

Página 3

Batalla en el Trópico: Madden-Julian vs. La Niña



Página 2

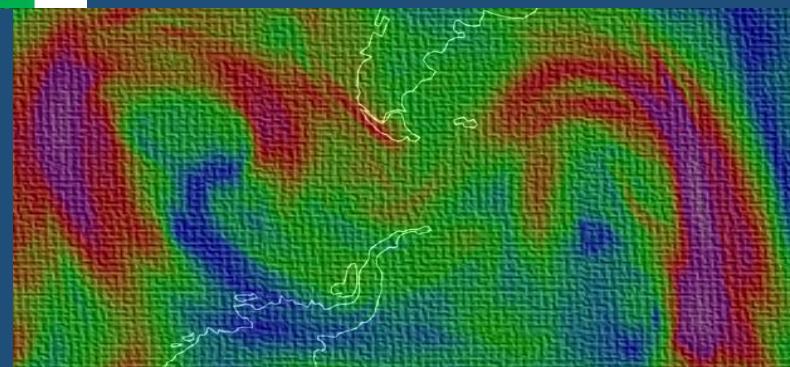
Marzo con influencias Antárticas

Las lluvias récords de las ciudades entre Temuco y Puerto Montt en marzo tienen un potencial responsable: la Oscilación Antártica

Página 7

Proyección de lluvias para el otoño e inicios de invierno en Chile

Mientras la zona central se registrarán menos lluvias de lo usual, la zona sur y austral presentarán un comportamiento opuesto



Este boletín fue escrito y desarrollado por:
José Vicencio, Catalina Cortés y Diego Campos

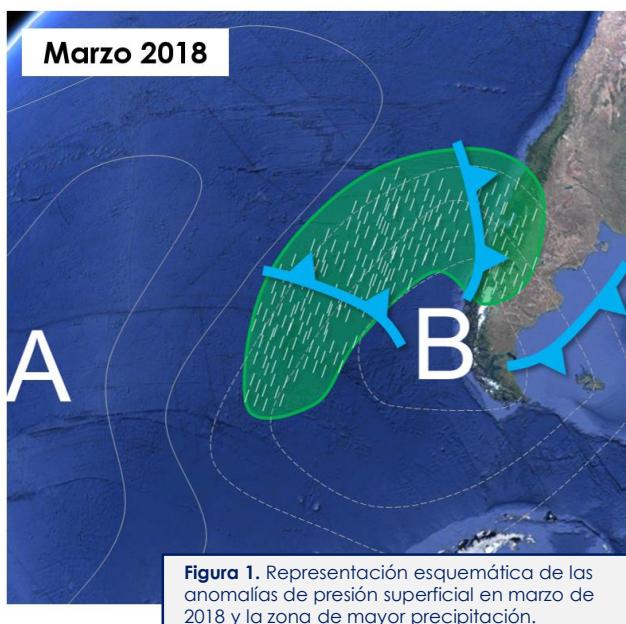
Boletín de Pronóstico Estacional N°132
16 de Abril de 2018

Marzo con influencias Antárticas

Luego de un verano con déficit de precipitaciones en prácticamente todo el país, durante marzo la zona registró eventos importantes de lluvia asociado al paso de varios sistemas frontales.

En términos de agua caída, gran parte de las localidades entre la Región del Biobío y Los Lagos presentaron superávit de lluvias. El caso más extremo es Valdivia, que registró 215 mm en marzo (siendo lo normal sólo 70 mm), lo que equivale a un superávit de más de un 200%. Este registro de lluvias no solo es importante por el superávit presentado, si no que también porque se convierte en el mes de marzo más lluvioso desde que hay registros en Valdivia. El récord anterior correspondía 1993, cuando cayeron 195 mm en el mes.

La siguiente figura muestra de manera esquemática el paso de sistemas frontales por el sur del país durante marzo. En términos climáticos, estos sistemas estuvieron asociados a la presencia de una baja presión anómala al extremo del continente sudamericano.



Si bien es común que los sistemas frontales pasen por el sur del país, en el verano habíamos vivido una situación completamente opuesta. Hay una oscilación atmosférica que muestra claras señales de estar bien relacionada con este comportamiento: la Oscilación Antártica, OAA.

