

Página 2

Una primavera lluviosa

Luego de un invierno que mantuvo la tendencia seca de los últimos años en la zona central, la primavera registró condiciones lluviosas y atípicamente tormentosas

Página 7

El Niño y sus efectos en el verano austral

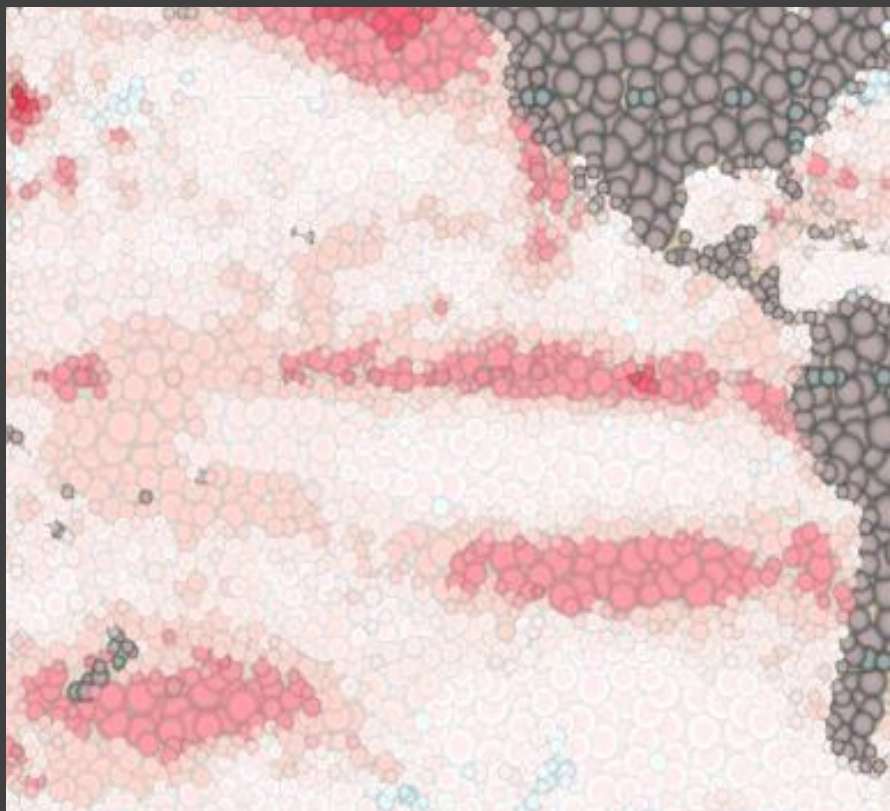
Si bien durante el invierno El Niño se asocia a más lluvias, el efecto es el opuesto durante la época de verano

Página 8

Pronóstico para este verano:
más cálido de lo normal y más seco en los extremos del país

Página 4

La Piscina cálida frente a Chile:
Por qué se produce y qué pasará con ella los próximos meses



Escrito por: José Vicencio /
Edición: Catalina Cortés y Diego Campos

N° 140

Boletín de Pronóstico Estacional
Emisión: 15 de Diciembre de 2018



@meteochoile_dmc



/meteochoiledmc



/meteochoile



blog.meteochoile.gob.cl

Una primavera lluviosa: Tormentas, granizos y más

El trimestre de septiembre-octubre-noviembre fue más lluvioso de lo normal desde la Región de O'Higgins hasta la Región de Magallanes, cambiando la tónica que se había presentado durante el invierno.

Tal como se ve en la figura 1, el índice de precipitación estandarizado (IPE o SPI) muestra condiciones ligeramente lluviosas en buena parte del centro y sur de Chile.

Las lluvias fueron más importantes en Septiembre y Noviembre. En algunas zonas del país, esto permitió aliviar el déficit de lluvias aunque se puede seguir observando que la sequía continúa.

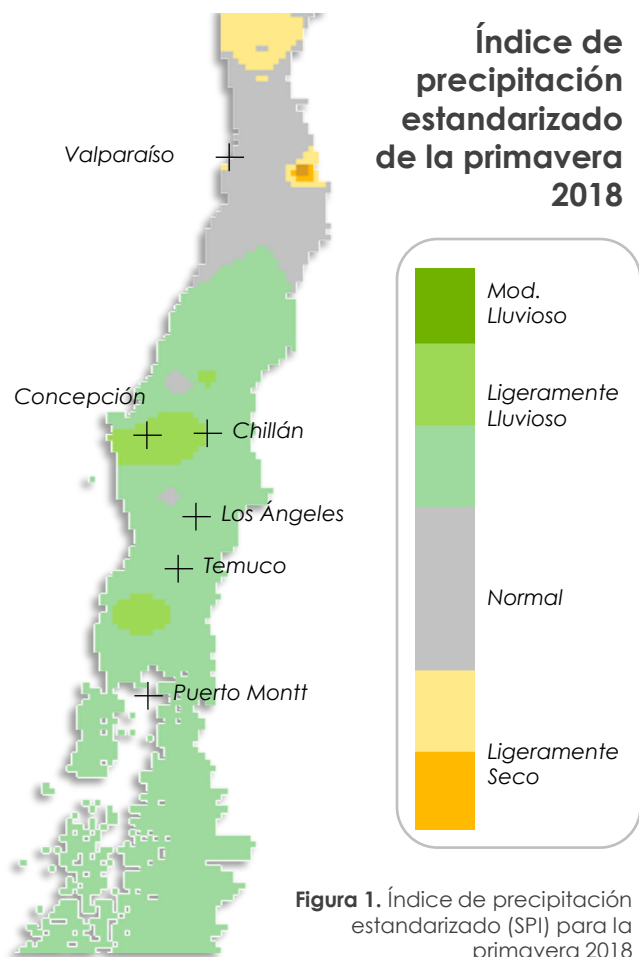


Figura 1. Índice de precipitación estandarizado (SPI) para la primavera 2018

Un pequeño respiro

En la mayor parte del centro-sur del país, el déficit de lluvia oscilaba en torno al 50%, tal como se ve en la figura 2.

