantidad de olas de calor ocurridas durante el mes de febrero de 2016.*

## Olas de calor

Durante los primeros días de marzo, en gran parte del país se registraron altas temperaturas, las cuales corresponden a olas de calor. Estas temperaturas, anómalas para el mes, se originaron debido a altas presiones a nivel de superficie, junto a una dorsal, por el lado norte, lo que generó cielos despejados (Fig.10) sin formación de la comúnmente existente vaguada costera en la zona. En la zona sur del país, también se posicionó altas presiones junto a una dorsal a nivel de 500 hPa (5.000 msnm), bloqueando la zona sur y austral, impidiendo el paso de sistemas frontales y por ende persistiendo el déficit de precipitación.

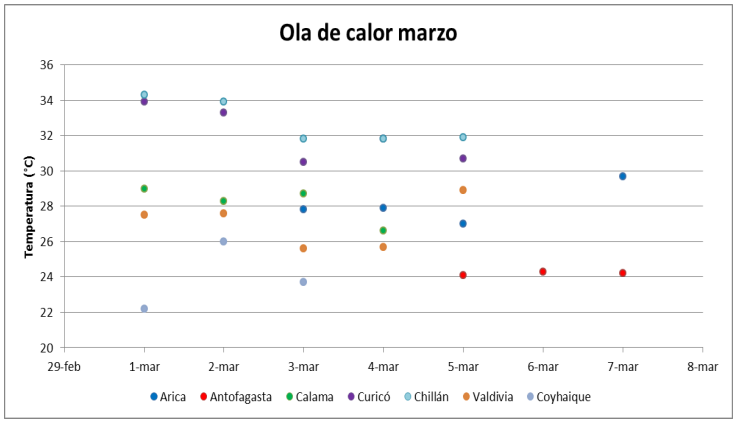



*Fig. 9. Valores máximos de temperatura en algunas ciudades de la zona norte y sur del país entre el día 1 a 7 de marzo de 2017, afectados por ola de calor.*

Las ciudades representadas en la Fig. 9 superaron el umbral de temperatura máxima (percentil 90) por tres o más días para el mes de marzo, es decir, Arica superó los 27ºC, Antofagasta los 24ºC, Curicó los 30ºC, Chillán 30ºC, Valdivia 25ºC y Coyhaique 22ºC.

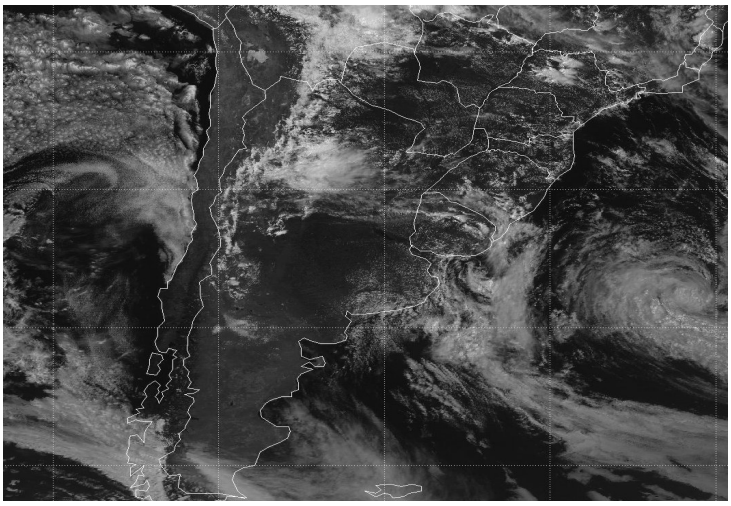


*Fig. 10. Imagen satelital de espectro visible del día 05 de marzo de 2016 a las 18 UTC (15:00 hora local). Fuente: CPTEC*

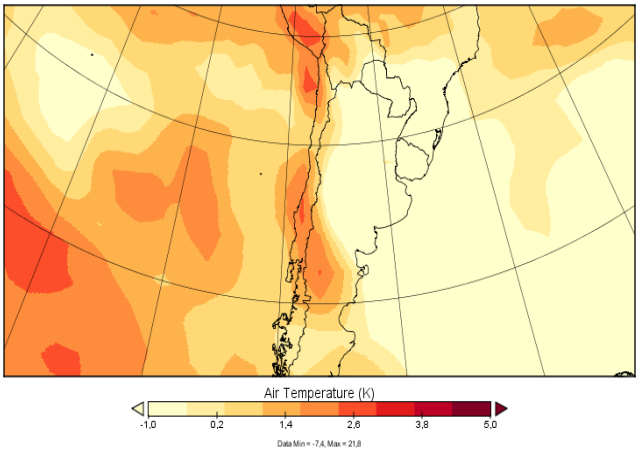



*Fig. 11. Anomalía de temperatura en superficie (ºK), entre los días 1 a 5 de marzo de 2016. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

## Sistema frontal afectó zona central del país

Durante los días 13 al 17 de abril, un sistema frontal afectó la zona centro dejando importantes montos de precipitación.

Lo característico de este evento, es que se vio favorecido para que su trayectoria fuese dirigida hacia la zona central del país, específicamente entre la región de Valparaíso y la región del Maule, debido al persistente bloqueo en latitudes altas.

La concentración más importante de precipitación fue en Rancagua con 186.9 mm como total del evento, seguido de Tobalaba con 122.5 mm, y Curicó con 109.5 mm, valores muy por sobre sus promedios climatológicos (1981-2010).

| Ciudad | Día | Máximo de precipitación en 24 h (mm) |
|---|---|---|
| Rancagua | 15 | 73.2 |
| Tobalaba | 16 | 65.2 |
| Curicó | 15 | 51.6 |
| Quinta Normal | 16 | 50.0 |
| San Fernando | 14 | 41.4 |
| Santa Cruz | 15 | 39.6 |
| Viña del Mar | 16 | 35.6 |
| Rodelillo | 17 | 33.7 |

*Tabla n°4. Precipitación máxima en 24 h por ciudades.*

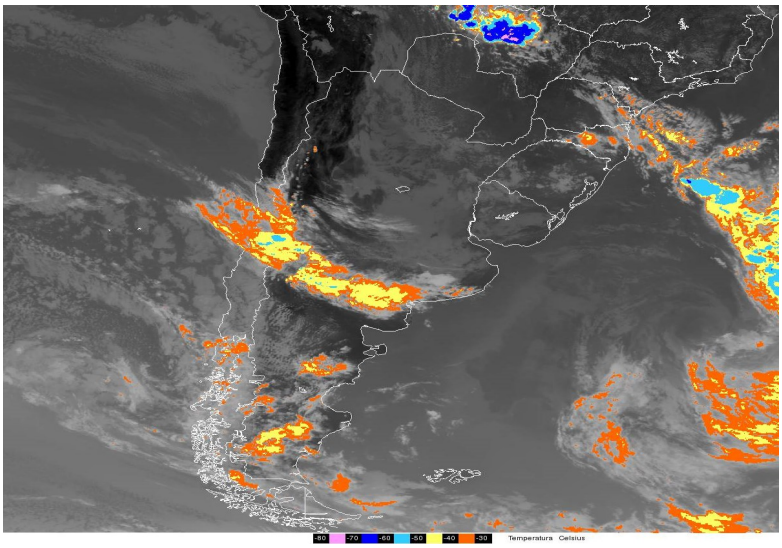



*Fig. 12. Imagen satelital de espectro infrarrojo, destacando los topes nubosos del día 14 de abril de 2016 a las 18 UTC (15:00 hora local). Fuente: CPTEC*