Esta oscilación tiene relación con los vientos que circulan alrededor de la Antártica asociados a bajas presiones. La OAA tiene dos fases, una positiva en la que los vientos y las bajas presiones circulan bien cercanos a la Antártica, y una fase negativa en la que las bajas presiones circulan alrededor de los 40°S (aproximadamente la latitud de P. Montt)

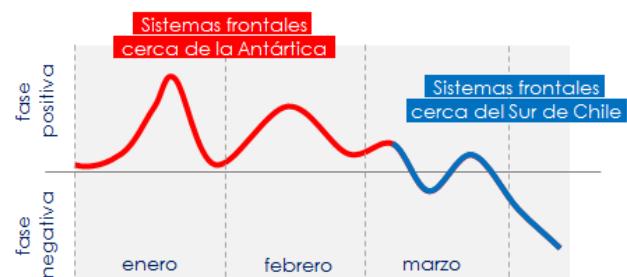


Figura 2. Evolución diaria del índice de la OAA (NOAA) entre enero y abril de 2018.

Es la fase negativa de la OAA la que se relaciona mejor con las precipitaciones en el sur de Chile, y es justamente lo que se observó a mediados del mes. Tal como se ve en la figura 2, la OAA pasó de una persistente fase positiva en todo el verano (que se relaciona de muy buena manera con el déficit de lluvias durante esa temporada) a una fase negativa durante marzo y comienzos de abril.

Lamentablemente, el pronóstico de esta oscilación sub-estacional no es del todo útil para el pronóstico del próximo trimestre debido a que sólo podríamos conocer el comportamiento futuro de ésta con un plazo máximo de dos semanas.

Batalla en el Trópico: Madden-Julian vs. La Niña

En el mundo de las grandes oscilaciones atmosféricas, hay algunas que podríamos perfectamente clasificar como titánicas. Ya sea por su tamaño en la escala espacial, o por sus efectos en otras partes del mundo, es importante mantener un monitoreo constante de ellas.

Nos referimos particularmente a la **Oscilación Madden-Julian** (OMJ) y a **El Niño-Oscilación del Sur** (ENOS). Ambas son Oscilaciones puramente tropicales, y también bastante grandes: pueden cubrir la mitad del globo

con sus efectos y generar cambios en los patrones del tiempo más allá del Ecuador. Se diferencian, eso sí, en la escala de tiempo en la que afectan.

Por un lado, el ENOS es una oscilación que perdura meses o incluso años. Por ejemplo, el actual evento de La Niña ha estado con nosotros durante los últimos 7 meses aproximadamente (desde octubre de 2017), mientras la OMJ es una oscilación que solo dura alguna semanas en alguna de sus fases.

El clásico patrón de La Niña se aprecia en la figura 3 superior, con tormentas abundantes en Indonesia y norte de Australia. Esta área de ascenso de aire está conectada con vientos que corren intensos a lo largo del Océano Pacífico Ecuatorial, conocido como viento alisios intensificados.

La OMJ, por otro lado, posee 8 fases bien claras y cada una de ellas representa la posición del máximo de tormentas del trópico. Hay fases de la OMJ en que la posición de las tormentas es similar a La Niña, estas son las fases 4 y 5, mientras que la fase 8 es similar a El Niño.

Por ahora nos interesan las fases 7 y 8, y como se ve en la figura 3 inferior, la distribución de las tormentas es un tanto diferente respecto al que se presenta en La Niña.