Pero después de las precipitaciones acumuladas en la primavera, hubo algunas mejoras: En Curicó, pasaron de un déficit acumulado anual de 45% a un déficit de 37%, mientras que en la Región del Ñuble, Chillán mejoró bastante más, pasando de un 47% de déficit a fines del invierno a un 28% a mediados de noviembre.

En Santiago, por otro lado, el rango de precipitación de la primavera estuvo dentro de la normalidad, por lo que el déficit acumulado antes de la primavera no sufrió grandes cambios y a la fecha se bordea el 56% menos de lo normal.

Déficit de lluvia anual: Antes de la primavera (arriba) y después de la primavera (abajo)

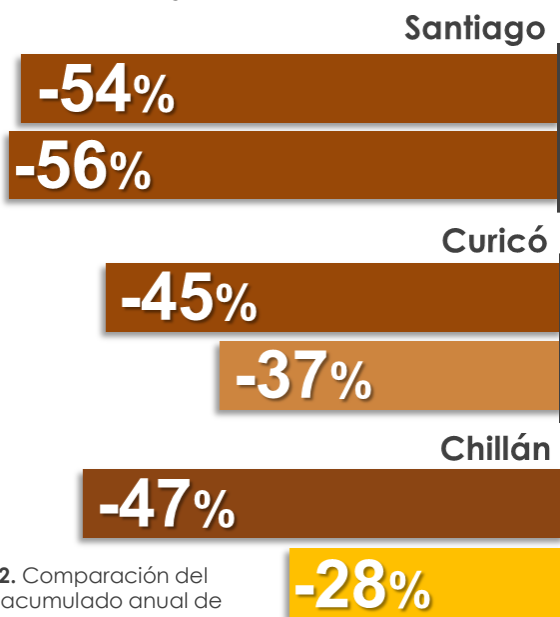


Figura 2. Comparación del déficit acumulado anual de precipitación entre antes de la primavera y después de la primavera

La circulación asociada

Durante la primavera, el patrón de circulación a lo largo del Océano Pacífico Sur cambió hacia una condición favorable para las lluvias en Chile Central y Sur, tal como se ve en la figura 3:

- ✓ Por un lado, el Pacífico Ecuatorial presentó anomalías cálidas de TSM. Si bien están asociadas al desarrollo del evento de El Niño, no constituyen uno propiamente tal.
- ✓ La persistente Baja de Bellingshausen (presente todo este año) estuvo más desplazada hacia el oeste, sobre el Mar de Ross. Por otro lado, hubo una extensión septentrional de una depresión anómala frente a las costas de Sudamérica, asociado a una mayor frecuencia de sistemas frontales desde 35°S hasta Magallanes.

✓ Asociado a este incremento de las tormentas, hubo un aumento de la cantidad de agua disponible para generar precipitación, asociado a ríos atmosféricos, desde el Pacífico Central hasta la costa de Chile.

En consecuencia, se produjeron notorias lluvias y también tormentas eléctricas, junto a granizos de importancia que afectaron al sector agrícola.

Esta configuración atmosférica no se había presentado con claridad durante el invierno, y su presencia en la primavera no implica que se presentará también durante el verano. El dinamismo que tiene la atmósfera provoca que estos patrones se transformen rápidamente. De ahí la importancia del seguimiento de oscilaciones de escala estacional e intraestacional.

