



Boletín Climático CEAZA

ceazamet

Nº 26 — Enero, 2016

Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico¹ de la Región de Coquimbo observa una recuperación notable una vez finalizado el año 2015; los caudales con un déficit regional actual de apenas 3% y los embalses, con déficit de 41%, aproximadamente (ver figura 1). Debido a los eventos de precipitaciones los meses de invierno y primavera, esta variable muestra un superávit de 38%. Asimismo, la nieve se encuentra cercana al valor histórico, manteniendo superávit que alcanza 18%, a nivel regional.

Con respecto al panorama de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) la evaluación de las principales variables atmosféricas (i.e., temperatura, presión atmosférica, viento, etc.), indican que durante diciembre El Niño persiste —como se venía proyectando hace unos meses— llegando a su máximo de señal y alcanzando valores históricos (i.e., +3°C de anomalía), incluso superiores a los observados durante El Niño 1997-98. Esta condición ha propiciado un ligero incremento anormal en los valores de las temperaturas, las que podrían seguir aumentando conforme avanza la temporada estival.

Se puede concluir, entonces, si bien las precipitaciones durante el pasado invierno aumentaron en relación a la temporada pasada y un año normal, según las condiciones proyectadas para 2016, el sistema hidrológico tendrá un comportamiento en torno al promedio climatológico en toda la región en lo que respecta a caudales; en cambio, los embalses de regadío no proyectan una recuperación más allá de lo observado y, por lo tanto, el déficit se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores por sobre lo normal durante gran parte del primer semestre de 2016.

Se sugiere acuñar el término de «desertificación», «híper-aridez» o bien «aridización» de la Región de Coquimbo, ya que el término sequía, debido a la magnitud, espacialidad y temporalidad de ésta, no resulta adecuado como una descripción actual de la situación hídrica de la región. En el mismo contexto, se espera que el recurso hídrico se mantenga con escasa disponibilidad durante los próximos meses, lo que también sugiere adoptar desde ya medidas paliativas de largo plazo, esto debido a que la coyuntura climática es más bien una condición normal y permanente para la región, lo que complica la realidad de los sectores productivos, los que van en alza respecto de su demanda hídrica.

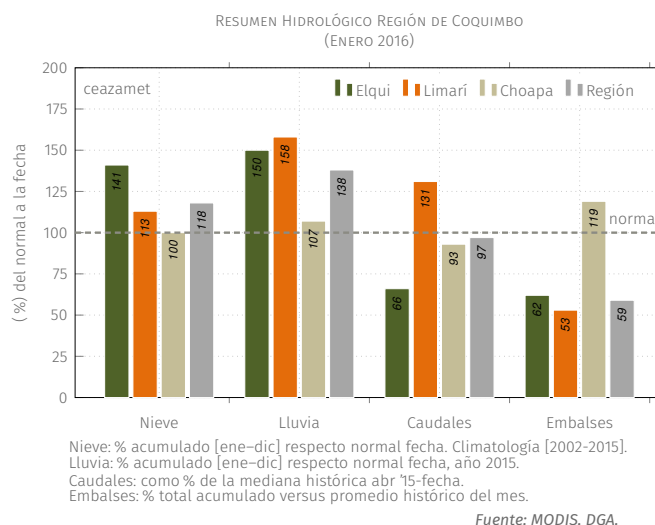


FIGURA 1. Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de diciembre, 2015.

¹En el gráfico, para la variable «nieve», se toma la cobertura de nieve para el periodo 2002–2015; las variables lluvia, caudales y embalses se basan en datos de la DGA. Ver «Glosario» para más información.



El **CEAZA** tiene como misión promover el desarrollo científico–tecnológico de la Región de Coquimbo, a través de la comprensión de los efectos de las oscilaciones océano–atmosféricas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en zonas áridas y marinas de la región. En el cumplimiento de dicho objetivo, se distribuye el presente informe mensual orientado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, destinado a los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, desarrollo y a los diversos sectores productivos, con tal de proveerles de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza las principales variables atmosféricas, oceanográficas e hidrológicas en la Región de Coquimbo.

La información se presenta por provincia y considera el estado actual y proyección de:

- ENOS (El Niño–Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa
- Estado de principales embalses de la región

En adición al diagnóstico y proyección anterior, se acompañan herramientas y análisis los que pueden ser de utilidad para los sectores agrícola y acuícola.

Índice

1. Análisis Meteorológico	1
1.1. Proyección de ENOS	1
1.2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)	2
1.3. Diagnóstico de Variabilidad Climática	3
1.4. Variabilidad Térmica	4
1.5. Precipitaciones	5
1.6. Cobertura Nival	6
2. Análisis Hidrológico	7
2.1. Estado de Caudales	7
2.2. Pronóstico de Caudales	8
2.3. Estado de los Embalses	9
3. Análisis Agronómico	11
3.1. Evapotranspiración Potencial ET_0	11
3.2. Grados Día GD (base 10°C)	12
3.3. Índice EVI	13
3.4. Visión general panorama agronómico	14
4. Datos adicionales	16
5. Conclusiones	17
6. Glosario	18
7. Créditos	19

Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de diciembre, 2015.	i
2.	Anomalías promedio TSM, última semana de diciembre 2015, calculadas respecto periodo base 1981–2010 (Fuente: CPC – http://cpc.ncep.noaa.gov/).	1
3.	(Izquierda) pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos. (Derecha) probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – http://iri.columbia.edu/).	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en diciembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – http://www.noaa.gov/ ; proceso y mapas: CEAZAMET).	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre enero–febrero–marzo de 2016. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – www.ecmwf.int/).	2
6.	Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en noviembre (a) y diciembre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en noviembre (c) y diciembre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (http://rda.ucar.edu/).	3
7.	Promedios de temperatura a 2m diaria en diciembre de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET.	4
8.	Precipitación acumulada durante el año 2015.	5
9.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos 12 meses. Fuente: CEAZAMET.	5
10.	(a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año –rojo– y el promedio climatológico –negro– y el rango típico de variación –celeste–; (b) A la izquierda, situación hacia fin de mes y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa.	6
11.	Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA.	7
12.	Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90 % del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico.	8
13.	Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA.	9
14.	Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.	10
15.	Evolución del volumen embalsado por año de cada cuenca.	10
16.	(Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.	11

17. Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>). 13
18. Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y secano de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal. (Fuente: MODIS; Proceso: CEAZAMET). 13

Índice de tablas

1. Caudales año hidrológico 2015–2016 vs histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET. 7
2. Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA. 9
3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región. 12
4. Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET 16
5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA 16

1 Análisis Meteorológico

1.1 Proyección de ENOS

Las anomalías en la TSM², en la zona NIÑO3.4³ (figura 2), a finales de diciembre de 2015, se mantienen en valores positivos, superando +3°C de anomalía en algunas áreas y promediando +2.3°C en toda la franja. La zona del NIÑO1+2, sigue con anomalía positiva, promediando +2°C de anomalía, similar al mes anterior y coherente con el resto de las zonas de El Niño (i.e., zona de NIÑO3 +2.2°C y NIÑO4 +1.5°C).

Así, finalizado diciembre, las anomalías promedian +2.9°C —en lo que respecta al trimestre móvil en curso—, lo que se asocia a un evento de El Niño⁴ de señal fuerte. Si bien durante el presente trimestre la señal alcanza un valor máximo histórico, mayor incluso que El Niño de 1997, comienza a cambiar su tendencia y todo indica que su señal debería comenzar a declinar durante los próximos meses.

Las tendencias en conjunto de modelos dinámicos y estadísticos (figura 3a), indican su máximo de señal durante el presente trimestre y su consecuente cambio de tendencia a partir del próximo trimestre móvil. El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá hasta parte del segundo trimestre del año 2016 (cercano a 60% de probabilidad, figura 3b), para posteriormente pasar a fase neutra, a mediados del próximo año. Esta proyección de El Niño ha dispuesto un escenario incierto respecto de las precipitaciones para el próximo invierno 2016.

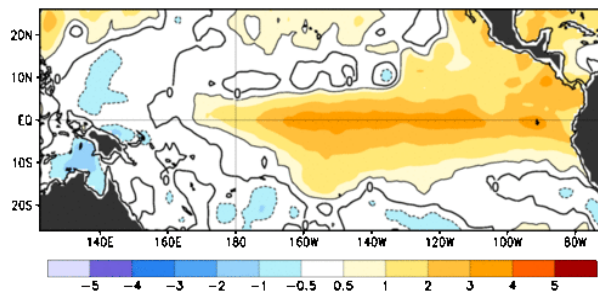


FIGURA 2. Anomalías promedio TSM, última semana de diciembre 2015, calculadas respecto periodo base 1981–2010 (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>).