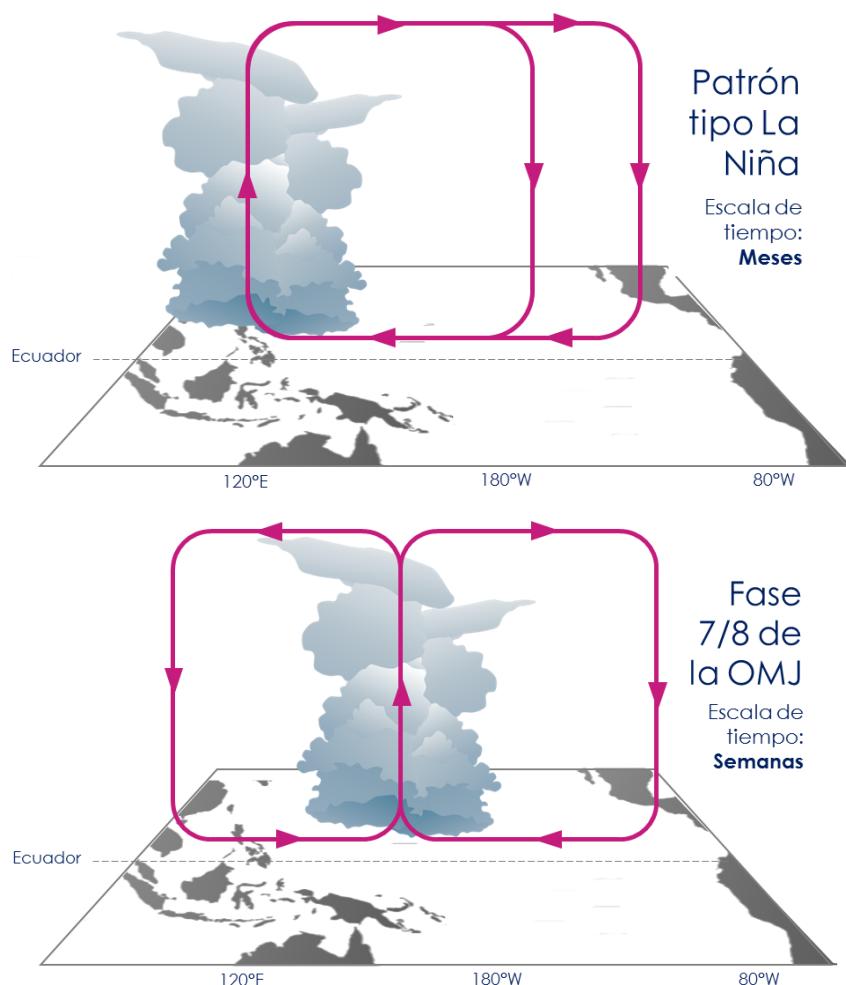


Figura 3. Representación esquemática de la circulación en la tropósfera durante La Niña (superior) y las fases 7-8 de la OMJ (inferior)

A la vez, en estas fases los vientos alisios pierden fuerza en esta zona, generándose incluso su reversión en el Océano Pacífico Occidental.

Una batalla por la supervivencia

Estas oscilaciones **no necesariamente conviven en armonía**. En la figura 4, se pueden ver dos gráficas que cubren diferentes períodos de tiempo afectados por La Niña actual (2017-2018) y la de 2007. Si nos enfocamos en los colores, verde significa vientos