Características más relevantes de la primavera 2018

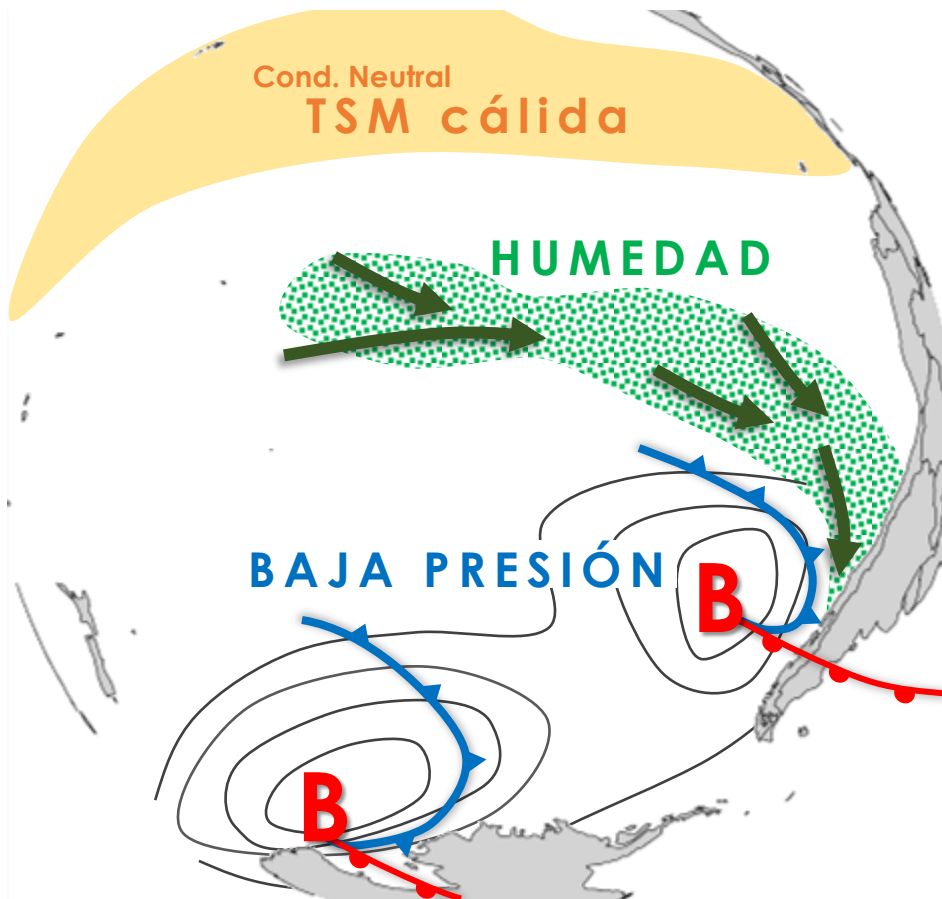


Figura 3. Algunas de las características de circulación y océano más importantes de la primavera, según datos del Reanálisis NCEP-NCAR para septiembre-octubre-noviembre de 2018. Referencia: 1981-2010.

El Niño: Todo el Pacífico Ecuatorial está más cálido de lo normal

Una de las mayores evidencias de que El Niño se aproxima a pasos agigantados es lo cálido que está la superficie del mar a lo largo del Ecuador.

En esta zona, existen varias regiones de monitoreo (que en la figura 4 están demarcadas en líneas negras) y para nuestros intereses, es la Región 3.4 la de mayor relevancia.

Como se puede apreciar, colores amarillos y naranjas predominan en esta zona, claro indicio del afloramiento de aguas más cálidas desde bajo la superficie del mar.

Las anomalías de TSM superan $+0.5^{\circ}\text{C}$ de manera generalizada a lo largo de las diferentes regiones de El Niño: solo como una muestra, los valores mensuales ya han superado este umbral por dos meses consecutivos (octubre y noviembre), indicativo de que este no es un calentamiento pasajero.

Además, NOAA define operacionalmente a los eventos de El Niño cuando estas anomalías se mantienen por más de 3 meses,

por lo que estamos ad portas de que esto ocurra con un mes de diciembre que muestra signos de condiciones aún más cálidas en el Pacífico Ecuatorial.

La piscina caliente frente a Chile

Una llamativa región de mayor calentamiento se aprecia en las últimas semanas frente a las costas de Chile Central, con anomalías semanales superiores a $+2^{\circ}\text{C}$ y demarcada en una caja gris en la figura 4.

El origen de estos calentamientos fuera de la región tropical podrían estar modulados principalmente porque en las últimas semanas, sobre esta región, han predominando cielos más despejados de lo usual. El calentamiento en la costa se podría explicar también por una menor surgencia de aguas frías.

La aparición de estas zonas anormalmente cálidas, favorecen la proliferación de algas nocivas (marea roja) particularmente en la zona sur y, por tanto, prende alarmas de preocupación.