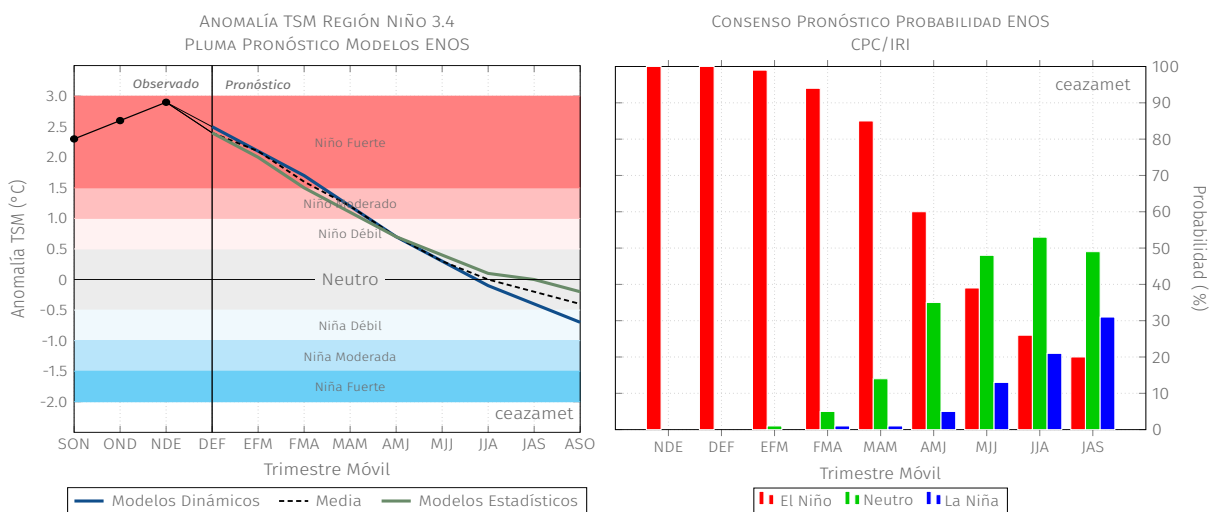


FIGURA 3. (Izquierda) pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos. (Derecha) probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – <http://iri.columbia.edu/>).

²TSM = **T**emperatura **S**uperficial del **M**ar.

³Mayor información sobre las zonas de El Niño, en **Glosario** punto «El Niño zonas».

⁴Para denominar evento de El Niño/Niña deben haber al menos tres meses consecutivos con valores bajo/sobre 0.5°C.

1.2 Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de noviembre frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 15 y 16°C aproximadamente, lo que indica que las temperaturas estuvieron sin notables variaciones durante el último mes. En diciembre, mar adentro (particularmente en el área de influencia del ASPS⁵) se producen anomalías negativas, asociadas a una mayor actividad de éste (figura 4b).

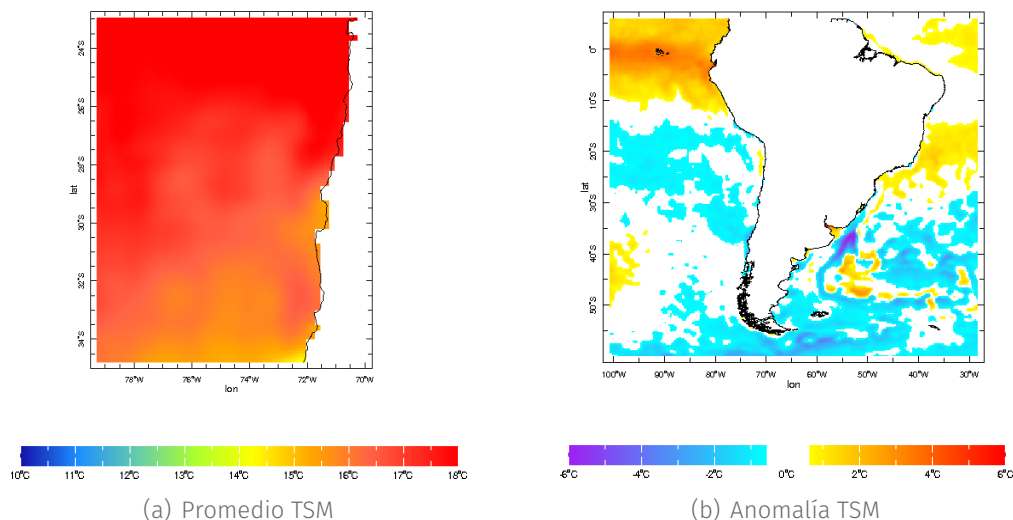


FIGURA 4. (a) Promedios mensuales de TSM en diciembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <http://www.noaa.gov/>; proceso y mapas: CEAZAMET).

De acuerdo a la proyección generada por la agencia europea de pronósticos (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*, ECMWF), se estima que para el trimestre **enero-febrero-marzo** la TSM en las costas de la Región de Coquimbo y mar adentro presentará anomalías positivas (figura 5), por lo que podrá tener un impacto en las actividades acuícolas, las que —en general— se ven afectadas por estos valores anómalos de esta variable.

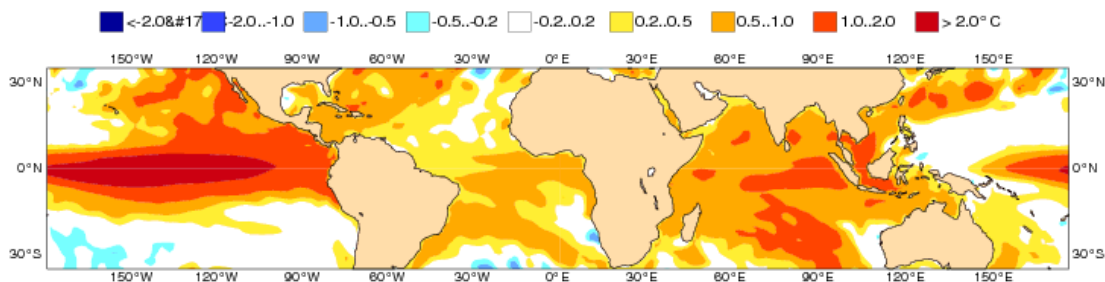


FIGURA 5. Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre enero-febrero-marzo de 2016. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – www.ecmwf.int/).

⁵Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur

1.3 Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos⁶ predominantes (figura 6 a y b), muestra un patrón más claro, donde los vientos del sur predominan. Asimismo, de un mes a otro, se aprecia un cambio en el patrón en los valores de presión atmosférica (figura 6 c y d), asociado a menor intensidad en el comportamiento del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS).