alisios intensificados en el Pacífico Tropical Central y Occidental (viento desde el este), mientras que colores magenta ayudan a identificar las zonas donde los vientos alisios se debilitan e, incluso, se revierten.

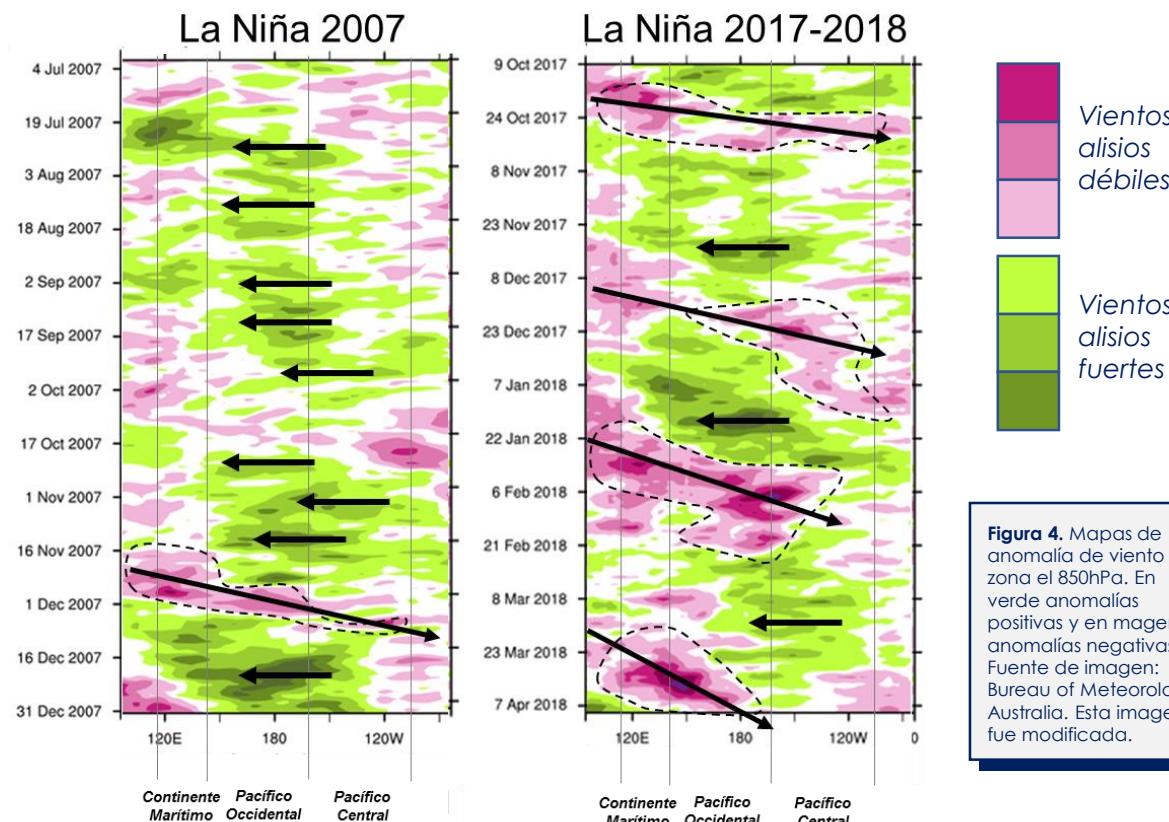
En la figura 4 izquierda podemos apreciar que un evento de La Niña clásico (2007), presenta de manera constante vientos alisios intensificados: el color verde predomina en la figura. Esto coincide con que la Oscilación Madden-Julian se vea opacada en sus fases 7 y 8, y sólo en noviembre de 2007, como se ve en la flecha negra en sentido contrario,