Este sistema frontal, se manifestó en superficie con bajas presiones, y en la tropósfera media (5.000 msnm) con anomalías negativas de geopotencial. A todo esto se le suma una corriente en chorro subtropical a nivel de 250 hPa (10.300 msnm), con un máximo de 160 km/h aproximadamente, fortaleciendo todo el sistema que afectó la zona central del país (Fig.13).

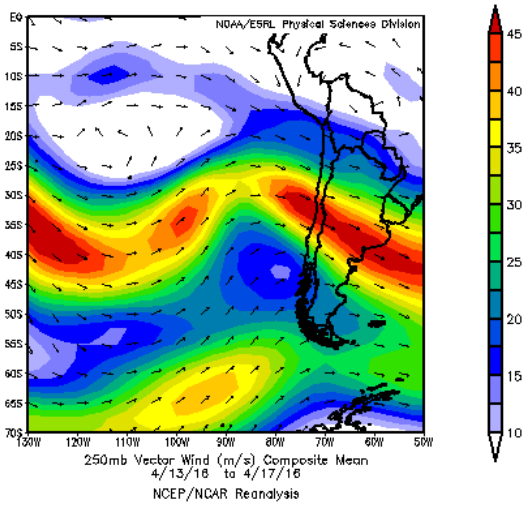



*Fig. 13. Viento medio (m/s) en 250 hPa, entre los días 13 al 17 de abril de 2016.*

*Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

# Escasez de precipitaciones en zona sur y austral del país

Desde inicios del año 2016, la zona sur y austral fue influenciada por altas presiones en superficie, al igual que en altura (tropósfera media), asociándose a un bloqueo atmosférico, impidiendo así el ingreso de sistemas frontales en toda la zona nombrada anteriormente (Fig. 14).

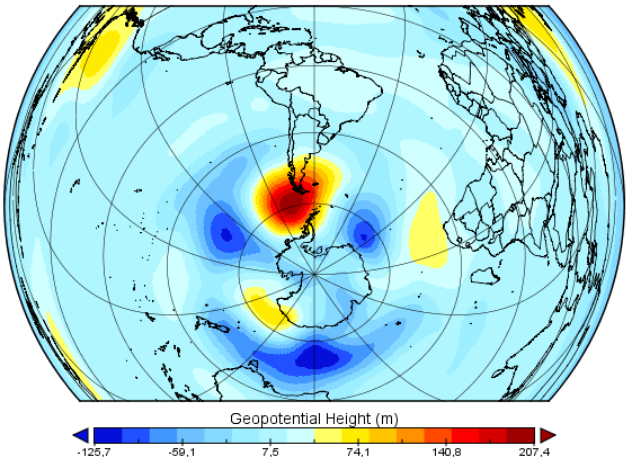



*Fig. 14. Anomalía de altura geopotencial (mgp) a nivel de 700 hPa, para el mes de mayo, 2016.*

*Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

Debido a este bloqueo, la cantidad de precipitación registrada durante este mes fue insuficiente en todo el país, generándose déficit mensuales significativos de precipitación.

Coyhaique fue la ciudad más afectada con un déficit que supera el 90%, seguida de Punta Arenas y Balmaceda con un déficit sobre el 80%.

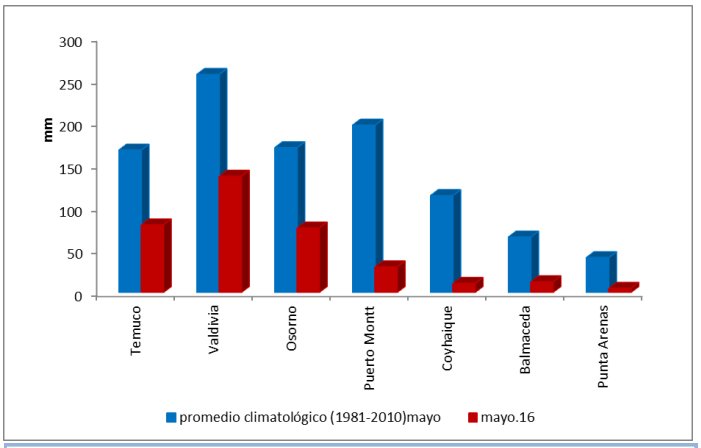



*Fig. 15. Precipitación mensual del mes de mayo 2016, comparada con el promedio climatológico para alguna de las ciudades de la zona sur y austral afectadas con déficit de precipitación.*

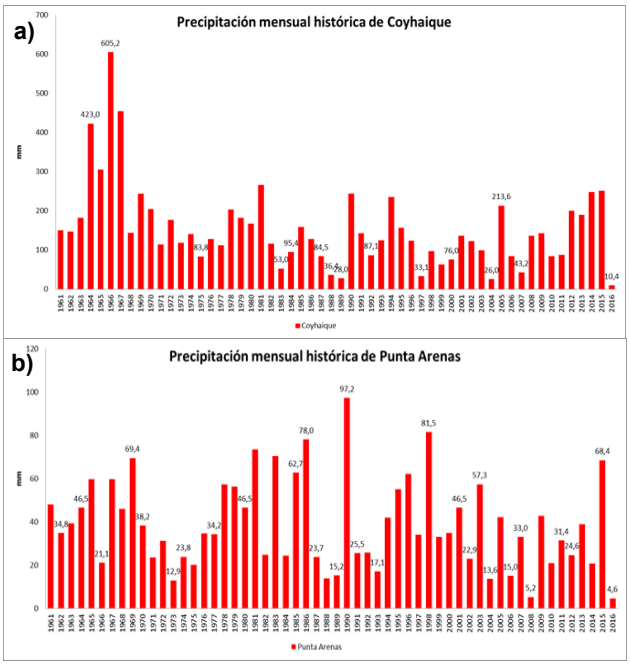



*Fig. 16. Precipitación mensual del mes de mayo de 1961 a 2016, para la ciudad de a) Coyhaique y b) Punta Arenas.*

En la Fig. 16 se observa claramente el déficit de precipitación para Coyhaique y Punta Arenas registrado en el último mes de mayo, con datos desde 1961.