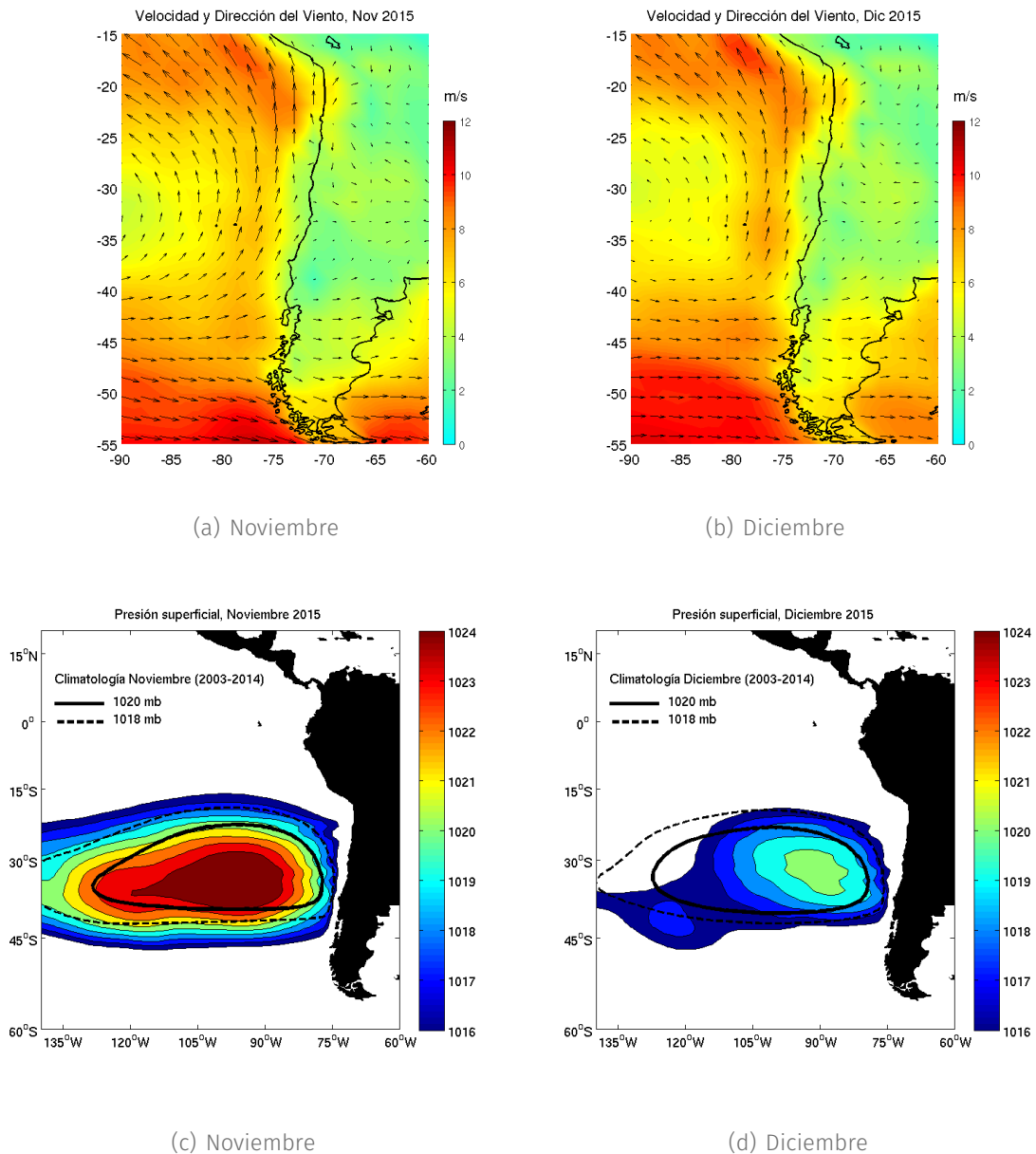


FIGURA 6. Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en noviembre (a) y diciembre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en noviembre (c) y diciembre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>).

⁶Flujos predominantes se refiere a los «vientos» que típicamente soplan en una zona determinada.

1.4 Variabilidad Térmica

Durante el mes de diciembre, en general se observa una oscilación térmica bastante baja que va desde 15 a 22°C, aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). Este mes presenta temperaturas notoriamente más altas que el mes anterior. Aún más, las temperaturas son más altas de lo normal para la temporada (i.e., 22°C promedio, en Limarí como máximo promedio —en un día— del mes) y además con una clara tendencia a seguir aumentando, conforme avanza la temporada estival.

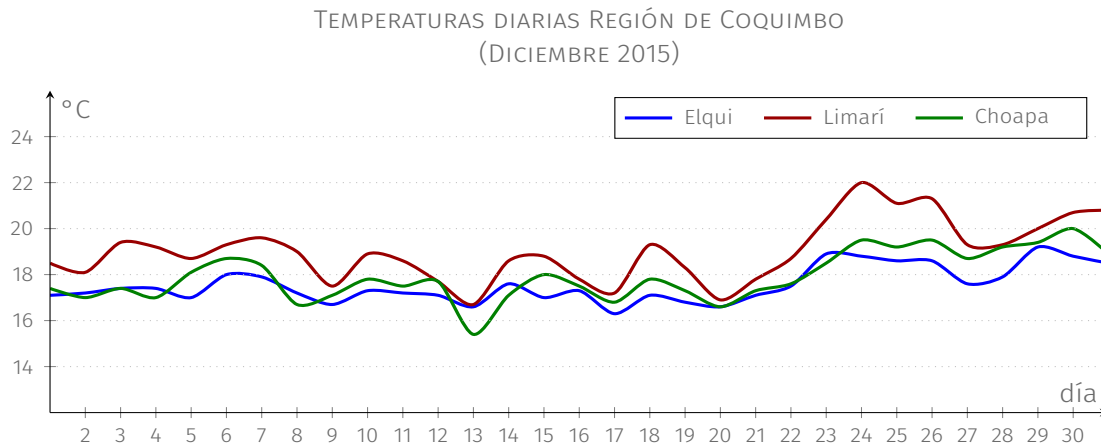
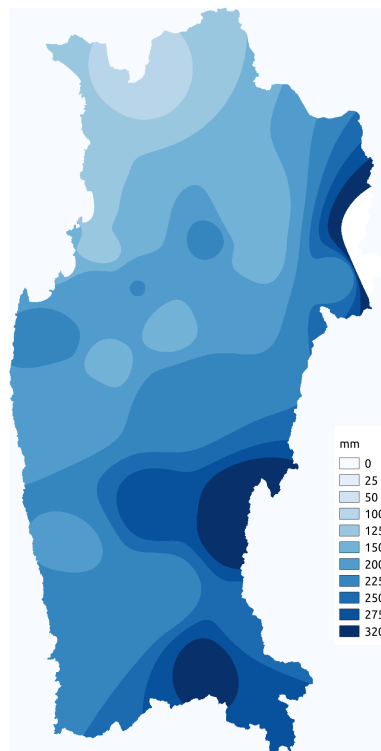


FIGURA 7. Promedios de temperatura a 2m diaria en diciembre de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET.

1.5 Precipitaciones

Durante el mes de diciembre —y al igual que el mes anterior— no hubo eventos de precipitaciones en la región.

La figura 8 muestra la distribución espacial de las precipitaciones durante el pasado año 2015 y la figura 9, muestra la evolución de las precipitaciones registradas por las estaciones de CEAZAMET durante todo el 2015, de enero a diciembre.



Fuente: <http://www.ceazamet.cl>

FIGURA 8. Precipitación acumulada durante el año 2015.

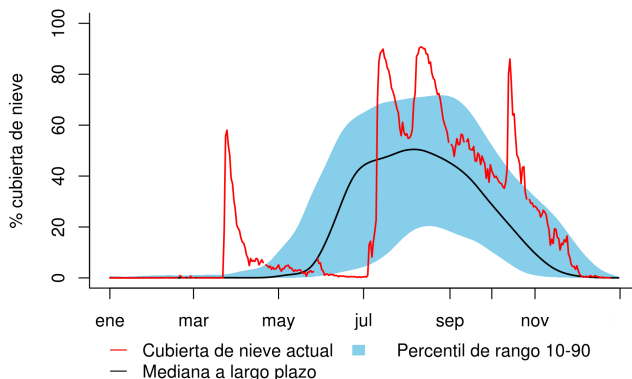
Estación	Ene '15	Feb '15	Mar '15	Abr '15	May '15	Jun '15	Jul '15	Ago '15	Sep '15	Oct '15	Nov '15	Dic '15	Total [mm]
Punta Colorada	0	0	15.5	0.2	0.3	0.2	29.4	31	0.3	13.3	0	0	90.2
La Serena [El Romeral]	0	0	7.5	0.1	0.1	0	35	44	10.5	28.9	0.1	0	126.2
La Serena - CEAZA	0.2	0.8	12.9	(1)1	(1)0.3	0.7	34.3	23.9	10	34.9	0	0	119
La Serena - Cerro Grande	-	-	-	-	-	-	-	(2)4.7	9.6	36.4	1.3	0.5	52.5
Rivadavia	0	0	34.5	0	1.5	0	40.1	23.1	0	30.5	0	0	129.8
Gabriela Mistral	0	0	26.1	2.7	1.3	0.7	44.4	29	4.8	42.7	0	0.1	151.8
Coquimbo [El Panul]	0.7	0	29.3	1.2	0.6	1.8	18.8	39.8	19.3	17.6	0	0	129.1
Vicuña [INIA]	(1)0	0	40	0	0	0	43.3	69.4	0.2	44.7	0	0	197.6
Pan de Azúcar [INIA]	0	0	10.6	0.5	0.3	0.4	26	31.9	8.5	41	0	0	119.2
Pisco Elqui	0	0.4	44	0	0	0	50.2	30.7	0	26.1	0	0	151.4
Andacollo	0	0	39	0	0	0	43	59.8	4	47	0	0	192.8
Las Cardas	0	0.1	11.7	0.3	0.1	0.3	34.2	65.7	12.3	48	0.4	0	173.1
Hurtado [Lavaderos]	0	0	37.6	0	0	0	51.8	47.5	0.5	45.8	0	0	183.2
Pichasca	0	0	20.3	0	0	0	35.8	59.3	0.5	36.5	0	0	152.4
Quebrada Seca	0	0	14.5	0	0	0	25.4	113.5	12.7	44.7	0	0	210.8
Laguna Hurtado	(1)0	(1)0	(1)76.5	0	(1)0	(2)0	7.6	47	(1)4.1	(1)7.6	0	0	142.7
Ovalle [Talhuén]	0	0	9.7	0.5	0.7	0.5	27.5	68.4	4.4	39.4	0	0	151.1
Algarrobo Bajo [INIA]	0	(1)0	(2)8.9	0.1	0.1	0.1	31.2	83.9	12.7	37.5	0	0	174.5
Camarico [INIA]	0	0	13.4	0.8	1	0.8	36.6	83.8	9.1	26	0	0	171.5
Rapel	0	1.3	27.4	0	0.3	0	35.8	102.1	3.8	50	0	0	220.7
El Palqui [INIA]	0	0	27.1	(2)9.3	0.2	0.1	39.5	(1)85.9	4.3	54.6	0	0	212
Combarbalá	0	0	42.5	0	0.7	0	46.6	123.5	8.3	49.8	0	0	271.4
Caneta	0.1	0	12.4	0	0.2	0	38.8	93.6	8.5	34.9	0	0	188.5
Huimil	0	0	15.1	0.7	0.8	0	33.3	100.6	9.5	38.9	0.3	0	199.2
Mincha Sur	0	0	11	0.5	1	0.6	41.2	109.2	9.5	28.8	0	0	201.8
Illapel [INIA]	0	0	13.4	0.3	1	0.4	(1)46.1	92.1	12.6	41.7	0	0.2	207.8
Salamanca [Chiltepín]	0	0	19.9	0	1.1	0	60.4	150.2	10.1	54	0.5	0	296.2