hubo un pulso contrario de vientos anómalos del oeste.

Ahora bien, enfoquémonos en la gráfica derecha. Nuestro evento de La Niña actual **ha sido constantemente aportillado por una activa OMJ en fase 7**. Los pulsos de vientos del oeste comenzaron tan temprano como en octubre de 2017, luego en diciembre, uno bastante grande y marcado en febrero (discutimos sobre esto [en el boletín de ese mes](#)) e incluso hay uno en desarrollo en este momento.

La presencia de estos vientos no solo desarma el patrón tropical de La Niña, si no que también comienza a inducir cambios en la temperatura de agua de mar, un factor vital para la mantención o decaimiento futuro de este fenómeno.

Es importante mencionar que esta batalla entre la OMJ y La Niña aún no ha terminado. Sin embargo, la atmósfera conspira contra La Niña y es altamente probable que en los próximos meses sea declarada extinta, en gran medida gracias a la OMJ.



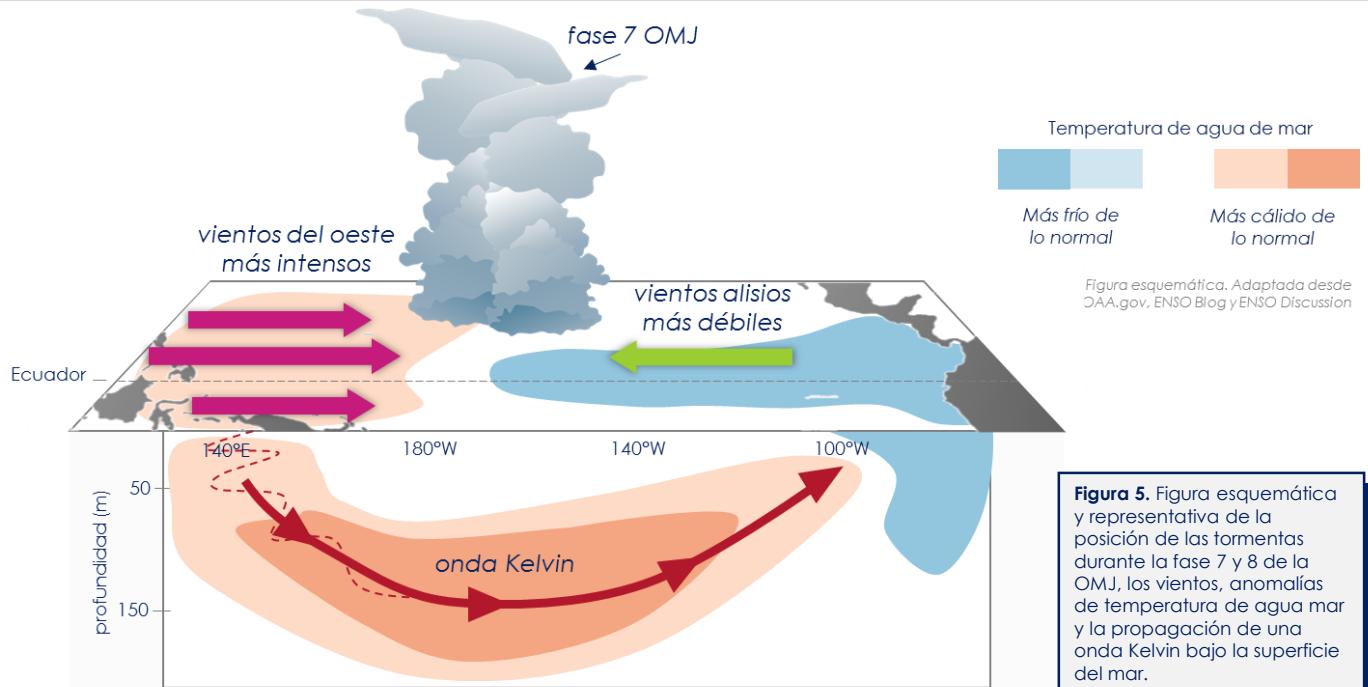


Figura esquemática. Adaptada desde NOAA.gov, ENSO Blog y ENSO Discussion

La Niña tiene su enemigo bajo el agua

Cuando el Pacífico Central está bajo un escenario de La Niña, la convección más intensa se traslada hacia la zona del Continente Marítimo o Indonesia. Esto favorece el fortalecimiento de los vientos alisios lo que a su vez desplaza aguas frías desde la costa sudamericana hacia el Pacífico Central enfriándolo aún más. Esta retroalimentación positiva favorece la permanencia de La Niña.

No obstante, como mencionamos anteriormente, a una escala sub-estacional la convección se puede presentar más intensa más cerca del Pacífico Central como es el caso de la Fase 7 de la OMJ. Cuando esto ocurre, tal como se ve en las flechas magenta en la figura 5), los vientos que se ven fortalecidos son los vientos del oeste provenientes desde el Pacífico Occidental provocando que a nivel de superficie se desplace aire y agua con mayores temperaturas hacia el Pacífico Central, provocando un aumento en las temperaturas del Pacífico Central debilitando así a La Niña.

Otra consecuencia, y quizás la más importante, del fortalecimiento de los vientos del oeste en el Pacífico Occidental, **es la propagación de ondas oceánicas cálidas**.

Estas ondas, conocidas como Ondas de Kelvin, viajan por debajo de la superficie del océano de oeste (Indonesia) a este (Sudamérica), llevando aguas más cálidas a zonas con aguas más frías. Son bastante lentas en general, desplazándose a no más de 10 km/h, lo que hace que sus efectos no se evidencien hasta varios meses después del comienzo de su propagación.

Cuando esta agua sub-superficial aflora en la superficie modifica la temperatura superficial del mar, calentándola y debilitando las anomalías frías, y por lo tanto, a La Niña.

Son justamente estas ondas Kelvin las encargadas de finiquitar las aspiraciones de La Niña y también de comenzar con el desarrollo de eventos tipo El Niño. **Por eso es muy necesario su constante monitoreo.**

Un invierno neutro: Bienvenida la incertidumbre

La predicción estacional está basada en las relaciones estadísticas y físicas entre forzantes conocidos (como El Niño o La Niña) y sus consecuencias de gran escala, que alteran los patrones de lluvia y temperatura.

Los modelos que predicen el ciclo de El Niño o La Niña muestran probabilidades superiores al 70% de que presentemos condiciones neutrales entre mayo y septiembre, aproximadamente. Por ejemplo, el trimestre junio-julio-agosto que se avecina, la posibilidad de una situación neutral alcanza 62%, superando con creces la probabilidad de un evento El Niño (de 23%).

Las probabilidades de apreciar otro enfriamiento tipo La Niña son muy bajas, cercanas a 15%, hasta la primavera. Situación que se repite para El Niño.

¿Qué pasa cuando estos forzantes desaparecen y vuelven a una situación neutral? Aumenta la incertidumbre.

