



# Boletín Climático CEAZA

**ceazamet**

**Nº 21 — Agosto, 2015**

## Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico<sup>1</sup> de la Región de Coquimbo se mantiene crítico y deficitario. Continúa el año 2015 con las principales variables relacionadas al ciclo hidrológico en valores históricamente negativos; los caudales con un déficit regional actual de 68 % y los embalses, con déficit de 88.9 %, aproximadamente (ver figura 1). Para el caso de las precipitaciones el déficit cae a 24.5 % y valores de nieve producto de los eventos de julio, se mantiene en 18.3 %.

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 julio El Niño continúa en condición moderada, como se venía proyectando hace unos meses, con tendencia a fortalecerse y pasar a señal niño-fuerte. Esta condición propiciaría régimen de precipitaciones por sobre lo normal, concentrando su máxima energía durante el mes de agosto, pudiendo extenderse a los meses de primavera.

Se puede concluir, entonces, si bien las precipitaciones podrían incrementarse en relación a la temporada pasada y un año normal, según las condiciones proyectadas para 2015, el sistema hidrológico tendrá un comportamiento bajo el promedio climatológico en gran parte de la región (i.e., caudales y embalses). Así, no se espera una recuperación de las principales fuentes hídricas de la región durante parte de 2015 y el déficit se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores ligeramente por sobre lo normal durante gran parte del presente año.

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.

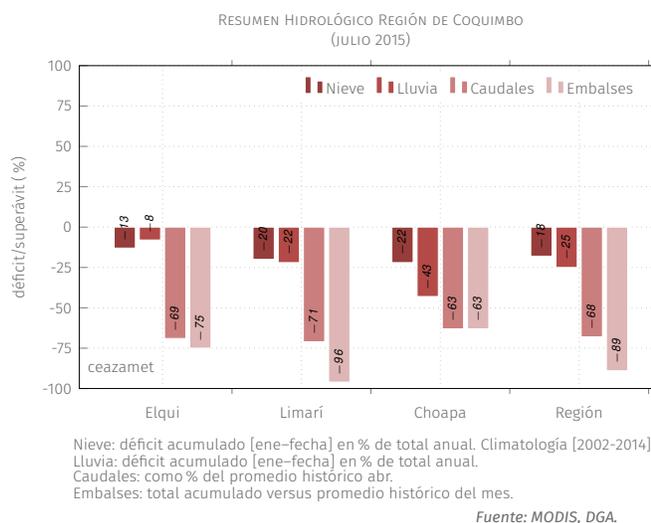


FIGURA 1. Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de julio, 2015.

<sup>1</sup>En 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

---

<b>1. Análisis Meteorológico</b>	<b>1</b>
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
<b>2. Análisis Hidrológico</b>	<b>7</b>
2.1. Estado de Caudales . . . . .	7
2.2. Pronóstico de Caudales . . . . .	8
2.3. Estado de los Embalses . . . . .	9
<b>3. Análisis Agronómico</b>	<b>11</b>
3.1. Evapotranspiración Potencial $ET_0$ . . . . .	11
3.2. Horas Frío (base 7°C) y Heladas . . . . .	12
3.3. Índice EVI . . . . .	13
3.4. Visión general panorama agronómico . . . . .	14
<b>4. Datos adicionales</b>	<b>16</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>17</b>
<b>6. Glosario</b>	<b>18</b>
<b>7. Créditos</b>	<b>19</b>

## Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de julio, 2015. . . . .	i
2.	Anomalías promedio TSM, última semana de julio 2015, calculadas respecto periodo base 1981–2010 (Fuente: CPC – <a href="http://cpc.ncep.noaa.gov/">http://cpc.ncep.noaa.gov/</a> ). . . . .	1
3.	(Izquierda) Pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos, julio 2015. (Derecha), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – <a href="http://iri.columbia.edu/">http://iri.columbia.edu/</a> ). . . . .	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en junio. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a> ; proceso y mapas: CEAZAMET). . . . .	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre agosto–septiembre–octubre de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – <a href="http://www.ecmwf.int/">www.ecmwf.int/</a> ). . . . .	2
6.	Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en junio (a) y julio (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en junio (c) y julio (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL ( <a href="http://rda.ucar.edu/">http://rda.ucar.edu/</a> ). . . . .	3
7.	Promedios de temperatura a 2m diaria en julio de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET. . . . .	4
8.	Precipitación promedio diaria durante el mes de julio de 2015. . . . .	5
9.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos cuatro meses. <b>Fuente: CEAZAMET.</b> . . . .	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). <b>Fuente: DGA.</b> . . . .	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.	(Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior. . . . .	11