FIGURA 9. Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos 12 meses. Fuente: CEAZAMET.

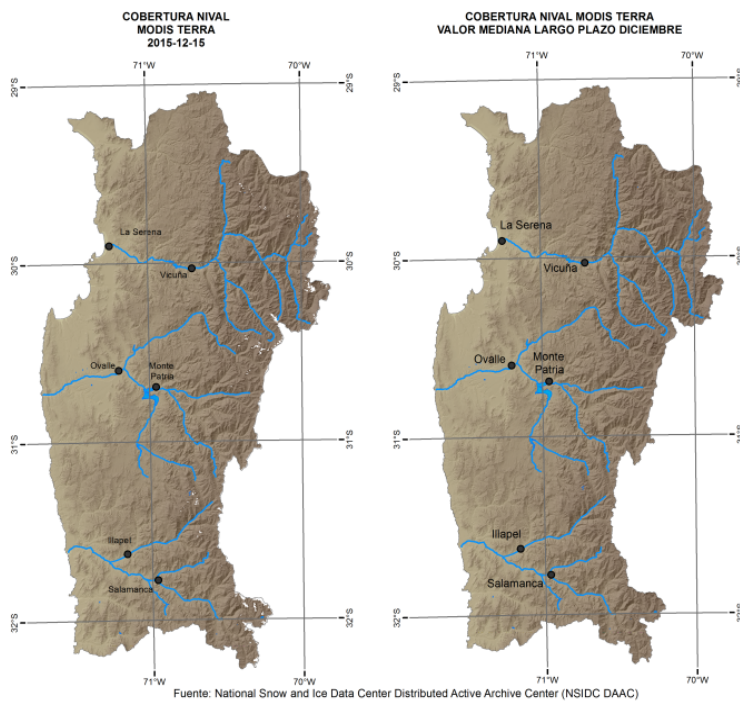
1.6 Cobertura Nival

El mes de diciembre de 2015 presenta el siguiente resumen en relación a la cobertura nival:

En términos estacionales, a contar de este mes se inicia el receso de la cobertura nival, por lo que se recupera la tendencia de un año normal a la fecha, como se observa en el gráfico adjunto. (Figura 10a). Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa, terminan el año 2015 con una superficie de nieve inferior al 5% (datos disponibles hasta el 26 de diciembre de 2015), como se observa en la figura 10b.



(a)



(b)

FIGURA 10. (a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celestre—; (b) A la izquierda, situación hacia fin de mes y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa.

2 Análisis Hidrológico

2.1 Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2015–2016 indican que las tres cuencas han ido recuperando sus niveles conforme avanza la temporada (tabla 1). Las tres cuencas de Elqui, Limarí y Choapa, muestran valores por sobre sus niveles históricos. El alza en los valores está asociado principalmente al aumento que hubo en las precipitaciones durante el pasado invierno. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran entre 66-131 % de las medianas históricas para la presente temporada.

TABLA 1. Caudales año hidrológico 2015–2016 vs histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr/dic
Elqui	Elqui en Algarrobal	Caudales (m ³ /s)	2.41	2.22	2.3	2.89	4.31	5.36	5.7	7.9	9.5				4.7
		% de la mediana histórica	37	33	37	43	63	77	73	96	110				66
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m ³ /s)	0.63	0.65	0.68	0.77	2.11	4.02	6	10.2	6.8				3.5
		% de la mediana histórica	37	38	38	36	90	116	135	251	255				131
Choapa	Choapa en Cuncumen	Caudales (m ³ /s)	1.65	1.66	1.47	1.76	3.32	4.54	9.4	28.7	17.4				7.8
		% de la mediana histórica	43	47	35	40	66	67	65	134	158				93

En la Región de Coquimbo, la baja sostenida de caudales en relación a la media histórica (indicado en % de la mediana mensual de largo plazo) en la figura 11, cambia su tendencia. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 11a) se mantiene por 6.4 años aproximadamente, aunque con cambio en tendencia durante el presente año y llegando al valor de la mediana; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 11b), se recupera terminando con 6.3 años bajo nivel; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 11c) también se rompe la tendencia, finalizando 5.6 años con niveles críticos.

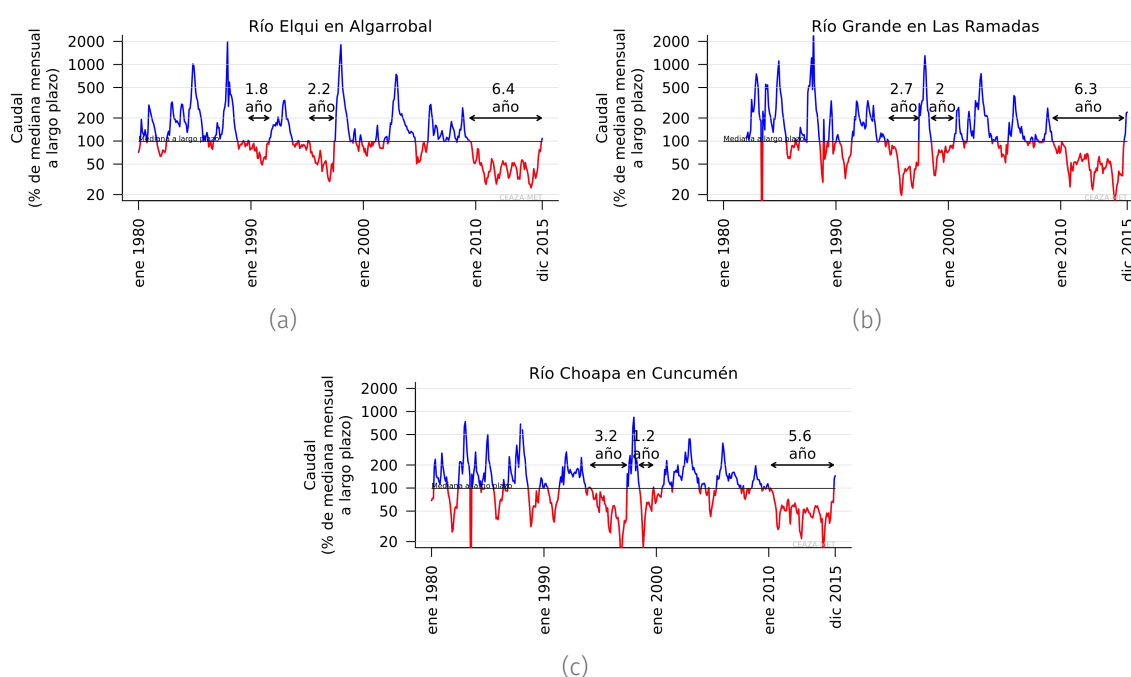


FIGURA 11. Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA.

2.2 Pronóstico de Caudales

Se sabe que existe una relación entre la precipitación de montaña de invierno y los caudales de verano. Estas relaciones se han combinado para proporcionar un pronóstico de caudales para la presente temporada. Teniendo en cuenta los caudales actuales y la precipitación observada el pasado invierno, se infiere que existe probabilidad de 80 % (figura 12) que los caudales para el periodo estarán dentro los límites del pronóstico dado.