Esto nos pone limitaciones en el pronóstico estacional: por un lado, nuestro principal modulador de la variabilidad de las precipitaciones se vuelve neutro, y las oscilaciones de escala intraestacional, como la Oscilación Madden-Julian, se vuelven más activas. Si bien esto último puede parecer una buena noticia, son oscilaciones que poseen una escala de influencia de entre 7 y 20 días, y solo pueden ser pronosticadas 2 a 3 semanas de anticipación.

Desde una mirada climatológica, es bastante usual que los inviernos del Hemisferio Sur sean neutrales, es decir, con ausencia de El Niño o La Niña. Más de un 50% de los inviernos de los últimos 50 años lo han sido, dejando a La Niña y El Niño con apenas 25% de probabilidades cada uno.

¿Qué hacer en estos casos? Si bien los modelos estadísticos se vuelven menos útiles, los modelos dinámicos nos darán una mano complementando el pronóstico estacional.

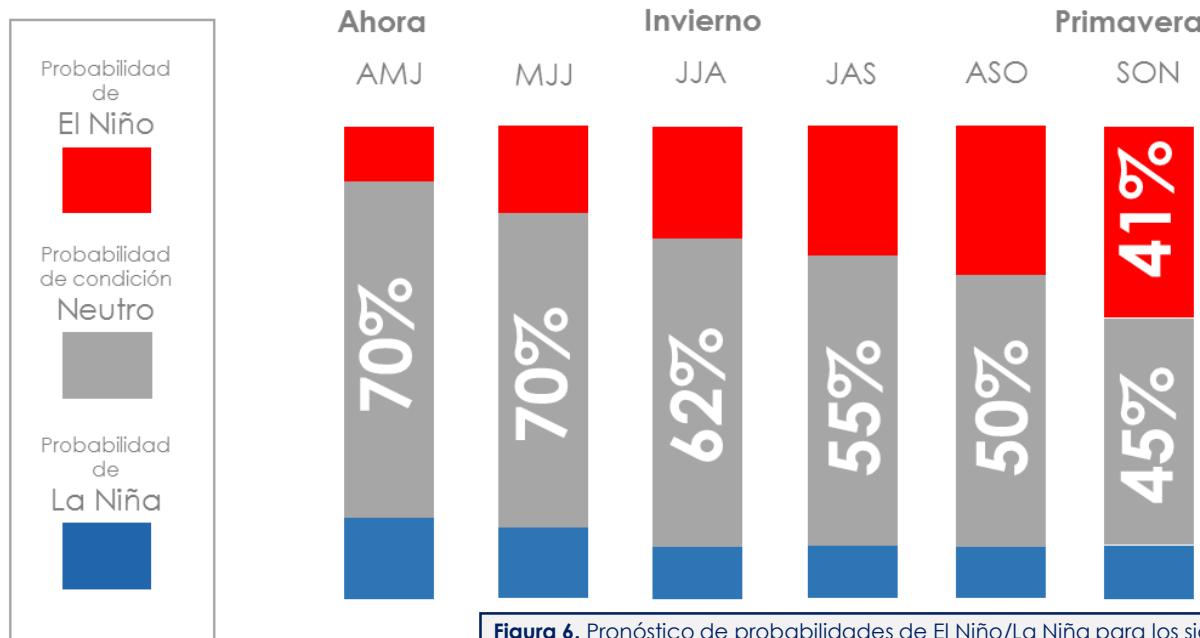


Figura 6. Pronóstico de probabilidades de El Niño/La Niña para los siguientes trimestres, basados en "IRI-CPCP Early April Official ENSO Forecast"