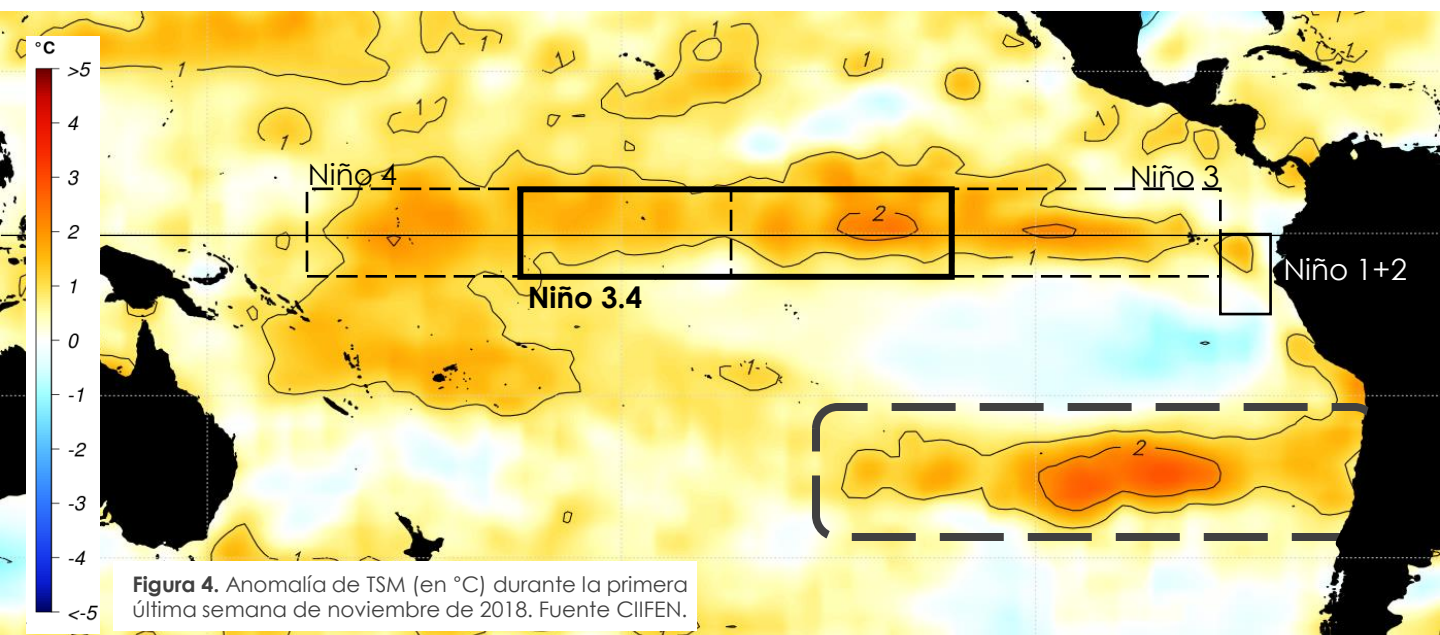


Figura 4. Anomalía de TSM (en $^{\circ}\text{C}$) durante la primera última semana de noviembre de 2018. Fuente CLIFEN.

Pronóstico de TSM para Diciembre de 2018

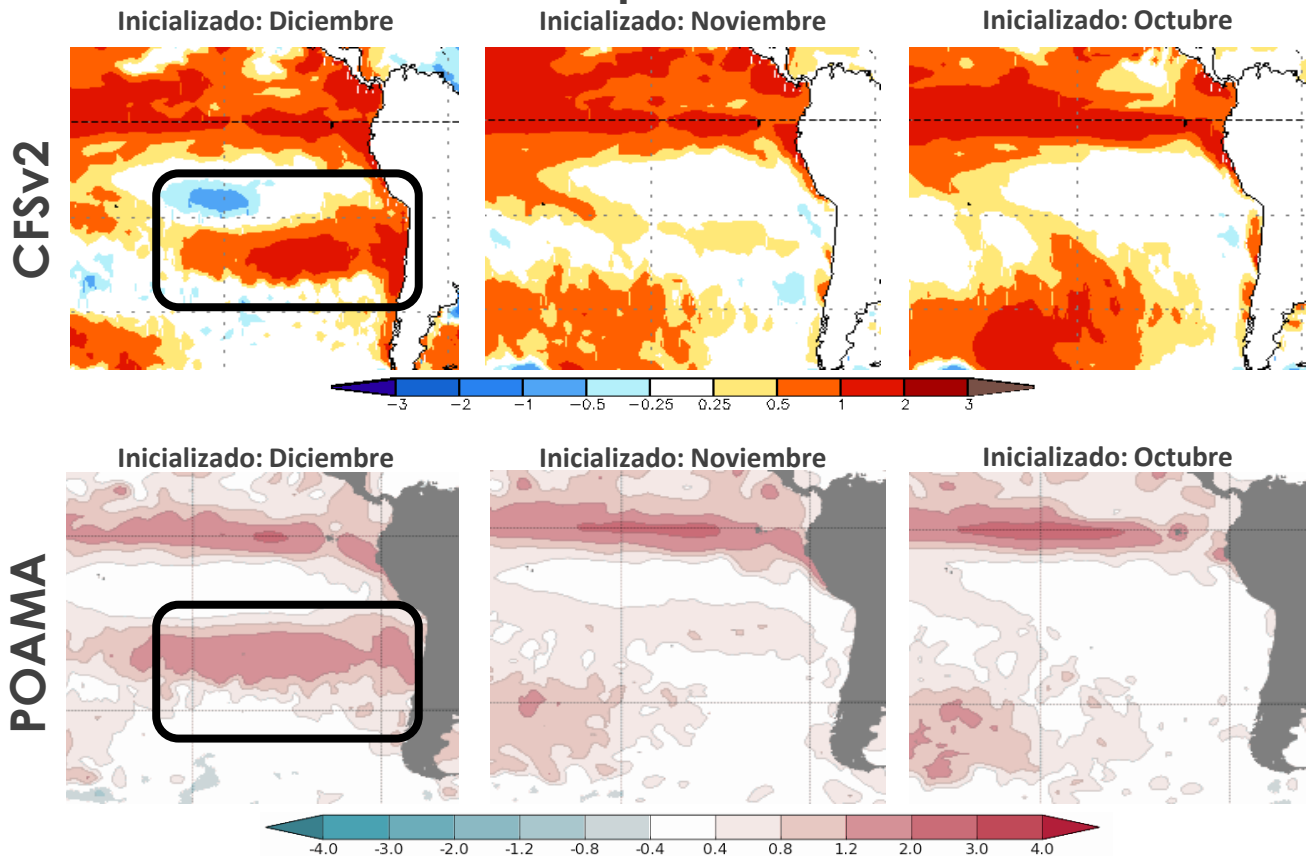


Figura 5. Pronóstico de las anomalías de TSM (en °C) para Diciembre de 2018, inicializado en diciembre (izquierda), noviembre (centro) y octubre (derecha), según los modelos de NOAA CFSv2 (arriba) y de BOM POAMA (abajo).

¿Se pueden predecir estos cambios?

Si bien usualmente estamos acostumbrados a que El Niño produzca un calentamiento de las aguas superficiales del mar, este efecto no siempre ocurre en latitudes medias, por lo que no se puede decir que siempre bajo condiciones El Niño las aguas superficiales frente a Chile se vuelven más cálidas.

Es interesante cómo en la Región Ecuatorial los modelos son excelentes pronosticando la TSM, y por tanto, nos permiten conocer el desarrollo de los eventos de El Niño con bastante certeza con varios meses de anticipación.