## Baja Segregada afectó región de Antofagasta

Durante la madrugada del día 25 de junio de 2016, frente a las costas de la región de Antofagasta, se posiciona una Baja segregada, la cual dejó precipitaciones tipo lluvia entre Antofagasta y Taltal principalmente. Este evento registró un total de 4.4 mm en Antofagasta y 10.5 mm en Taltal. En la Fig. 17 a) se observa la anomalía negativa de geopotencial en 500 hPa, asociada a la Baja mencionada anteriormente. En b) se observa la precipitación total acumulada en el evento.

Generalmente, se asocian las precipitaciones del norte del país a Bajas segregadas (o núcleo frio en altura), esto debido a que los sistemas frontales son característicos de latitudes medias .

Desde 1950 solo han ocurrido 11 eventos de precipitación en Antofagasta, destacándose el año 1991 con 14.1 mm; 1975 con 10.2 mm y el 2016 con 4.4 mm, registrados en la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Andrés Sabella, Antofagasta.

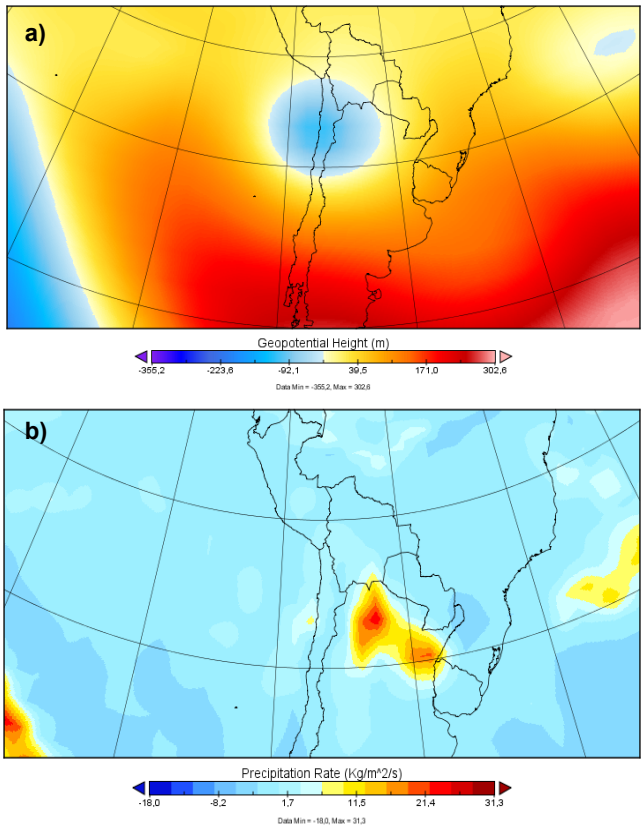



*Fig. 17. a) Anomalía geopotencial a nivel de la tropósfera media (500 hPa) entre los días 25 y 26 de junio. b) Precipitación acumulada durante el día 25 de junio de 2016.*

*Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

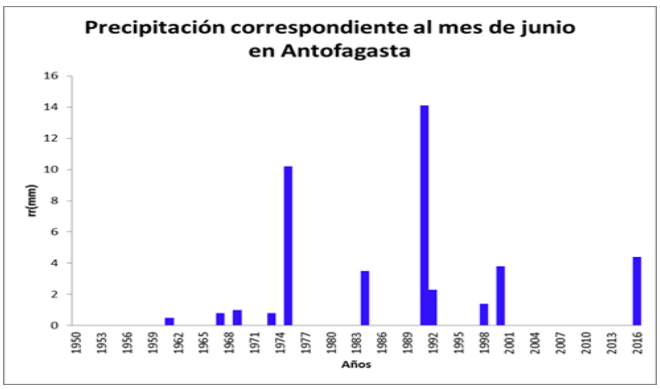



*Fig. 18. Eventos de precipitación (mm) en Antofagasta desde 1950 hasta la fecha durante el mes de junio.*

NOTA: Por convención de la OMM, la precipitación registrada desde las 12 UTC del día 24 hasta las 12 UTC del día 25, corresponde la precipitación del día anterior.

En este caso, la precipitación se registró en la madrugada del día 25 de junio, sin embargo, climatológicamente queda registrada en el día 24 de junio.

## Tormenta de arena en zona norte del país

El día 8 de julio, se posicionó entre Arica y Antofagasta, la parte delantera de una vaguada de onda corta en 500 hPa, con energía suficiente para provocar nevazones intensas en cordillera y fuertes precipitaciones en la zona interior.

*Fig. 19. Imágenes del día 8 de julio por la mañana. a) Arica con polvo en toda la ciudad . b) Ruta entre Calama y San Pedro con intensas nevazones.*

*Fuente: Radio Cooperativa– Carabineros de Chile.*

Se destacó en este inusual evento, la zona costera de Arica, en donde el fenómeno se manifestó comenzando en las primeras horas de la mañana con llovizna, continuando a las 08:00 hora local con arena y polvo, con lo cual la visibilidad se vio reducida entre 200 y 6.000 metros durante todo el día. De manera similar, la ciudad de Iquique ( la cual alcanzó una temperatura máxima de 33.4ºC a las 11:25 h) se vio afectada con tormenta de arena intensa y ventisca de polvo hasta las 15:00 h, siendo lo mas significativo el viento de 70 km/h con ráfagas de 94 km/h entre las 08:00 y 09:00 h, las que generaron voladuras de techos, daños en vehículos y cortes eléctricos.

La ocurrencia de levantamiento de polvo y tormenta de arena, se originó por vientos de dirección Este, más intensos de lo normal, que se generaron en toda la zona, provocando traslado de arena desde el interior hacia la costa norte del país.

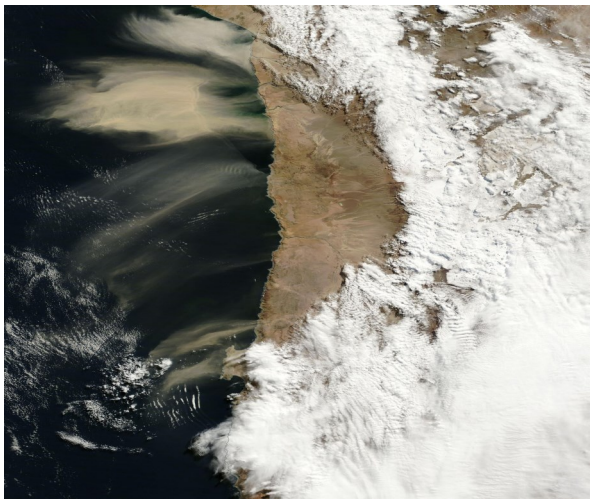


*Fig. 20. Imagen satelital MODIS del día 8 de julio 2016.*

*Fuente: NASA*

## Tromba Marina

Durante el día 15 de agosto ingresó un sistema frontal abarcando desde la región del Biobío hasta Aysén. Pasado este sistema, ingresó una zona de inestabilidad post-frontal destacada por la nubosidad cumuliforme (Fig. 21).