Elqui en Algarrobal:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $7.8 \pm 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Grande en Las Ramadas:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $3.1 \pm 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Choapa en Cuncumén:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $7.0 \pm 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

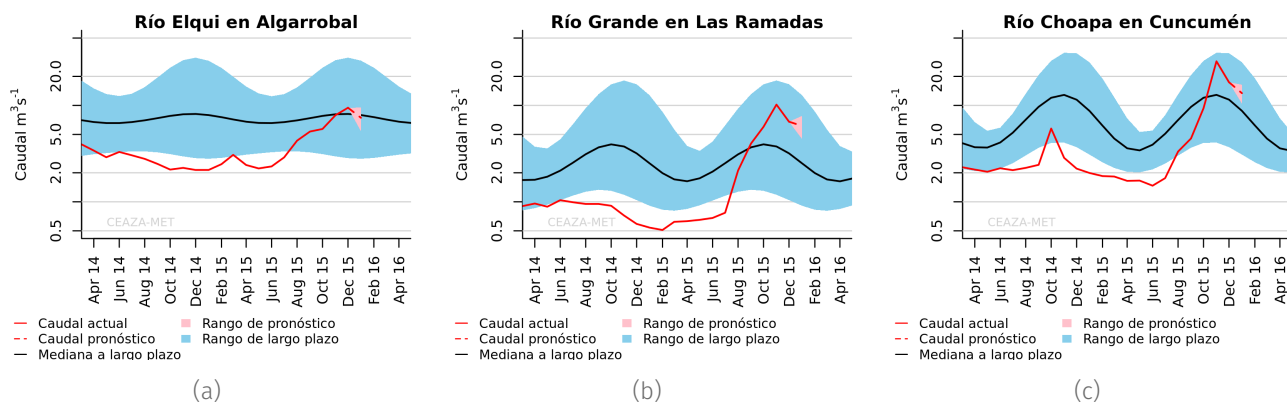


FIGURA 12. Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90 % del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico.

2.3 Estado de los Embalses

La cantidad de agua embalsada en la mayoría de los embalses aumentó nuevamente durante diciembre (tabla 2) —al igual que aumentara el mes anterior—. En este mes tanto en la relación con el mes anterior, como igual fecha del año pasado, tienen cifras positivas lo que no se manifestaba desde hace cinco años, aproximadamente.

TABLA 2. Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA.

Provincia	Embalse	Capacidad MMm ³	Estado Actual MMm ³	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	38.3	24	+21	+39	13a
	Puclaro	200	55.3	128	+4.6	+19.4	
	Cogotí	140	74.8	83	+8.5	+53.4	
Limarí	Paloma	750	187	215	+3.7	+21.8	13b
	Recoleta	100	35.6	66	+5.8	+32.4	
	Corrales	50	42.6	42	+13.6	+42	
Choapa	El Bato	26	25.7	15.3	+10	+96.2	13c
	Culimo	10	2	3.8	+1.5	+20	

Elqui tiene 93.5 MMm³ de agua en los embalses, lo que corresponde al 39 % de su capacidad máxima (figura 13a).

Limarí tiene 297.4 MMm³ de agua, lo que corresponde solo al 30 % de su capacidad máxima, con la mayor parte de este (187 MMm³) en el embalse La Paloma (figura 13b).

Choapa tiene 70.3 MMm³, lo que corresponde al 90.5 % de su capacidad máxima, de los cuales más de la mitad (42.6 MMm³) se encuentra en el embalse Corrales (figura 13c).

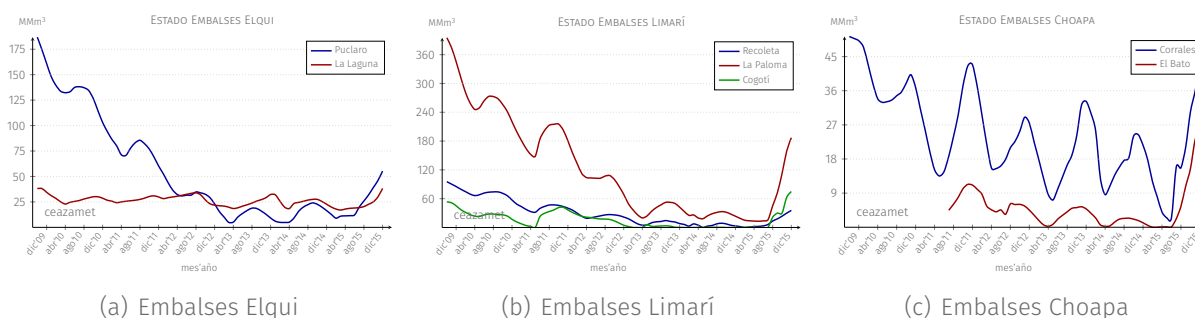


FIGURA 13. Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA.

El volumen total embalsado en la región al 31 de diciembre de 2015 es de 35.2 % de la capacidad (i.e., 461 MMm³ de 1315.5 MMm³). Ver figura 14.

EVOLUCIÓN EMBALSES POR CUENCA Y TOTAL REGIONAL
DICIEMBRE 2009 – DICIEMBRE 2015

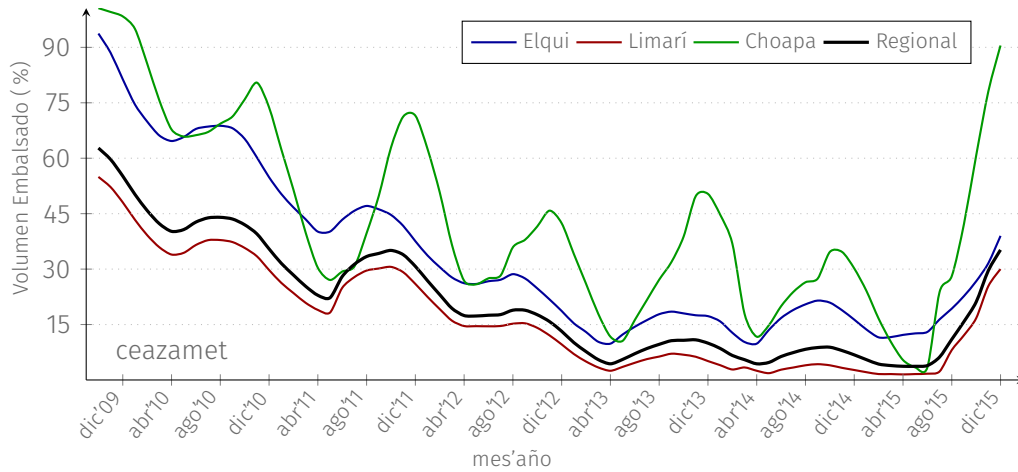


FIGURA 14. Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.

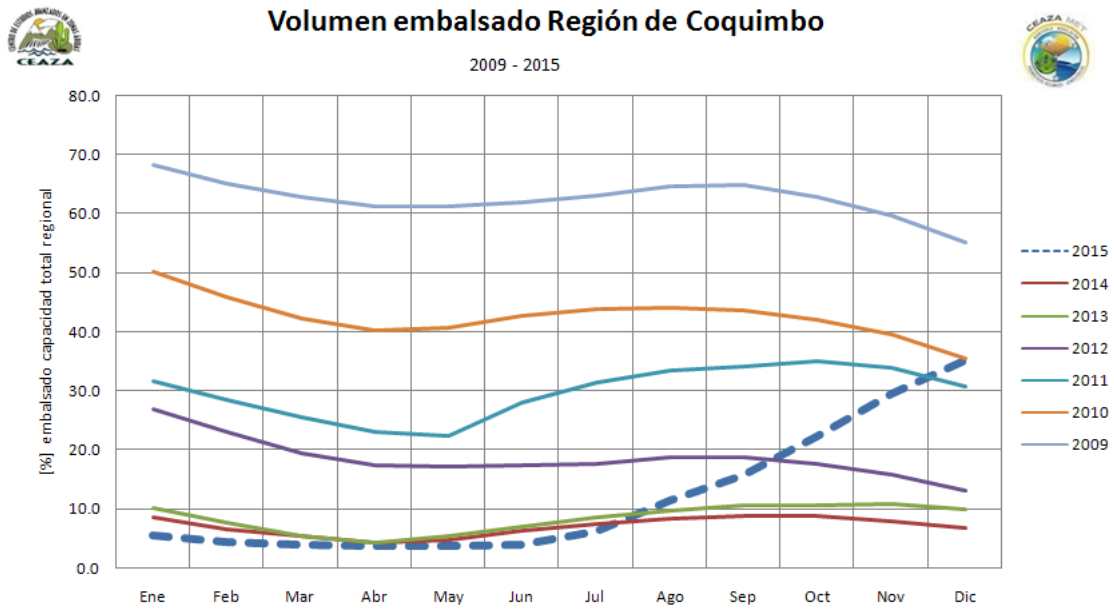


FIGURA 15. Evolución del volumen embalsado por año de cada cuenca.