Lamentablemente, fuera del área tropical, los modelos no son tan buenos prediciendo la temperatura superficial del mar.

Una prueba de esto se ve en la figura 5. Dos modelos (CFSv2 y POAMA) fueron analizados respecto al pronóstico para Diciembre de 2018. Cuando el modelo es inicializado en Diciembre, pronostica para este mismo mes que la “poza cálida” se mantendrá todo el mes. Sin embargo, ambos modelos fueron incapaces de predecir el desarrollo de esta región anómala cálida con uno o dos meses de anticipación.

Este es un ejemplo de cómo el pronóstico de las anomalías de TSM fuera del trópico continúa siendo un gran desafío para los modelos de pronóstico. Las mejoras que se produzcan en el futuro influirán directamente en una mejora en los pronósticos estacionales, debido a la importancia que poseen estos cambios tan abruptos de nuestro océano cercano.

Anomalías semanales de TSM – Niño 3.4

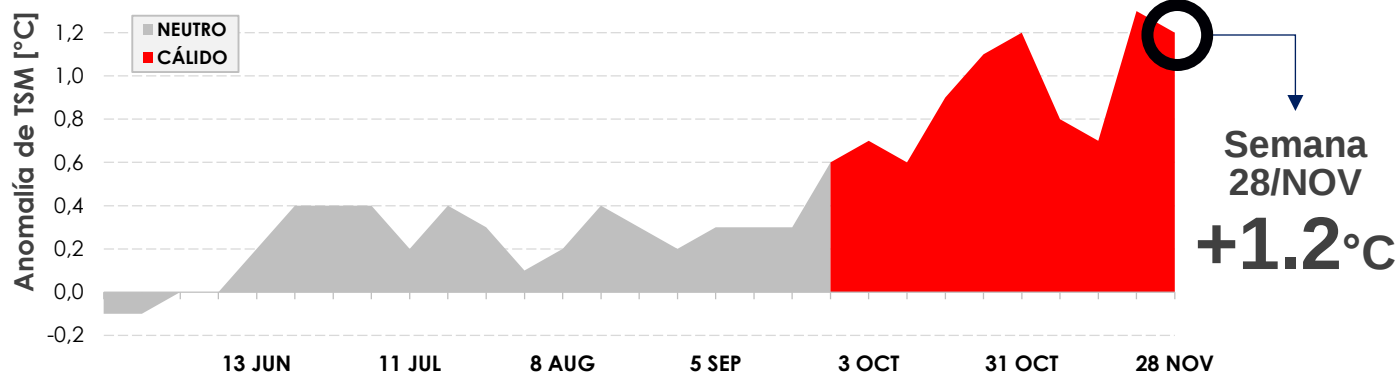


Figura 6. Anomalías semanales de TSM (°C) en la Región Niño 3.4

La atmósfera reacciona lentamente al evento de El Niño (por ahora)

En las últimas semanas seguimos con anomalías de TSM importantes: superamos $+1^{\circ}\text{C}$ de anomalía y si bien hay variaciones importantes entre un periodo y otro, en general la tendencia al alza se mantiene, tal como se ve en el periodo cálido (color rojo) de la figura 6.

Estas condiciones más cálidas nos interesan puesto que pueden producir un exceso de tormentas alrededor del Pacífico Central. Estas tormentas, a la larga, perturban la atmósfera del Hemisferio Norte y Sur,

produciendo cambios en el tiempo atmosférico.

Para saber si esta retroalimentación está sucediendo, los meteorólogos tenemos varios índices que nos ayudan a determinar si ha habido un cambio hacia más tormentas en el Pacífico Central.

Uno de estos indicadores es el de anomalías de onda larga saliente (OLR en inglés) y está graficado en forma de valores positivos y negativos en la figura 7. Los colores amarillos, que indican anomalías positivas de OLR, están asociado a menos tormentas de lo normal. El color azul, a más tormentas.

Nubosidad alrededor de la línea de cambio de fecha (180°W)

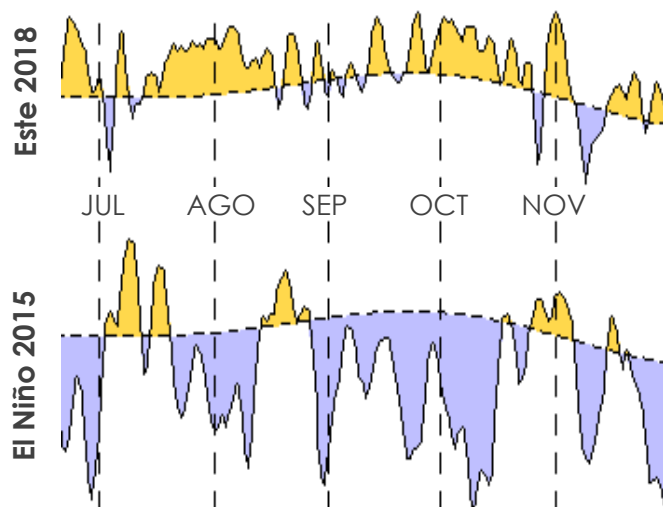


Figura 7. Anomalías de OLR (W/m^2) alrededor de la línea de cambio de fecha, según índice de [POAMA – BOM](#).

En un evento de El Niño esperamos que se produzcan más tormentas debido al incremento en la TSM. Tal como se puede ver en la figura 7 inferior, el evento de El Niño 2015 generó constantemente periodos de gran cantidad de tormentas anómalas en el Pacífico Central.