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.22). Cuando este fenómeno se produce en el mar, como fue el acontecido el día 17 de agosto en la localidad de Toltén, 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.

Como consecuencia de los fuertes vientos se registraron casas destruidas y caídas de árboles.

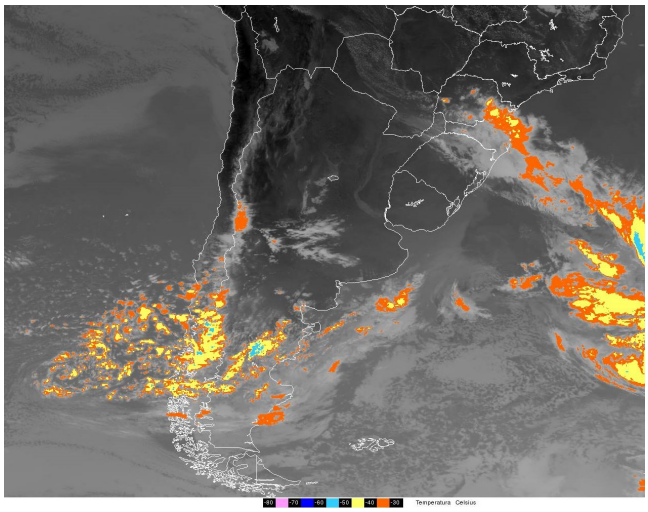


*Fig. 21. Imagen satelital de espectro infrarrojo, destacando los topes nubosos del día 17 de agosto de 2016 a las 18 UTC (15:00 hora local).*

*Fuente: CPTEC*

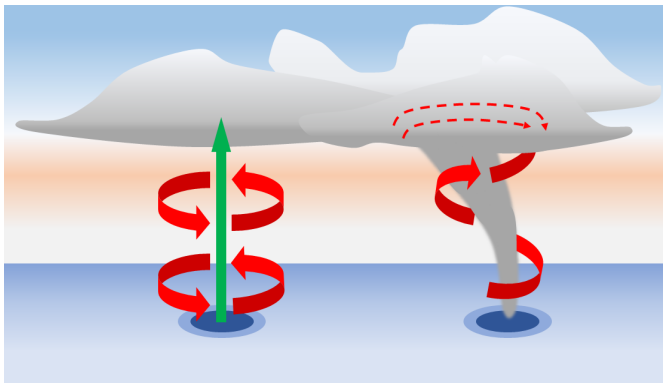


*Fig. 22. Esquema de formación de una tromba marina.*

*Fig. 23. Consecuencias de la tromba marina que afectó la comuna de Toltén.*

## Temperaturas máximas extremas

Entre los días 18 a 20 de septiembre se registraron temperaturas sobre los valores normales correspondientes a la fecha en parte de la zona norte y zona central del país, sobrepasando el percentil 90 del mes, obtenido de los valores máximos absolutos diarios entre 1981 - 2010. Esta condición de temperatura máxima se denomina "evento extremo de temperatura máxima", debido a que las olas de calor solo se registran entre noviembre a marzo del siguiente año.

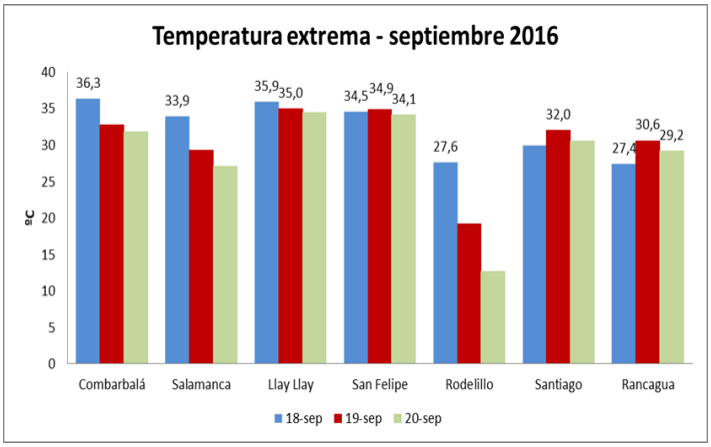



*Fig. 24. Temperaturas extremas registradas entre los días 18 a 20 de septiembre de 2016.*

La condición sinóptica presente en toda la zona para que ocurriesen estas temperaturas fue de circulación anticiclónica en superficie al igual que la tropósfera media, junto a cielos despejados debido al viento del Este en superficie, proveniente desde la cordillera de Los Andes, el cual por procesos físicos adquiere mayor temperatura, destacada en la Fig.24. Esta condición comúnmente ocurre el día antes del ingreso de la vaguada costera en superficie, la cual tiene una dirección de norte a sur, evidenciándose su ingreso en las estaciones meteorológicas ubicadas en la zona costera, como es el caso de Rodelillo, donde el día 18 mostró una temperatura extrema y el día 19 se destaca la disminución de la temperatura debido al ingreso de los estratos costeros. Sin embargo, las estaciones ubicadas en la zona interior aún mantiene las altas temperaturas, debido a que no se ven tan afectadas, en este caso, por la nubosidad de la vaguada costera.

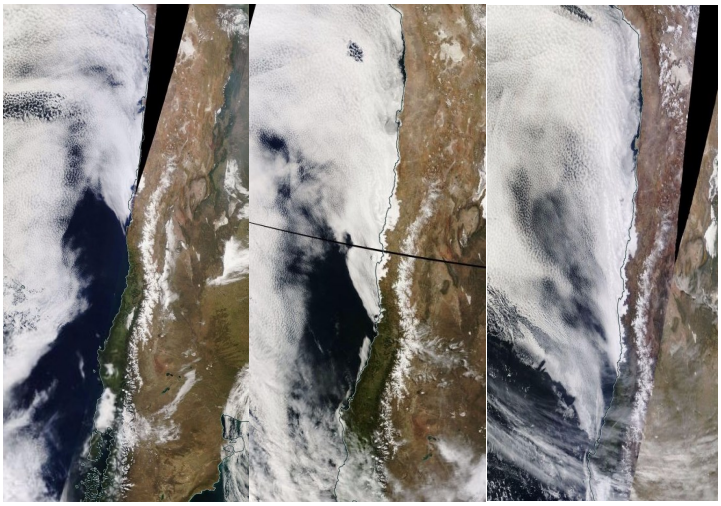


*Fig. 25. Imagen satelital MODIS, del día 18, 19, 20 de septiembre de 2016, destacando el avance de la nubosidad tipo estrato de la vaguada costera durante estos días.*

*Fuente : NASA*

## Intenso sistema frontal afectó zona central

Durante la mañana del día 15 y hasta el día 17 de octubre, ingresó a la zona central del país un sistema frontal (Fig.25), afectando desde La Serena hasta Los Ángeles, el cual generó intensos chubascos y tormenta eléctrica en algunas localidades de la Quinta región (Fig. 26).