3 Análisis Agronómico

3.1 Evapotranspiración Potencial ET₀

La Evapotranspiración Potencial (ET₀ figura 16, arriba) sigue su patrón anual típico manteniendo en diciembre valores entre 163 y 179 mm/mes, aproximadamente, para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de ET₀ (figura 16, abajo), los valores son similares, a pesar de que las temperaturas —en general— han estado más altas de lo normal.

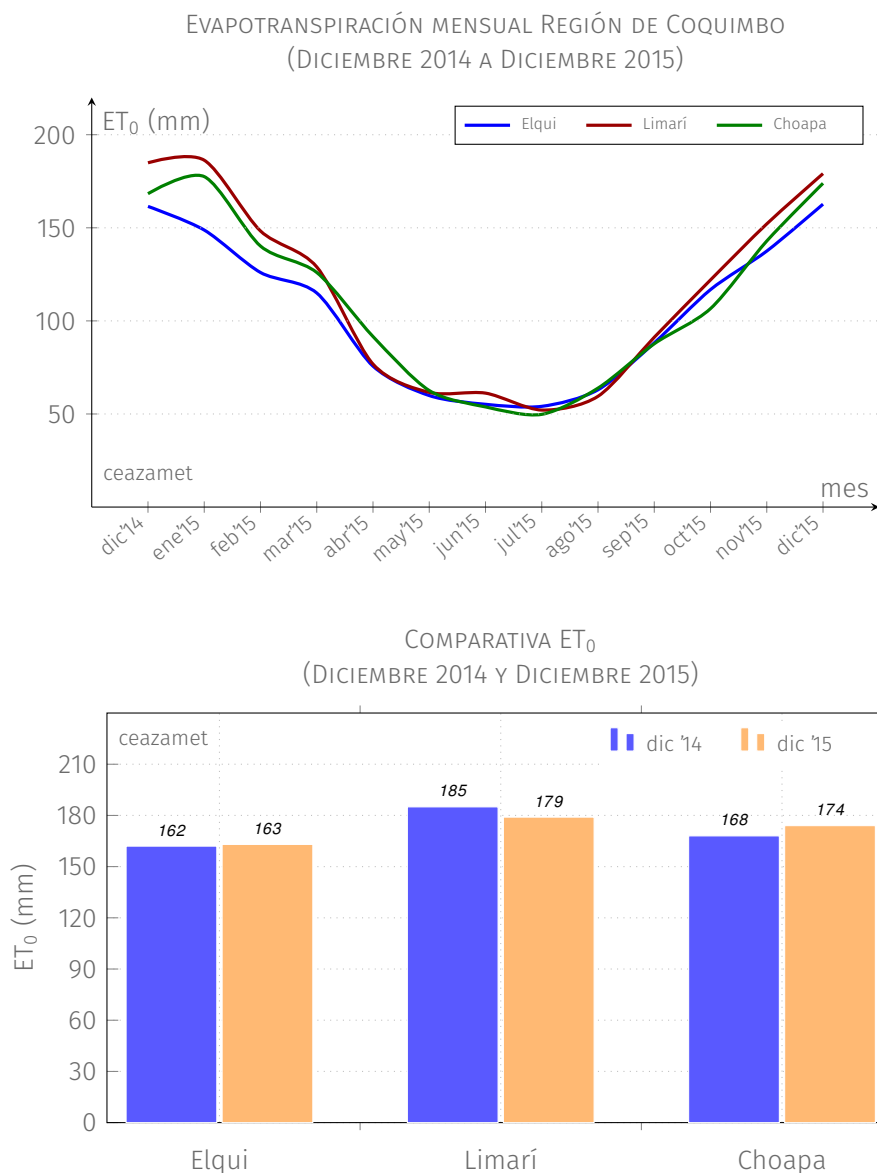


FIGURA 16. (Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.

3.2 Grados Día GD (base 10°C)

Los Grados Día acumulados (GD), son calculados a partir del 15 de agosto de 2015. En la tabla se observa que en las zonas costeras los valores de GD son superiores al año pasado; las zonas intermedias o de valles transversales muestran valores similares, en comparación con igual fecha del año pasado; y las zonas cordilleranas muestran menos acumulación de este parámetro.

Los valores en color rojo indican una acumulación *anormalmente* menor que a igual fecha del año anterior. Mientras que los valores en color verde indican que la mayor acumulación está dentro de los parámetros normales; el color azul indica que el calor acumulado a igual fecha año anterior es mayor (i.e., superávit de calor). En la tabla se presentan valores verdes mayormente, lo que es indicativo que las temperaturas han estado en torno a sus valores normales para la temporada.

TABLA 3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región.

Estacion	Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2015-08-15	
	GD Acumulados 2015-12-31	GD Acumulados 2014-12-31
Punta Colorada	871(+6%)	822
Islote Pájaros	609(+24%)	489
La Serena [El Romeral]	665(+13%)	589
La Serena - CEAZA	718(+27%)	567
La Serena - Cerro Grande	415(-)	-
La Serena - Cerro Grande	471(-)	-
Rivadavia	1101(-5%)	1155
UCN Guayacan	737(+21%)	608
Gabriela Mistral	670(+19%)	565
Coquimbo [El Panul]	705(+22%)	580
Vicuña [INIA]	970(+2%)	954
Pan de Azúcar [INIA]	692(+19%)	584
Pisco Elqui	992(-10%)	1106
El Tapado	0(0%)	0
Paso Aguas Negras	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	63(-43%)	112
Andacollo	848(-11%)	953
Las Cardas	816(+5%)	779
Tongoy Balsa CMET	743(+24%)	600
Hurtado [Lavaderos]	987(-14%)	1142
Pichasca	954(-3%)	984
Quebrada Seca	873(+6%)	827
Laguna Hurtado	242(-32%)	354
Ovalle [Talhuén]	761(+5%)	727
Algarrobo Bajo [INIA]	892(+3%)	863
Camarico [INIA]	830(+3%)	806
Rapel	870(-5%)	912
Los Molles [Bocatoma]	185(-35%)	284
El Palqui [INIA]	1074(0%)	1070
Combarbalá	1023(-11%)	1154
Tascadero	5(+122%)	2
Canela	660(+1%)	652
Huintil	539(+2%)	531
Mincha Sur	661(+13%)	587
Illapel [INIA]	741(-1%)	748
Huaitatas	2(+34%)	2
Salamanca [Chillepin]	788(-8%)	861

3.3 Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI⁷), en el mes de diciembre, muestra anomalías positivas en sectores centrales y costeros de la Región de Coquimbo. Este fenómeno no se daba desde el año 2012, cuando se registrara la máxima actividad fotosintética de la década pasada. Su explicación está dada gracias a los eventos de precipitaciones que han sido más abundantes durante el presente año (figuras 17 y 18).

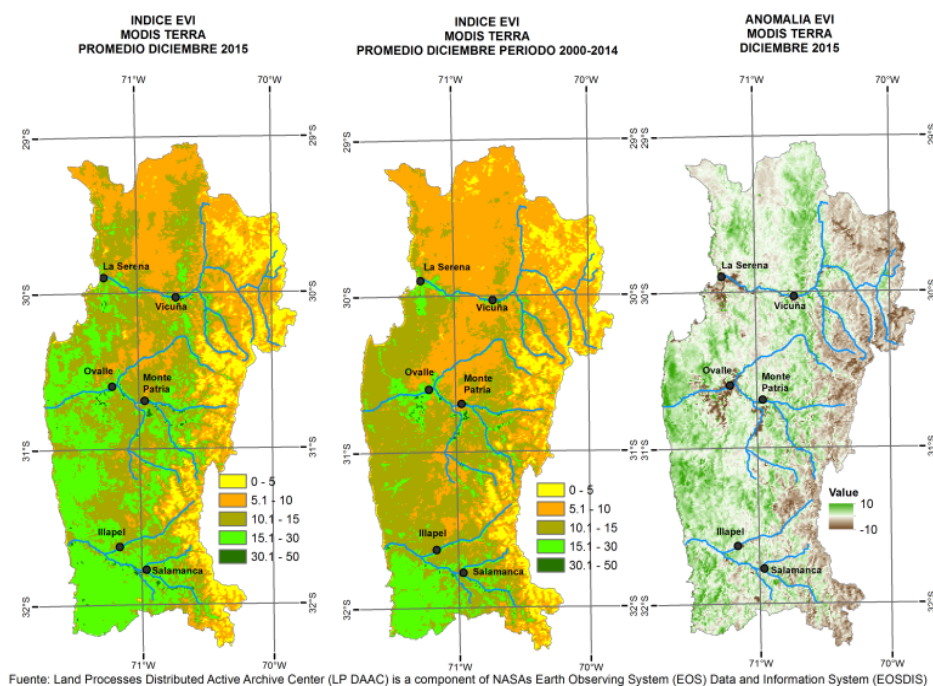


FIGURA 17. Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>).