Este 2018, todavía no se produce de manera generalizada un incremento de las tormentas. Por ahora, la atmósfera sigue resistiéndose a reaccionar como lo haría en un evento de El Niño... aunque esto es solo cuestión de tiempo.

Un Niño de verano: Cambio en la relación con las lluvias en el Sur de Chile

Desde que estamos en el colegio, nos han enseñado que El Niño está asociado a lluvias, tormentas e incluso inundaciones.

Aunque los efectos dependen de varios factores, incluida la intensidad del evento, también hay que poner atención en la época del año en que se presenta este fenómeno.

En pleno invierno, la zona central tiende a ser más lluviosa de lo normal bajo los efectos de El Niño. Este efecto se extiende hacia la zona sur e incluso la región austral durante la primavera. Esto se puede apreciar en la figura 8 en los colores rojos del trimestre OND y que se extiende hasta el trimestre NDE. Una correlación directa implica que cuando se produce un calentamiento en la Región 3.4 (es decir, El Niño), aumentan las lluvias desde Valparaíso hasta Punta Arenas.

Pero hacia el verano, esto se revierte: Las precipitaciones estivales entre la Región del Biobío y la Región de Aysén tienden a estar correlacionadas inversamente hacia los trimestres de verano. En la figura 8, se aprecian colores celestes y azules hacia los trimestres DEF y EFM desde Biobío hasta Aysén, más o menos.

Es decir, **los eventos de El Niño tienden a producir condiciones más secas** de lo usual en todo este tramo.

Ahora bien, es importante mencionar que las correlaciones, para el trimestre DEF, son más

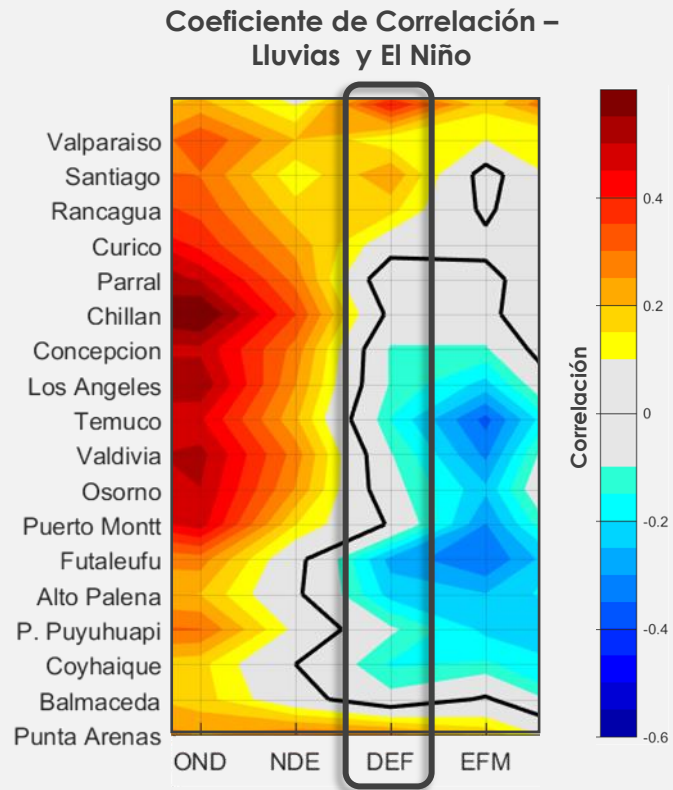


Figura 8. Correlación entre la precipitación trimestral y el índice El Niño 3.4, para diferentes estaciones a lo largo del país para el período 1981-2015. Colores azules representan una correlación indirecta y colores rojos es correlación directa.

débiles y cercanas a 0, lo que nos pone una complicación: El Niño modula muy poco las lluvias del trimestre DEF.

Esto implica que El Niño por si solo, produce tanto condiciones secas como lluviosas. Hacia el trimestre EFM, la correlación inversa se vuelve más importante y es posible establecer que condiciones El Niño, tienden a secar buena parte de la zona sur de Chile.

No todo es El Niño

Para el trimestre DEF, es evidente que El Niño es menos preponderante en las lluvias de Chile comparado con otros trimestres. Si bien nos da una idea general del contexto del Pacífico, su presencia no es concluyente para el pronóstico. Debido a esto es que estamos considerando los efectos de otras regiones del Océano Pacífico para pronosticar las lluvias y temperaturas de los próximos tres meses, de tal forma de superar esta barrera.

Pronóstico: Un verano con tendencia seca

Luego de una primavera lluviosa, el verano 2018/2019 se acerca con un cambio: predominará una tendencia más seca de lo normal.

Esto no significa ausencia de lluvias, puesto que igual se considera un rango normal a bajo lo normal entre la Región del Maule y la Región de Los Lagos.

En cuanto a montos, esto implica que el total esperado para Curicó será menos de 9 mm, mientras que en Chillán esperamos menos de 61 mm y en Concepción menos de 68 mm.

Notar que en el mapa, la condición de Estación Seca/Sin pronóstico se extiende entre las Regiones de Coquimbo y O'Higgins. Esto se debe a que durante esta época del año las precipitaciones son tan escasas que los rangos normales bordean entre 0 y 1 mm, lo que imposibilita realizar un pronóstico estadístico.

Las únicas zonas con pronóstico, dentro de este tramo, corresponden al área cordillerana: esperamos en Lagunitas menos de 35 mm en total y en el Embalse el Yeso, menos de 16 mm.