Una de las consecuencias de esta tormenta eléctrica fue la caída de un rayo a una subestación del metro ubicada en Villa Alemana, provocando un incendio y corte eléctrico en el sistema de operación del metro.

La cantidad de agua caída total del evento en Santiago fue de 15.7 milímetros, siendo para un mes normal (1981-2010) de octubre es 12.9 milímetros. Asimismo, Curicó acumuló 41.7 milímetros y según la climatología (1981-2010) para octubre el total mensual de precipitación es de 26 milímetros, por lo que se presentó sobre lo normal para el mes.

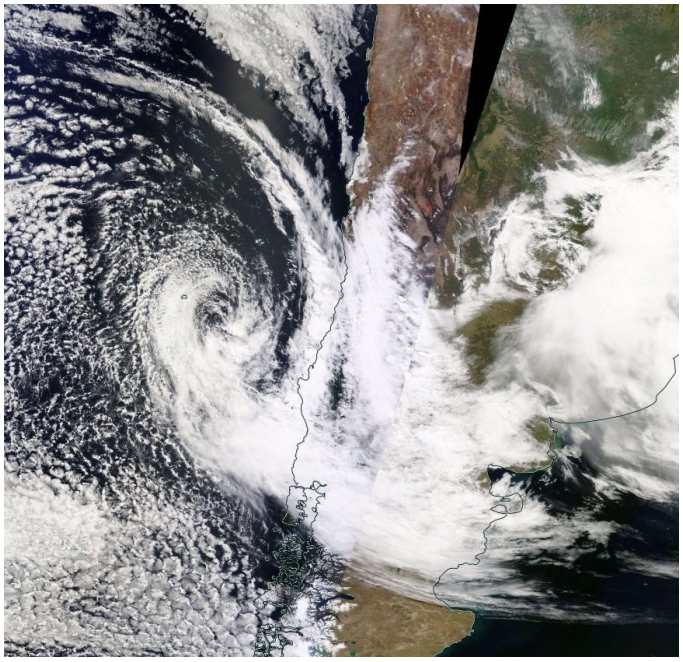


*Fig. 25. Imagen satelital MODIS, del día 15 de octubre de 2016, destacando el sistema frontal ingresando a la zona central del país.*

*Fuente : NASA*

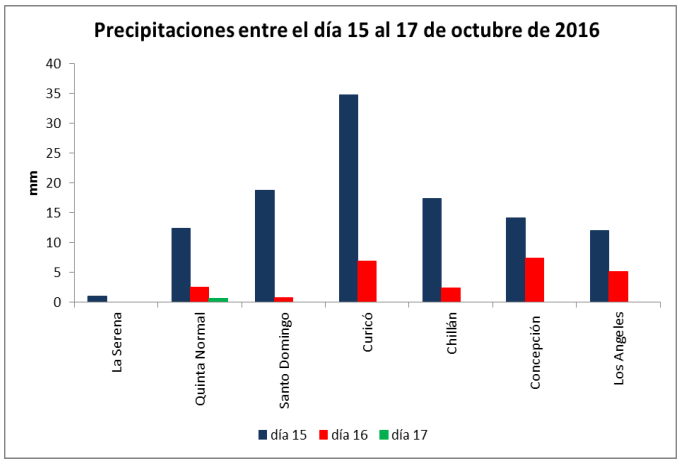



*Fig. 26. Precipitaciones entre el día 15 a 17 de octubre de 2016, en la zona central del país.*

## Temperaturas máximas extremas

Durante el mes de noviembre no hubo episodios de olas de calor, pero si eventos extremos de calor, el cual se determina con al menos un día en que la temperatura máxima observada supere el percentil 90 del mes, obtenido de los valores máximos absolutos diarios entre 1981-2010.

El primer evento ocurrió el día 17 de noviembre entre el valle de la región de Coquimbo hasta la región del Maule, sobrepasando el umbral climatológico, superando así el percentil 90 del mes, observándose una temperatura máxima extrema de 40.5°C en Llay-Llay (Fig.27. a).

El segundo evento ocurrió el día 29 de noviembre, afectando desde el valle de la región de Valparaíso hasta la región de Los Ríos, alcanzando incluso los 36.8°C en la ciudad de Los Ángeles (Fig.27.b).

La condición sinóptica en ambas situaciones, es de vaguada costera a nivel de superficie, y en altura una dorsal (5.000 msnm), la cual afecta con altas presiones la zonas nombradas en la Fig. 27.

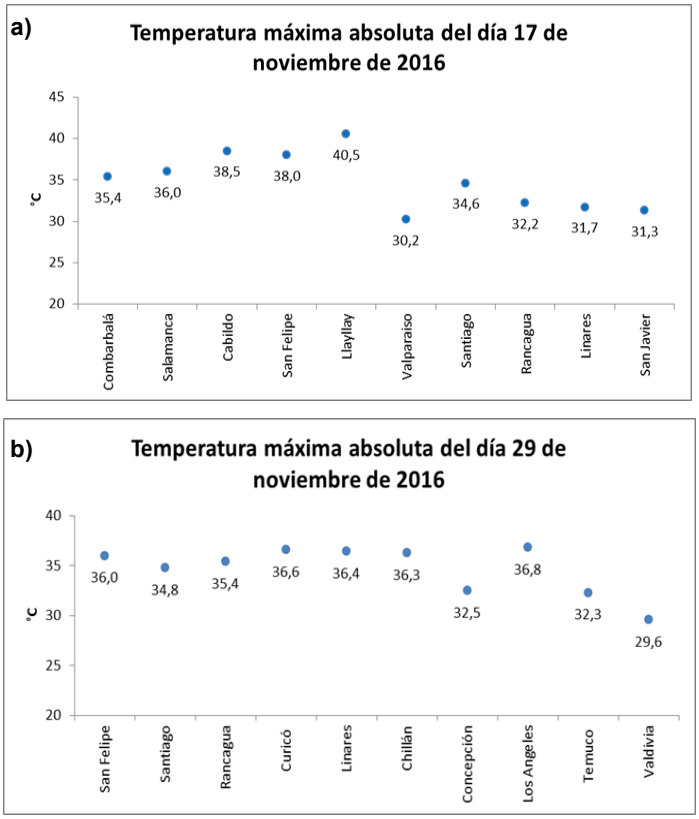



*Fig. 27. Eventos extremos de temperatura máxima (ºC). a) Para el día 17 de noviembre, y b) para el día 29 de noviembre de 2016.*