16. 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
17. 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. Heladas y Horas Frío 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 TSM<sup>2</sup>, en la zona NIÑO3.4<sup>3</sup> (figura 2), a finales de julio, se mantienen en valores positivos, entre 0.5°C y 3°C de anomalía —en un área dentro de la zona NIÑO4—. La zona del NIÑO1+2, sigue con anomalía positiva y aumentando, coherentemente con el resto de las zonas de El Niño.

Así, finalizado julio, las anomalías promedian +1°C, lo que se asocia al desarrollo de un evento de El Niño<sup>4</sup> de señal moderada. A partir del último trimestre móvil, las anomalías son más acentuadas en todas las zonas de El Niño y muestran una clara tendencia al fortalecimiento del presente evento.

Las tendencias en conjunto de modelos dinámicos y estadísticos (figura 3a), continúan indicando que durante el presente trimestre julio-agosto-septiembre seguirá el desarrollo de El Niño, llegando su señal al máximo (i.e., >+2°C) durante el trimestre octubre-noviembre-diciembre, pasando de Niño moderado a niño fuerte. El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá hasta inicios del año 2016 (sobre 80% de probabilidad, figura 3b). De mantenerse esta proyección de EL Niño y su acoplamiento con el componente atmosférico —el cual ya se ha dado—, seguirá proyectando lo que resta de invierno 2015 más lluvioso de lo normal en la región, con probabilidades de extenderse hacia los meses de primavera.

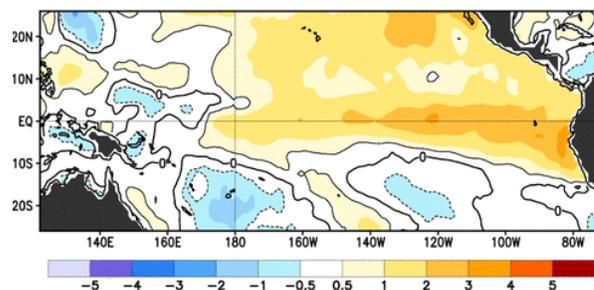


FIGURA 2. Anomalías promedio TSM, última semana de julio 2015, calculadas respecto periodo base 1981-2010 (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>).