Altiplano: Menos precipitaciones de lo normal

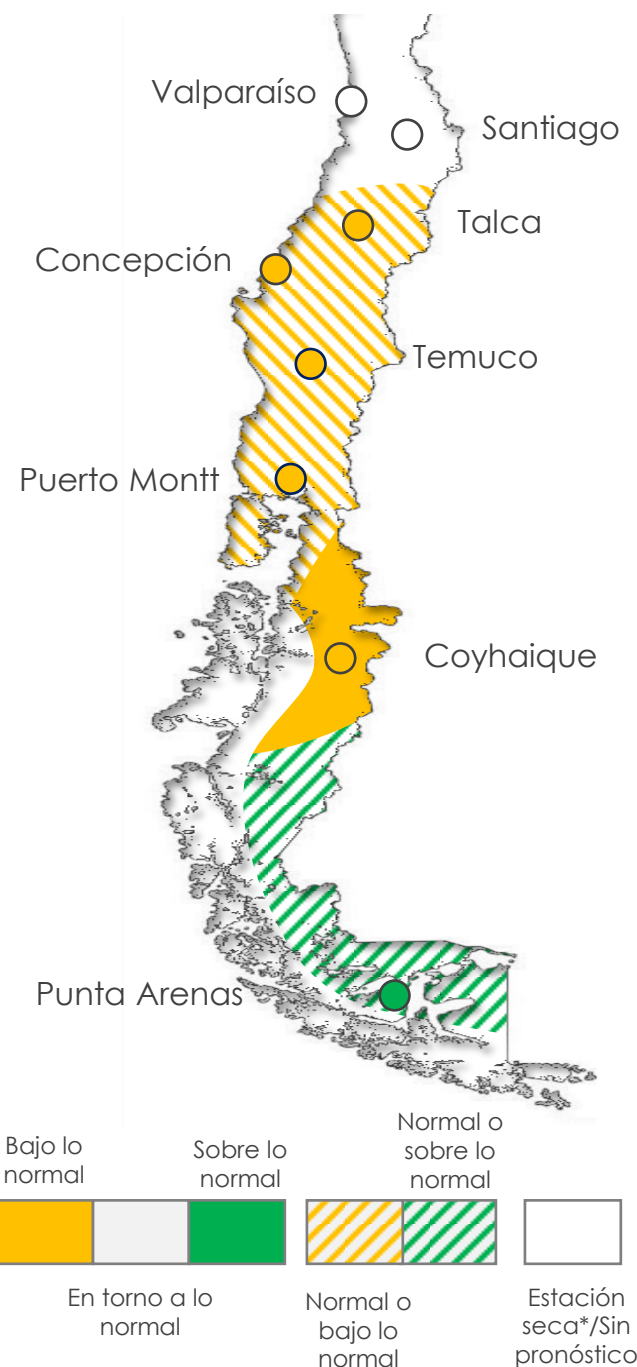
Las alturas del Norte Grande perciben montos de precipitación importantes en verano, asociado a la actividad convectiva de verano y la clásica alta de Bolivia sobre la zona.

¿Qué se espera? Las tormentas se verán disminuidas en el Altiplano, con montos totales que serán inferiores a 148 mm en Visviri y a 78 mm en Putre.

Aysén y Magallanes: Los polos opuestos

Mientras en la Región de Aysén esperamos

Pronóstico de Precipitación para DEF 2018/2019



condiciones más secas de lo normal, con menos de 125 mm en Coyhaique, en Punta Arenas y alrededores tendremos una situación normal a sobre lo normal, con montos esperados superiores a 93 mm.

Pronóstico Estacional de la Precipitación Acumulada

Cómo interpretar esta tabla

En la tabla se puede apreciar el pronóstico estacional para cada ciudad del país. Inmediatamente al lado derecho, se presenta el rango normal o climatológico de precipitaciones del trimestre.

Este rango normal se calcula para el periodo 1981-2010 de las sumas trimestrales de precipitación, extrayendo los percentiles 33 y 66 como límites del rango normal.

Categorías de pronóstico trimestral

Tomando el ejemplo de la ciudad de **Valdivia**, a continuación se muestran las diferentes interpretaciones para los posibles pronósticos.

Condición bajo lo normal: Esto implica que la lluvia acumulada en el trimestre debería estar bajo el percentil 33 del rango normal, es decir, montos inferiores a 97 mm para la capital de Los Ríos.

Condición normal: La precipitación total del trimestre estará dentro del rango normal de Valdivia, es decir, entre 97 y 171 mm durante el trimestre

Condición sobre lo normal: Una condición más lluviosa de lo usual implica que las lluvias superarán el percentil 66 del rango normal, es decir, superiores a 171 mm.

Condición mixta – Bajo lo Normal/Normal: Significa que es altamente probable que cualquiera de las dos categorías se presenten. Para Valdivia, esto significa que las lluvias acumuladas oscilarán entre el rango bajo lo normal (menos de 97 mm) o en el rango normal (entre 97 y 171 mm).