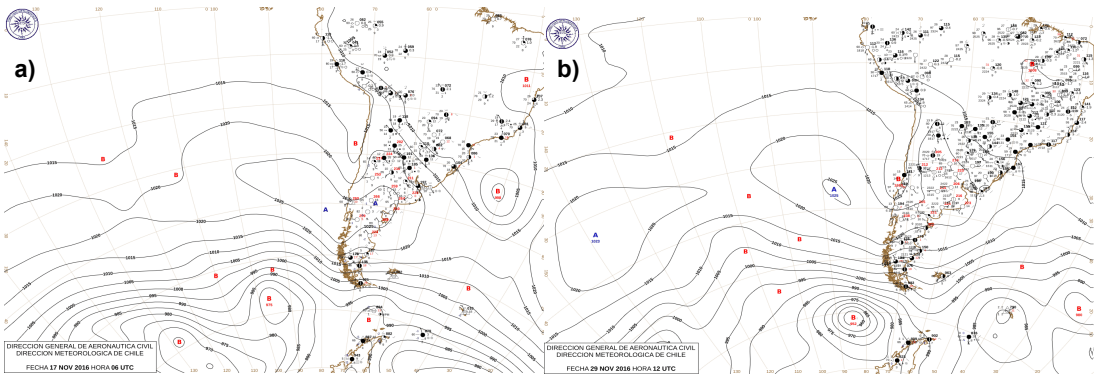



*Fig. 28. Carta sinóptica a) Para el día 17 de noviembre a las 06 UTC (03:00 hora local), y b) para el día 29 de noviembre de 2016 a las 12 UTC (09:00 hora local).*

# NOVIEMBRE 2016

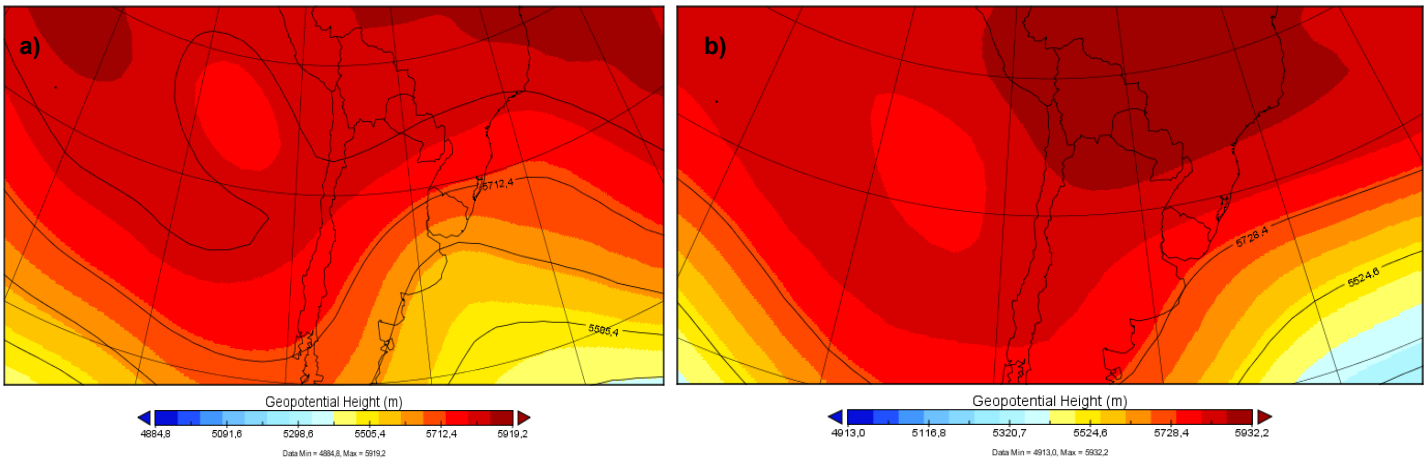



*Fig. 29. Carta de reanálisis de altura geopotencial en 500 hPa a) Para el día 17 de noviembre, y b) para el día 29 de noviembre de 2016, destacándose la incursión de la dorsal sobre las zonas afectadas por las temperaturas extremas. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

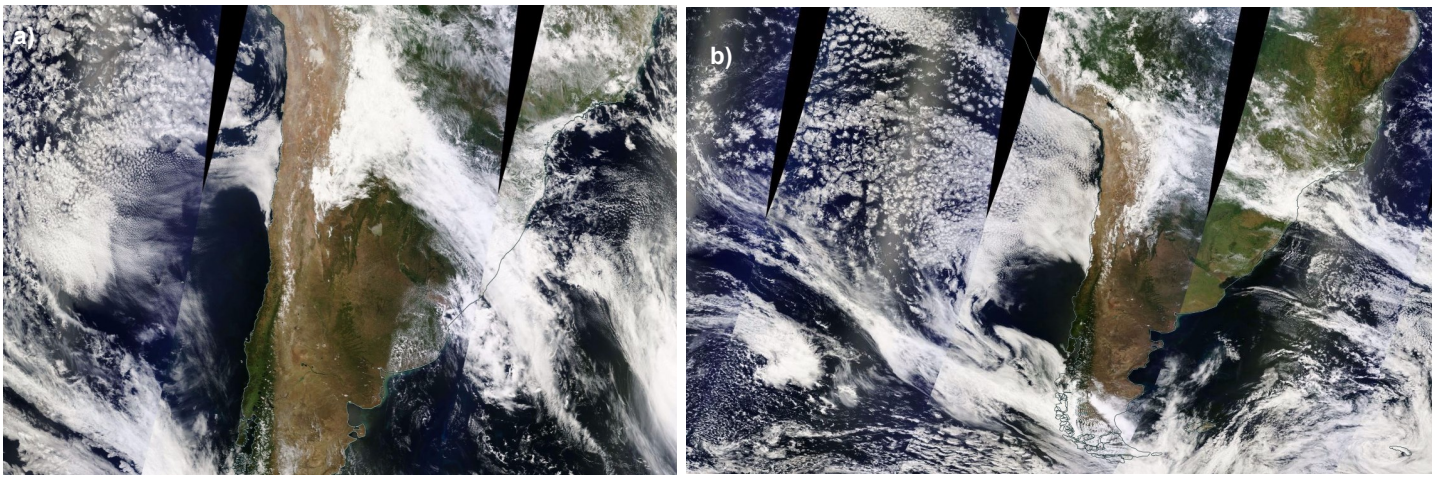



*Fig. 20. Imagen satelital, destacando la vaguada costera por la nubosidad nubosidad tipo estrato, junto a una zona de cielos despejados, la cual refleja la influencia de altas presiones afectando el registro de temperatura máxima a) Para el día 17 de noviembre, y b) para el día 29 de noviembre de 2016. Fuente : NASA*

## Baja segregada y sistema frontal afectan el país

Durante el mes de diciembre, el país se vio afectado por precipitaciones de distintas intensidades.