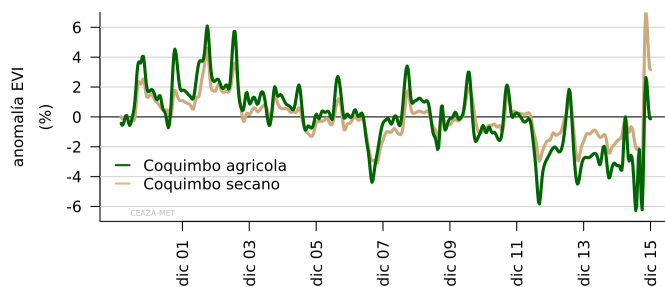


FIGURA 18. Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y seco de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal. (Fuente: MODIS; Proceso: CEAZAMET).

⁷Desde agosto de 2014, se incorpora el EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Índice de Vegetación Mejorado), set de datos de los productos MODIS MOD13A3. La razón de esta incorporación responde a que existen problemas de sobrestimación de los valores NDVI para zonas áridas y semiáridas

3.4 Visión general panorama agronómico

Almendros

En forma general, el cultivo presenta una fruta de buen calibre. La semilla de la almendra se encuentra totalmente desarrollada en todas las variedades, tanto de cosecha tempranas como tardía. Los pelones de la variedad *Non Pareil* han iniciado su partidura (en promedio se observa entre un 5 a 20 % de rajadura), estimándose para la segunda quincena de enero un 100 % de rajadura. Los inicios de cosecha para *Non Pareil* se espera que ocurran entre el 15 a 20 de febrero. Considerar en huertos con poca renovación, adelantar la post cosecha que debiera ser a lo menos de un 30 % del programa de fertilización de **NPK** hecho entre septiembre y diciembre. Desde el punto de vista sanitario, es necesario tener en consideración la presencia de roya y arañita roja europea en la hoja, para evitar detención de crecimiento y defoliaciones tempranas.

El cultivo se encuentra en el *peak* de crecimiento radicular y de renovación de brotes para la próxima temporada, por lo que deben acentuarse los esfuerzos para mantener los actuales manejos de riego, cuidando especialmente de entregar el 100 % de la reposición agua de la bandeja.

Nogales

La mariposa aún se encuentra en crecimiento, lo cual exige la mantener la reposición del 100 % de la evaporación. Estar muy atentos a la uniformidad del bulbo de humedad en el perfil de suelo. Se debe tener en cuenta la concentración de sales en el agua y el suelo, ya que está siendo frecuente observar daños importantes en hojas por salinidad. Hay que aplicar fertilización a base de potasio y fósforo para asegurar un correcto desarrollo de la nuez.

En términos de rendimientos potenciales, se espera que estos sean similares a los de la temporada anterior o bien superiores en un 10 a 15 %. Existe una presión de polilla y arañita, por lo cual hay que mantener un monitoreo constante para evitar ofrecer ventanas para su desarrollo.

Vid Pisquera

En general, se observa una buena condición sanitaria en el cultivo. Solo en la variedad Moscatel Rosada se ha visto una baja importante en los rendimientos. En las variedades blancas como Pedro Jiménez y Moscatel Amarilla se espera obtener un buen rendimiento, pudiendo ser superior en un 10 a 20 % respecto de la temporada anterior.

Debe ponerse atención a los manejos entre cuaja-pinta. En este último se recomienda manejar adecuadamente la nutrición y el riego, cuidando de cerca los coeficientes de cultivo (K_c) y la aplicación de los riegos, los cuales deben ser controlados por la realización de calicatas. Se recomienda poner cuidado en la presencia y presión de Oídio, por lo cual no deben generarse ventanas para que se desarrolle el hongo.

Vid Vinífera

En las variedades blancas como *Chardonnay* y *Sauvignon Blanc* se espera un rendimiento de 6 a 10 toneladas por hectárea en cultivos en espaldera. Se observa una buena condición general con mejor calidad de brote, lo que favorecerá la obtención de mejores aromas en la próxima vendimia.

Se está entrando en pinta en ambas variedades, por lo que la preocupación en materia de sanidad será ahora el Botrytis más que Oídio. En este contexto, se debe cuidar la carencia de los productos a usar.

En las variedades tintas, se está observando claramente una baja de rendimiento en relación a la vendimia pasada. Es importante el manejo del riego y la nutrición en esta última etapa antes de la cosecha. Hay que trabajar el desbrote y deshoje para evitar los aromas verdes en la fruta y mejorar el color y el desarrollo de los compuestos tánicos y fenólicos.

Vid de mesa

Se observan los efectos de un desarrollo fenológico errático, generando problemas importantes principalmente entre pinta y cosecha. Por ello se recomienda llevar a cabo un trabajo meticoloso de raleo, desbrote y deshoje que permita dejar los racimos descolgados, iluminados y ventilados a la espera de la cosecha. No descuidar el riego y mantener el perfil de suelo a lo menos en 85% de capacidad de campo.

Se ha iniciado la cosecha en ***Flame*** y algo de ***Thompson***. Se observan en general calibres medios. Para fines de enero, en los sectores altos de los valles, se espera el inicio de la cosecha en ***Red Globe*** y ***Crimsson Seedless***.

Respecto a la condición fitosanitaria, hay que mantener el manejo preventivo de oídio hasta la pinta, por lo cual se recomienda evitar condiciones que puedan generar ventanas para el desarrollo del hongo, lo que podría traducirse luego en la aparición de *Botrytis*.

En las condiciones actuales se estima que el potencial productivo (expresado como el número de cajas cosechadas), podría ser similar o menor en un 10% al de la temporada anterior.

4 Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar⁸ en W/m², promedios mensuales:

TABLA 4. Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET

Fecha	P.Cotorada	La Ser. Rom.	La Ser. CEAZA	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur	Tapado	Aguas negras	Cachiyuyo
May, '14	168	142		159			164	141	139	174		176
Jun, '14	141	106		134			135	107	104	145		156
Jul, '14	152	125	128	147	143		137	112	104	152		162
Ago, '14	200	167	150	200	206	187	194	160	150	199		210
Sep, '14	240	191	190	233	243	214	223	188	185	205		256
Oct, '14	295	246	209	299	322	276	312	282	263	290		314
Nov, '14	340	280	256	344	361	330	350	327	311	341		364
Dic, '14	362	302	257	377	399	352	393	346	307	406	415	387
Ene, '15	334	240	212	355	386	326	379	338	290	393	382	377
Feb, '15	313	247	246	314	340	298	333	293	267	350	342	337
Mar, '15	252	215	202	253	278	240	272	241	226	307	289	274
Abr, '15	203	155	133	214	231	177	225	196	185	246	220	231
May, '15	163	133	128	166	176	153	167	144	141	172	149	178
Jun, '15	158	140	130	155	159	145	147	136	131	160	135	165
Jul, '15	143	123	116	136	146	131	136	127	121	147	129	153
Ago, '15	161	131	126	138	140	139	139	134	132	167	152	172
Sep, '15	236	196	173	202	233	200	216	192	188	221	207	256
Oct, '15	278	262	256	235	290	272	262	244	242	219	225	290
Nov, '15	337	269	281	314	364	321	355	320	294	358	354	359
Dic, '15	364	304	269	361	389	355	375	348	324	366	378	388

A continuación se muestra el pronóstico de mareas para las próximas semanas. Los valores de este pronóstico están dados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). Los valores están presentados por día y hora de la *Pleamar* (P) y *Bajamar* (B) en metros.