Estación	Categoría Pronosticada DEF 18/19	Rango Normal
Visviri	Bajo lo Normal	148 -197
Putre	Bajo lo Normal	78 -171
Copiapó	Estación Seca	0 -0
La Serena	Estación Seca	0 -0
La SerenaDGA	Estación Seca	0 -0
Rivadavia	Estación Seca	0 -0
Vicuña	Estación Seca	0 -0
Ovalle	Estación Seca	0 -0
La Paloma	Estación Seca	0 -0
Cogotí	Estación Seca	0 -0
Combarbalá	Estación Seca	0 -0
Huintil	Estación Seca	0 -0
Salamanca	Estación Seca	0 -0
Coiron	Estación Seca	0 -0
La Ligua_Esval	Estación Seca	0 -0
San Felipe	Estación Seca	0 -0
Vicuya	Estación Seca	0 -5
Llay Llay	Estación Seca	0 -1
Rodelillo	Estación Seca	0 -3
Valparaíso	Estación Seca	0 -1
Lagunitas	Bajo lo Normal/ Normal	20 -35
Pudahuel	Estación Seca	0 -0
Santiago	Estación Seca	0 -2
Tobalaba	Estación Seca	0 -2
Sto. Domingo	Estación Seca	0 -1
Emb. El Yeso	Bajo lo Normal/ Normal	7 -16
Rancagua	Estación Seca	0 -2
Sn. FdoDGA	Estación Seca	0 -4
Sn. Fernando	Estación Seca	0 -2
Conv. Viejo	Estación Seca	1 -6
Curicó	Bajo lo Normal/ Normal	3 -9
CuricóDGA	Bajo lo Normal/ Normal	2 -8
Linares	Bajo lo Normal/ Normal	15 -25
Colorado	Bajo lo Normal/ Normal	11 -38
Parral	Bajo lo Normal/ Normal	19 -38
Digua	Bajo lo Normal/ Normal	32 -61
Chillán	Bajo lo Normal/ Normal	26 -61
Bulnes	Bajo lo Normal/ Normal	20 -39
Concepción	Bajo lo Normal/ Normal	24 -68
Los Angeles	Bajo lo Normal/ Normal	32 -72
Cañete	Bajo lo Normal/ Normal	58 -94
Angol	Bajo lo Normal/ Normal	26 -52
TemucoDGA	Bajo lo Normal/ Normal	91 -126
Temuco	Bajo lo Normal/ Normal	94 -126
Valdivia	Bajo lo Normal/ Normal	97 -171
Osorno	Bajo lo Normal/ Normal	94 -158
Pto. Montt	Bajo lo Normal/ Normal	210 -277
Coyhaique	Bajo lo Normal	125 -162
Balmaceda	Bajo lo Normal	58 -83
Pta. Arenas	Normal/ Sobre lo Normal	93 -117

Agradecemos a las instituciones que mensualmente nos entregan información para realizar este pronóstico: Dirección General de Aguas (DGA), Servicio Meteorológico de La Armada (SERVIMET), ESVAL S.A. y a la Minera CODELCO-CHILE ANDINA.



Pronóstico Estacional de la Temperatura Máxima

Estación	Categoría Pronosticada DEF18/19	Rango Normal (°C)
Arica	Sobre lo Normal	25.1 -25.5
Iquique	Sobre lo Normal	24.5 -25.5
Calama	Sobre lo Normal	24.2 -24.7
Antofagasta	Sobre lo Normal	23 -23.3
Copiapó	Sobre lo Normal	30.3 -30.5
La Serena	Normal/Sobre lo Normal	20.6 -21.2
Valparaíso	Normal/Sobre lo Normal	20.2 -20.7
Pudahuel	Sobre lo Normal	29 -29.5
Santiago	Sobre lo Normal	29.3 -29.6
Curicó	Sobre lo Normal	28.7 -29.1
Chillán	Sobre lo Normal	27.8 -28.6
Concepción	Normal/Sobre lo Normal	22 -22.4
Temuco	Sobre lo Normal	23.4 -24.2
Valdivia	Normal/Sobre lo Normal	22.3 -23.4
Osorno	Normal/Sobre lo Normal	21.5 -22.6
Puerto Montt	Normal/Sobre lo Normal	19 -19.7
Coyhaique	Normal/Sobre lo Normal	18.3 -19.8
Balmaceda	Normal/Sobre lo Normal	17.3 -18.5
Punta Arenas	Normal/Bajo lo Normal	14.3 -15

Pronóstico Estacional de la Temperatura Mínima

Estación	Categoría Pronosticada DEF18/19	Rango Normal (°C)
Arica	Sobre lo Normal	18.8 -19.3
Iquique	Sobre lo Normal	17.9 -18.3
Calama	Normal/Sobre lo Normal	5.6 -6.1
Antofagasta	Sobre lo Normal	16.5 -16.8
Copiapó	Normal/Sobre lo Normal	12.6 -13.1
La Serena	Normal/Sobre lo Normal	13.3 -13.7
Valparaíso	Normal/Sobre lo Normal	13.4 -13.6
Pudahuel	Sobre lo Normal	11.3 -11.9
Santiago	Sobre lo Normal	12.5 -13
Curicó	Sobre lo Normal	11.4 -12.1
Chillán	Normal/Sobre lo Normal	10.2 -10.9
Concepción	Normal/Sobre lo Normal	10.3 -10.8
Temuco	Normal/Sobre lo Normal	8.5 -9
Valdivia	Normal/Sobre lo Normal	8.4 -8.8
Osorno	Normal/Sobre lo Normal	8.3 -8.5
Puerto Montt	Normal/Sobre lo Normal	8.8 -8.9
Coyhaique	Normal/Sobre lo Normal	8.2 -8.5
Balmaceda	Normal/Sobre lo Normal	6 -6.2
Punta Arenas	Normal/Bajo lo Normal	6.2 -6.6