La primera de ella ocurrió durante la madrugada y mañana del día 9 de diciembre, entre La región de Coquimbo y la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, siendo estas precipitaciones generadas por una Baja segregada, provocando intensos chubascos, registrándose en la estación meteorológica de Quinta Normal 20.9 mm, alcanzando un total de 23.6 mm para este mes, representando más de un 100% de superávit (su precipitación normal para este mes es de 1.5 mm).

| Estación Meteorológica | Precipitación total (mm) Día 9 |
|---|---|
| La Serena | 0,6 |
| Combarbalá | 3,0 |
| Salamanca | 0,2 |
| Valparaíso | 2,9 |
| Cabildo | 3,6 |
| San Felipe | 23,2 |
| LLay - Llay | 11,6 |
| Santiago | 20,9 |
| Rancagua | 2,4 |

*Tabla n°5. Precipitación máxima en 24 h por ciudades.*

Esta Baja segregada se destaca a nivel medio de la tropósfera, con una caída en la altura geopotencial en 30 mgp, mientras que en superficie se mantiene altas presiones debido al anticiclón subtropical con un centro de 1027 hPa. Aunque a simple vista es difícil distinguir una Baja segregada, en las imágenes satelitales se destaca un centro de nubosidad (Fig. 21.a), el cual representa nubosidad media comúnmente generada en este tipo de configuración sinóptica (Fig.21.b).

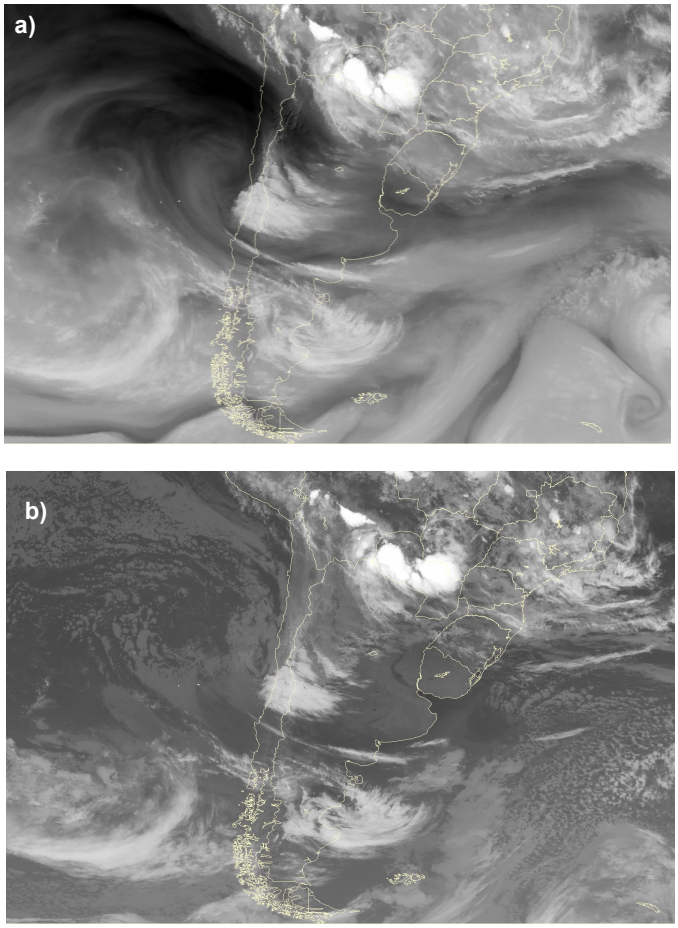



*Fig. 21. Imágenes satelitales del día 9 de diciembre de 2016 a las 06 UTC (03:00 hora local), a) Imagen satelital de vapor de agua , b) de espectro infrarrojo. Fuente : CPTEC.*

# DICIEMBRE 2016

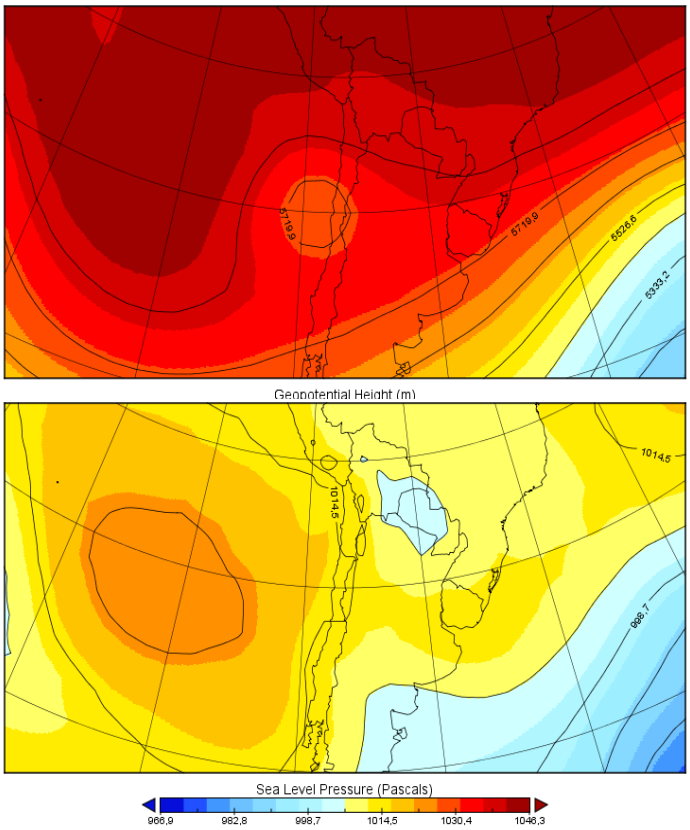



*Fig. 29. a) Carta de reanálisis de altura geopotencial en 500 hPa, y b) presión a nivel medio del mar, del día 9 de diciembre de 2016, destacándose la segregación de geopotencial en 500 hPa. Fuente: NCEP/NCAR, NOAA.*

| Ciudad | Precipitación total diciembre 2016 (mm) | Máximo absoluto diciembre (mm) |
|---|---|---|
| La Serena | 0.6 | 16.4 (1957) |
| Valparaíso | 15.3 | - |
| Santiago (Quinta Normal) | 23.6 | 28.8(1991) |
| Chillán | 26.4 | 96.2(1970) |
| Concepción | 32.4 | 135.4(1964) |
| Temuco | 83.3 | 158.5(1966) |
| Valdivia | 86.7 | 291.6(2012) |
| Osorno | 77.2 | 233.3(1991) |

*Tabla nº6. Precipitación total en diciembre de 2016, comparada con el máximo absoluto del mes.*

Un segundo evento importante de precipitación ocurrió entre los días 24 y 25 de diciembre, desde Valparaíso por el norte y hasta Osorno, región de Los Lagos, por el sur, destacándose en Osorno, un total de precipitación del evento de 41.4 mm y 30.1 mm en Temuco.