Proyección de lluvias para el otoño e inicios de invierno en Chile

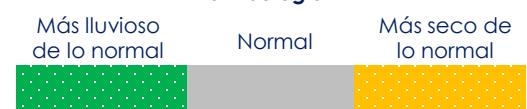
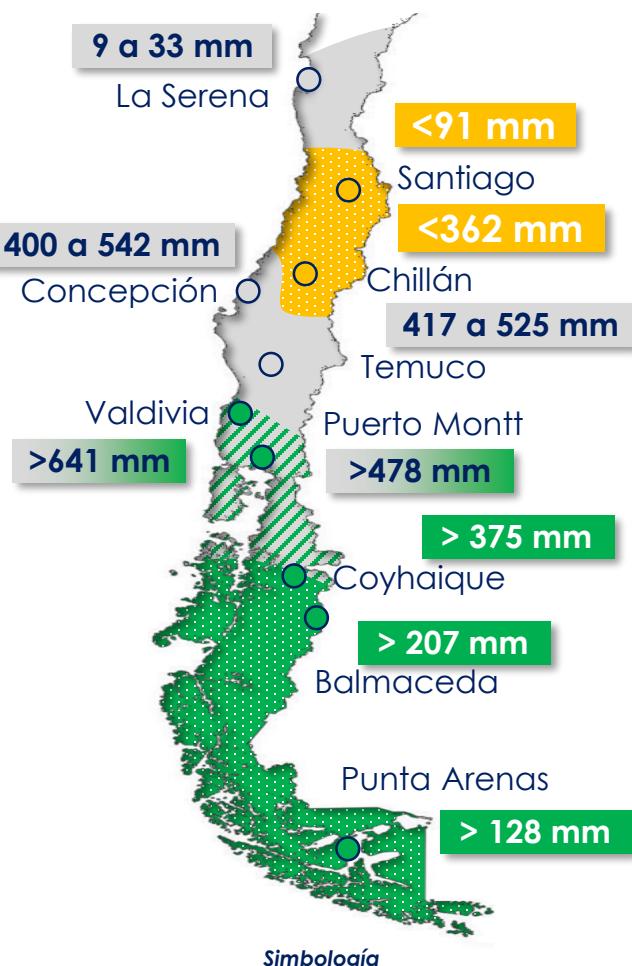
El pronóstico estacional de precipitación entrega una perspectiva de cuál es la categoría más probable para la acumulación de las lluvias en el trimestre que se avecina.

Estas categorías se definen por la climatología. Por ejemplo, en La Serena, se considera una categoría “normal” para las lluvias si en el trimestre de abril-mayo-junio se acumulan entre 9 y 33 mm. La categoría “seca” para la ciudad sería que lloviese menos de 9 mm y el caso opuesto, la categoría lluviosa, sobre 33 mm.

El mismo análisis se puede hacer para cada ciudad (puedes revisar los rangos normales de lluvia para este trimestre en la página 8). ¿Cómo estará el trimestre que viene? Revisa a continuación:

- ✓ **Lluvioso en Aysén y Magallanes:** Entre Coyhaique y Puerto Williams, se registrará un trimestre más lluvioso de lo usual, con acumulados totales que superarán los 207 mm en Balmaceda y 128 mm en Punta Arenas.
- ✓ **Región de Los Ríos y Los Lagos:** Las categorías más probables para este trimestre de otoño e inicios de invierno corresponden a la condición normal y sobre lo normal, equivalente a más de 430 mm en Osorno.
- ✓ **Rangos normales de lluvia en Biobío y Araucanía:** Las ciudades en este tramo presentarán acumulados que oscilarán entre 417 y 525 en la capital de La Araucanía y entre 400 y 552 mm en Concepción.
- ✓ **Déficit de lluvias en zona central:** el trimestre de abril-mayo-junio de 2018 presentará rangos deficitarios de lluvia entre el sur de la Región de Coquimbo y la Provincia del Ñuble, con montos de lluvia totales estimados que alcanzarán como máximo 112 mm en Valparaíso, 91 mm en Santiago y 208 mm en Curicó.

Precipitación Acumulada para en el trimestre Abril-Mayo-Junio 2018



Normal o más lluvioso de lo normal

Zona sin pronóstico debido a la Estación seca (percentil 33 inferior a 4 mm)

Precipitación acumulada (AMJ 2018)