TABLA 5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA

Fecha	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura
2016-01-05	02:05	0.70B	07:41	1.05P	13:39	0.59B	20:23	1.33P
2016-01-06	02:58	0.63B	08:38	1.06P	14:23	0.56B	21:04	1.41P
2016-01-07	03:41	0.56B	09:24	1.08P	15:04	0.53B	21:42	1.47P
2016-01-08	04:21	0.49B	10:05	1.11P	15:43	0.50B	22:19	1.54P
2016-01-09	04:58	0.43B	10:43	1.13P	16:22	0.47B	22:57	1.59P
2016-01-10	05:36	0.38B	11:22	1.16P	17:02	0.44B	23:35	1.62P
2016-01-11	06:14	0.35B	12:02	1.18P	17:44	0.43B		
2016-01-12	00:15	1.63P	06:54	0.33B	12:45	1.19P	18:28	0.44B
2016-01-13	00:57	1.61P	07:35	0.33B	13:31	1.21P	19:17	0.46B
2016-01-14	01:41	1.56P	08:19	0.35B	14:21	1.22P	20:10	0.51B
2016-01-15	02:28	1.48P	09:07	0.38B	15:17	1.23P	21:10	0.57B
2016-01-16	03:19	1.38P	09:58	0.42B	16:18	1.25P	22:21	0.62B
2016-01-17	04:18	1.28P	10:54	0.46B	17:27	1.29P	23:44	0.64B
2016-01-18	05:27	1.18P	11:53	0.48B	18:36	1.34P		
2016-01-19	01:08	0.62B	06:46	1.12P	12:53	0.49B	19:40	1.41P
2016-01-20	02:21	0.55B	08:00	1.10P	13:52	0.49B	20:36	1.48P
2016-01-21	03:20	0.47B	09:02	1.12P	14:46	0.46B	21:27	1.55P
2016-01-22	04:10	0.40B	09:54	1.15P	15:37	0.43B	22:14	1.60P
2016-01-23	04:55	0.35B	10:40	1.18P	16:24	0.40B	22:58	1.62P
2016-01-24	05:36	0.32B	11:23	1.20P	17:08	0.39B	23:39	1.62P
2016-01-25	06:15	0.32B	12:04	1.21P	17:50	0.40B		
2016-01-26	00:17	1.59P	06:53	0.34B	12:44	1.21P	18:31	0.44B
2016-01-27	00:54	1.52P	07:29	0.37B	13:23	1.20P	19:11	0.49B
2016-01-28	01:28	1.44P	08:04	0.42B	14:03	1.18P	19:51	0.56B
2016-01-29	02:03	1.34P	08:40	0.48B	14:45	1.16P	20:35	0.63B
2016-01-30	02:38	1.24P	09:17	0.53B	15:32	1.15P	21:28	0.70B
2016-01-31	03:19	1.14P	10:00	0.58B	16:29	1.14P	22:37	0.74B
2016-02-01	04:12	1.06P	10:52	0.62B	17:37	1.16P		
2016-02-02	00:06	0.75B	05:29	0.99P	11:52	0.63B	18:46	1.20P
2016-02-03	01:29	0.70B	07:01	0.97P	12:53	0.62B	19:44	1.27P
2016-02-04	02:30	0.63B	08:11	0.99P	13:49	0.59B	20:33	1.35P
2016-02-05	03:17	0.54B	09:02	1.03P	14:38	0.55B	21:15	1.43P
2016-02-06	03:56	0.46B	09:43	1.09P	15:23	0.49B	21:56	1.51P
2016-02-07	04:33	0.39B	10:22	1.14P	16:05	0.43B	22:35	1.57P
2016-02-08	05:09	0.33B	11:00	1.20P	16:47	0.38B	23:14	1.62P
2016-02-09	05:46	0.28B	11:39	1.25P	17:30	0.34B	23:54	1.64P
2016-02-10	06:24	0.26B	12:21	1.30P	18:16	0.34B		
2016-02-11	00:36	1.62P	07:05	0.26B	13:07	1.33P	19:04	0.36B
2016-02-12	01:20	1.55P	07:47	0.29B	13:55	1.34P	19:58	0.42B
2016-02-13	02:06	1.45P	08:32	0.34B	14:48	1.34P	20:58	0.49B

⁸Esta información corresponde a los datos generados por el proyecto «Plataforma de Prospección Solar Región de Coquimbo: Fase I, FIC-R-2013»

5 Conclusiones

- Persiste el desarrollo de El Niño de magnitud fuerte. La mayoría de los parámetros indican su continuidad durante los meses de verano, extendiéndose más allá del otoño 2016, lo que traería un aumento anormal en las temperaturas.
- Durante diciembre no se presentan precipitaciones. Termina el periodo de precipitaciones 2015 con índices de superávit en la región. Consecuentemente, los parámetros asociados al sistema hidrológico muestran mejoría respecto al mes y temporada pasados.
- La anomalía de la TSM en las costas del centro-norte de Chile evidencian un alza en sus valores, consistente con el inicio verano.
- Los caudales en diciembre mejoran considerablemente respecto de sus medianas históricas, promediando apenas un 3% de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 35.2% de su capacidad máxima.
- Las condiciones oceánico-atmosféricas observadas y analizadas siguen manifestando tendencia a anomalías positivas en temperaturas.

6 Glosario

Anomalía: valores de una variable que en promedio oscilan fuera del promedio histórico o su climatología.

Anticiclón: región o zona amplia de altas presiones, lo que se asocia a buen tiempo ya que no permite el desarrollo de perturbaciones climáticas.

Climatología: valores de variables atmosféricas observadas en un rango de tiempo extenso —en general, sobre 30 años— que permite describir climáticamente una zona o región determinada.

Clima de estepa con nubosidad abundante: ocupa las planicies litorales y su influencia se hace sentir hacia el interior, donde penetra hasta los 40Km por los valles y quebradas. Se caracteriza por presentar niveles elevados de humedad y nubosidad, producto de la cercanía al mar. Las temperaturas son moderadas y no presentan grandes contrastes térmicos diarios.

Clima de estepa templado–marginal: se caracteriza por la presencia de una atmósfera más bien seca y con poca nubosidad. En comparación con la costa, la temperatura y la oscilación térmica son mayores, con ciclos diurnos más marcados. Esta zona climática se presenta por sobre los 800 msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de alta montaña (3000 msnm, aproximadamente).

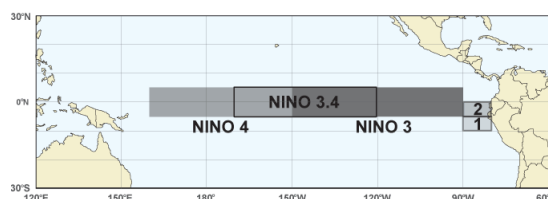
Clima de estepa fría de montaña: predomina sobre los 3000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

El Niño: cuando se está en fase cálida de ENOS, durante la cual generalmente se produce un incremento de las precipitaciones invernales.

La Niña: fase fría de ENOS la que en general produce supresión o disminución en las precipitaciones.

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real de una masa de aire y la cantidad máxima que podría contener.

El Niño zonas: corresponde a la división de las regiones de «El Niño» para un mejor entendimiento (ver figura). Estas son: **Región El Niño 3 y 4** ubicados en el lado occidental del Océano Pacífico, en la línea ecuatorial; **Región El Niño 3.4** que es una subregión del área que cubren El Niño 3 y 4; y la **Región 1+2** que incluye las costas de Perú y Ecuador, los que indican patrones de variabilidad de la Costa del Pacífico de América del Sur.



Oscilación Térmica: es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja registrada en un lugar o zona determinada, durante un determinado periodo de tiempo.

Periodos de Neutralidad: periodo durante el cual no se observan anomalías significativas en la región principal de ENOS (i.e., El Niño 3.4).

Régimen Pluviométrico o Pluvial: comportamiento de las precipitaciones interanual o a lo largo de un año determinado.

Sequía: persistencia en la acumulación por debajo de los valores históricos de las precipitaciones en una zona o región determinada. Cuando la situación se prolonga por varios años se le denomina sequía.

Vaguada Costera: prolongación de una baja presión a nivel de superficie atrapada al sector costero. En el caso de la Región de Coquimbo, la vaguada costera es la prolongación de la baja que comienza en las costas peruanas hasta los 30° de latitud sur, aproximadamente. Su presencia está regulada por la influencia del anticiclón del Pacífico y es la responsable de la típica nubosidad costera persistente entre la región de Arica y Parinacota y la región de Valparaíso, aproximadamente.

7 Créditos

El presente boletín ha sido posible gracias al apoyo, colaboración y financiamiento del **Gobierno Regional de la Región de Coquimbo**.



Se agradece a las siguientes instituciones ya que son las principales fuentes de datos e información que son utilizadas en el presente boletín.



Este boletín es confeccionado mensualmente por el equipo de trabajo de CEZAMET, el cual está conformado por:



Cristóbal N. Juliá (análisis climático, edición y diseño)
Cristian Orrego Nelson (análisis de datos, edición)
David López (teledetección)
Eric Sproles (hidrología)
Pilar Molina (transferencia)
Pablo Salinas (modelos globales y WRF)

Colabora con este boletín el Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelamiento de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA), dependiente del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena:



PROMMRA
 LABORATORIO
 PROSPECCIÓN, MONITOREO Y MODELACIÓN
 DE RECURSOS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

Pablo Álvarez Latorre
 Héctor Reyes Serrano
 Mauricio Cortés Urtubia
 Carlos Anes Arriagada
 José Luis Ortiz Allende
 Erick Millón Henríquez

Próxima actualización: **febrero**, 2016

Contacto:  ceazamet@ceaza.cl

 [@CEAZAmet](https://twitter.com/CEAZAmet)