Esta vez la precipitación fue producto de un frente frio proveniente del sector suroeste del océano Pacífico, destacándose todas las zonas afectadas por terminar este mes con superávit de agua caída.

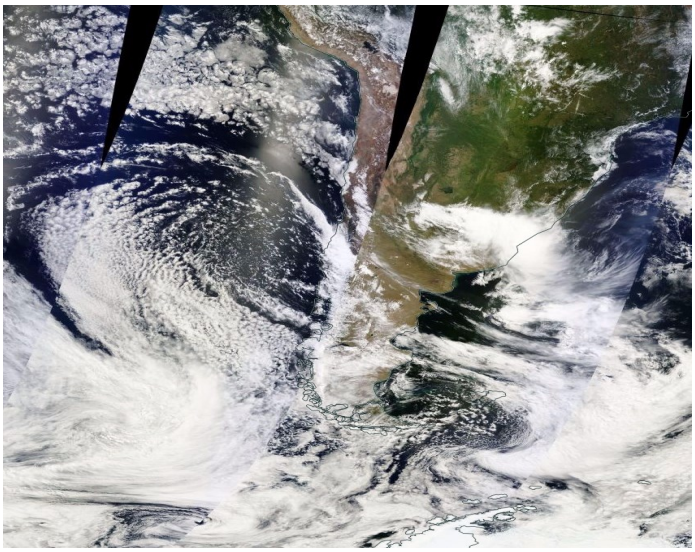


*Fig. 30. Imagen satelital del día 25 de diciembre de 2016, destacando la nubosidad perteneciente a frente frio afectando distintas ciudades. Fuente: NASA*

## Temperatura máxima extrema

Días después del primer evento de precipitación, se generó un día con temperatura máxima extrema, específicamente el día 14.

El día 14 de diciembre tuvo máximas absolutas en Llay – Llay con 39.8ºC y Santiago con 37.3ºC. La configuración sinóptica de este día fue en la tropósfera media de una dorsal junto a altas presiones y vaguada costera, a nivel de superficie, ubicada en la zona de La Serena. Esto provocó que al sur de la vaguada costera entre el nivel de superficie a 850 hPa, se generara viento del Este, lo que provoca un calentamiento en valles por el aumento de temperatura proveniente desde cordillera, esto debido a que el aire cuando desciende por las laderas de la cordillera va adquiriendo más temperatura por procesos físicos. Esta condición generó, igualmente, potenciar incendios forestales destacados en la imagen satelital en la región de O'Higgins.

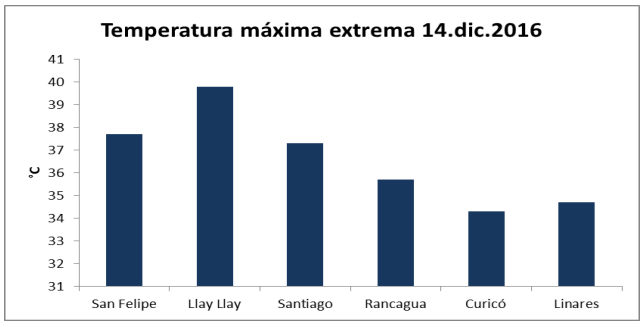



*Fig. 33. Temperaturas máximas extremas registradas el día 14 de diciembre en localidades de la zona central del país.*

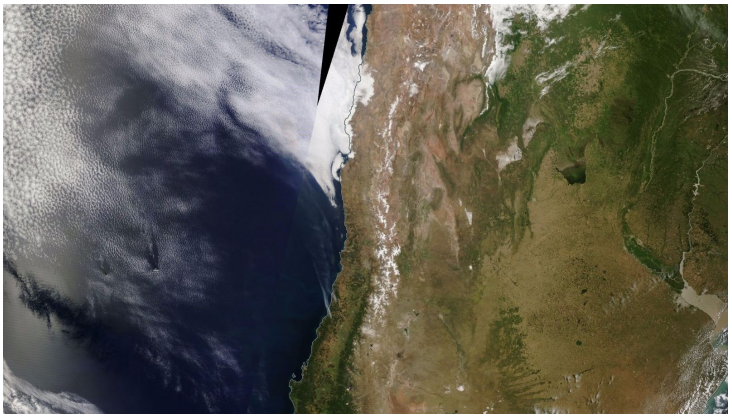


*Fig. 31. Imagen satelital del día 14 de diciembre de 2016, destacando la nubosidad perteneciente a vaguada costera, junto a los focos de incendio. Fuente: NASA*

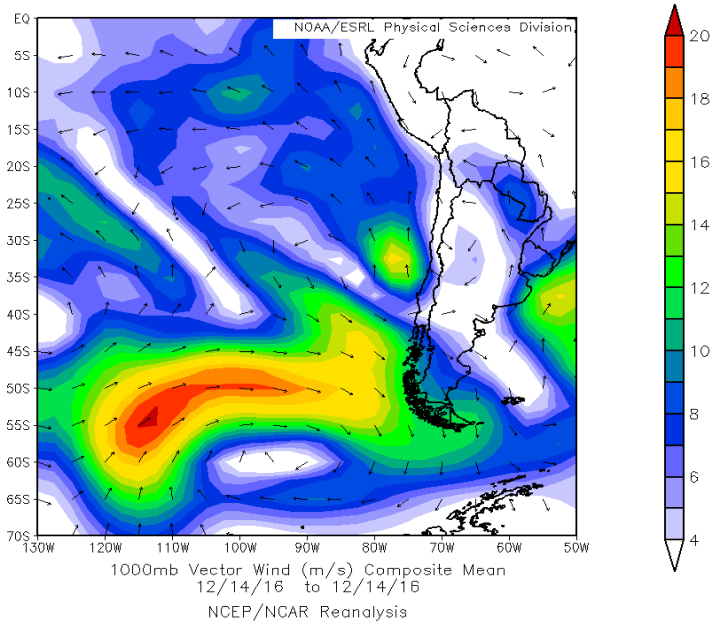



*Fig. 32. Reanálisis del día 14 de diciembre de 2016, destacando el vector viento en superficie, con componente Este desde la zona cordillerana. Fuente: NCEP/NCAR*

# 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:* 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 cuanto 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.

*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.

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

# GLOSARIO

*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 mas 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.