Estación	Categoría Pronosticada AMJ 18	Rango Normal
Visviri	Estación Seca	0 - 13
Putre	Estación Seca	0 - 3
Copiapó	Normal	1 - 9
La Serena	Normal	9 - 33
La SerenaDGA	Normal	16 - 38
Rivadavia	Normal	8 - 32
Vicuña	Normal	12 - 36
Ovalle	Normal	22 - 33
La Paloma	Normal	21 - 47
Cogotí	Normal	34 - 75
Combarbalá	Normal	35 - 86
Huintil	Bajo lo Normal	42 - 86
Salamanca	Bajo lo Normal	42 - 120
Coiron	Bajo lo Normal	59 - 140
La Ligua_Esval	Bajo lo Normal	78 - 142
San Felipe	Bajo lo Normal	49 - 112
Vicuña	Bajo lo Normal	95 - 194
Calle Larga	Bajo lo Normal	69 - 142
Llay Llay	Bajo lo Normal	67 - 137
Rodelillo	Bajo lo Normal	174 - 322
Valparaíso	Bajo lo Normal	112 - 193
Lagunitas	Bajo lo Normal	237 - 414
Pudahuel	Bajo lo Normal	77 - 161
Santiago	Bajo lo Normal	91 - 185
Tobalaba	Bajo lo Normal	86 - 177
Sto. Domingo	Bajo lo Normal	137 - 250
Emb. El Yeso	Bajo lo Normal	148 - 263
Rancagua	Bajo lo Normal	151 - 222
Sn. FdoDGA	Bajo lo Normal	235 - 387
Sn. Fernández	Bajo lo Normal	206 - 367
Conv. Viejo	Bajo lo Normal	211 - 374
Curicó	Bajo lo Normal	208 - 368
CuricóDGA	Bajo lo Normal	209 - 360
Linares	Bajo lo Normal	347 - 524
Colorado	Bajo lo Normal	472 - 741
Parral	Bajo lo Normal	341 - 528
Digua	Bajo lo Normal	514 - 849
Chillán	Bajo lo Normal	362 - 540
Bulnes	Bajo lo Normal	303 - 434
Concepción	Normal	400 - 542
Los Angeles	Normal	377 - 576
Cañete	Normal	434 - 591
Angol	Normal	385 - 607
TemucoDGA	Normal	441 - 555
Temuco	Normal	417 - 525
Valdivia	Normal/Sobre lo Normal	641 - 827
Osorno	Normal/Sobre lo Normal	430 - 553
Pto. Montt	Normal/Sobre lo Normal	478 - 674
Coyhaique	Sobre lo Normal	295 - 375
Balmaceda	Sobre lo Normal	169 - 207
Pta. Arenas	Sobre lo Normal	102 - 128

Temperatura Máxima (AMJ 2018)

Estación	Categoría Pronosticada AMJ 18	Rango Normal (°C)
Arica	Bajo lo Normal	20.9 - 21.8
Iquique	Bajo lo Normal	20 - 21.3
Calama	Sobre lo Normal	22 - 22.3
Antofagasta	Bajo lo Normal	18.5 - 19.3
Copiapó	Normal	24 - 24.6
La Serena	Normal	16.5 - 17.4
Valparaíso	Normal	16.6 - 17.4
Pudahuel	Sobre lo Normal	18.5 - 19.5
Santiago	Sobre lo Normal	18.7 - 19.5
Curicó	Sobre lo Normal	16 - 16.5
Chillán	Sobre lo Normal	15.6 - 16.2
Concepción	Normal	15.6 - 15.9
Temuco	Bajo lo Normal	14.3 - 15
Valdivia	Bajo lo Normal	13.4 - 13.9
Osorno	Bajo lo Normal	13 - 13.8
Puerto Montt	Bajo lo Normal	12.4 - 13
Coyhaique	Bajo lo Normal	9.2 - 9.5
Balmaceda	Bajo lo Normal	7.8 - 8.4
Punta Arenas	Bajo lo Normal	6.7 - 7.2

Temperatura Mínima (AMJ 2018)

Estación	Categoría Pronosticada AMJ 18	Rango Normal (°C)
Arica	Normal	15.1 - 16.1
Iquique	Normal	14.8 - 15.4
Calama	Normal	1.4 - 1.7
Antofagasta	Normal	12.9 - 13.5
Copiapó	Bajo lo Normal	7.1 - 7.6
La Serena	Bajo lo Normal	9.1 - 9.7
Valparaíso	Bajo lo Normal	10.5 - 10.9
Pudahuel	Bajo lo Normal	4.8 - 5.7
Santiago	Bajo lo Normal	6.4 - 7.3
Curicó	Bajo lo Normal	5.3 - 6.4
Chillán	Bajo lo Normal	5.4 - 6.3
Concepción	Bajo lo Normal	7.1 - 7.9
Temuco	Bajo lo Normal	5.1 - 6.2
Valdivia	Bajo lo Normal	5.4 - 6.2
Osorno	Bajo lo Normal	4.7 - 5.4
Puerto Montt	Bajo lo Normal	5.2 - 5.8
Coyhaique	Bajo lo Normal	2.1 - 2.8
Balmaceda	Bajo lo Normal	-0.5 - 0.6
Punta Arenas	Bajo lo Normal	1.4 - 1.8