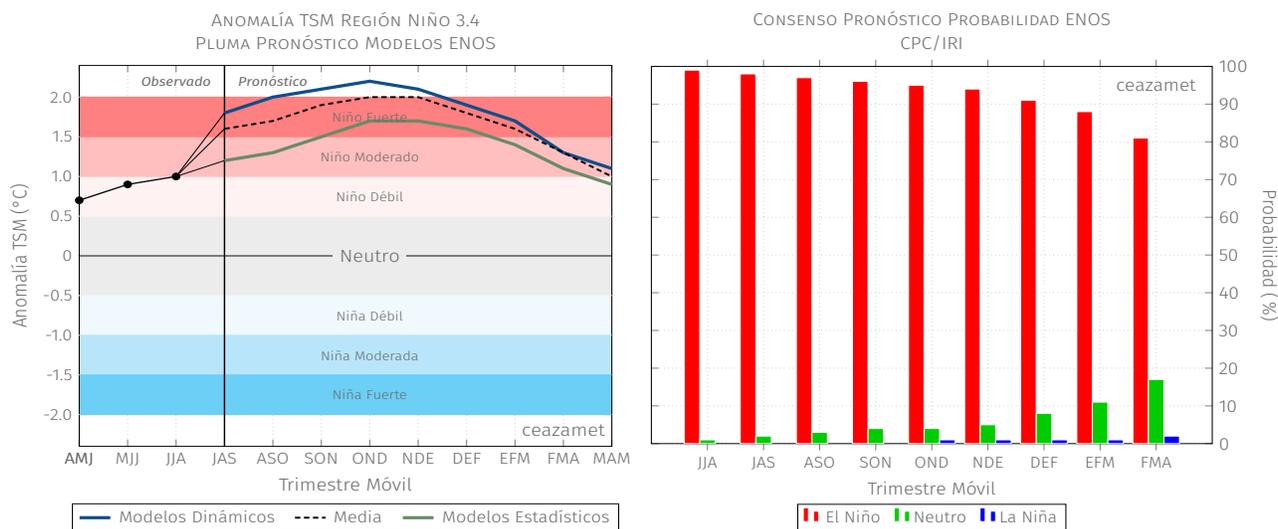


FIGURA 3. (Izquierda) Pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos, julio 2015. (Derecha), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – <http://iri.columbia.edu/>).

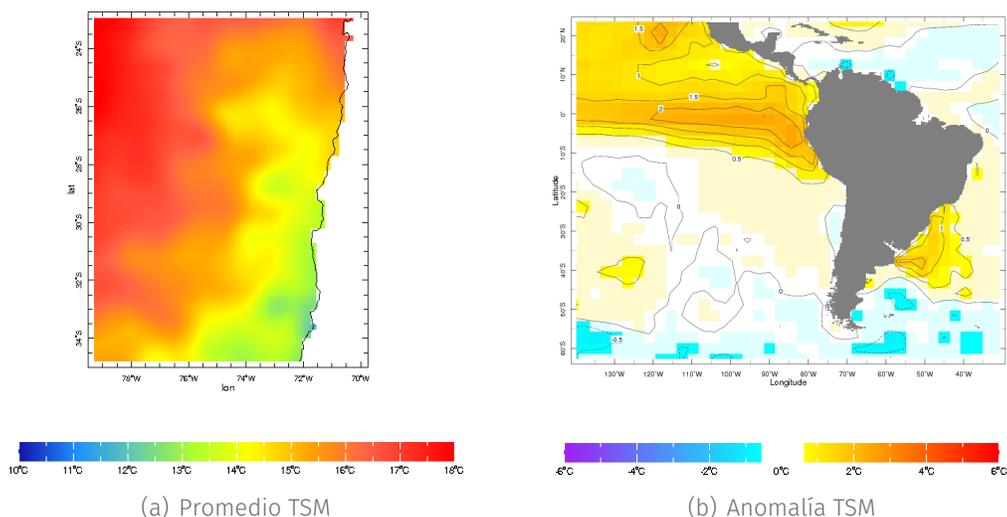
<sup>2</sup>TSM = Temperatura Superficial del Mar.

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

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

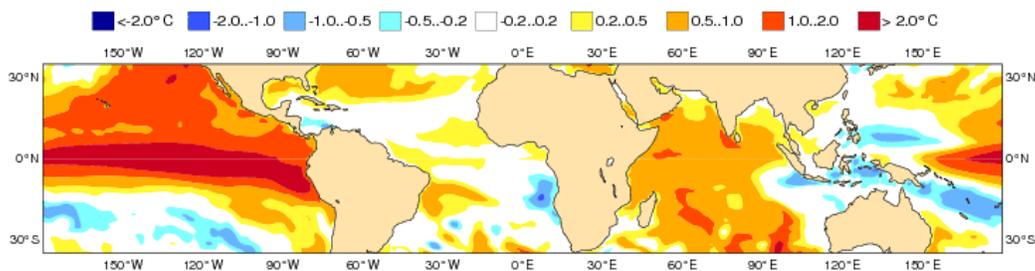
## 1.2 Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de julio frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 12 y 14°C aproximadamente, lo que indica que las temperaturas nuevamente se enfriaron un par de grados durante el último mes. La anomalía de temperatura en las costas regionales —de hecho— confirma que este enfriamiento (figura 4b) fue más acentuado de lo normal, el que en julio fue de aproximadamente -1°C.



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

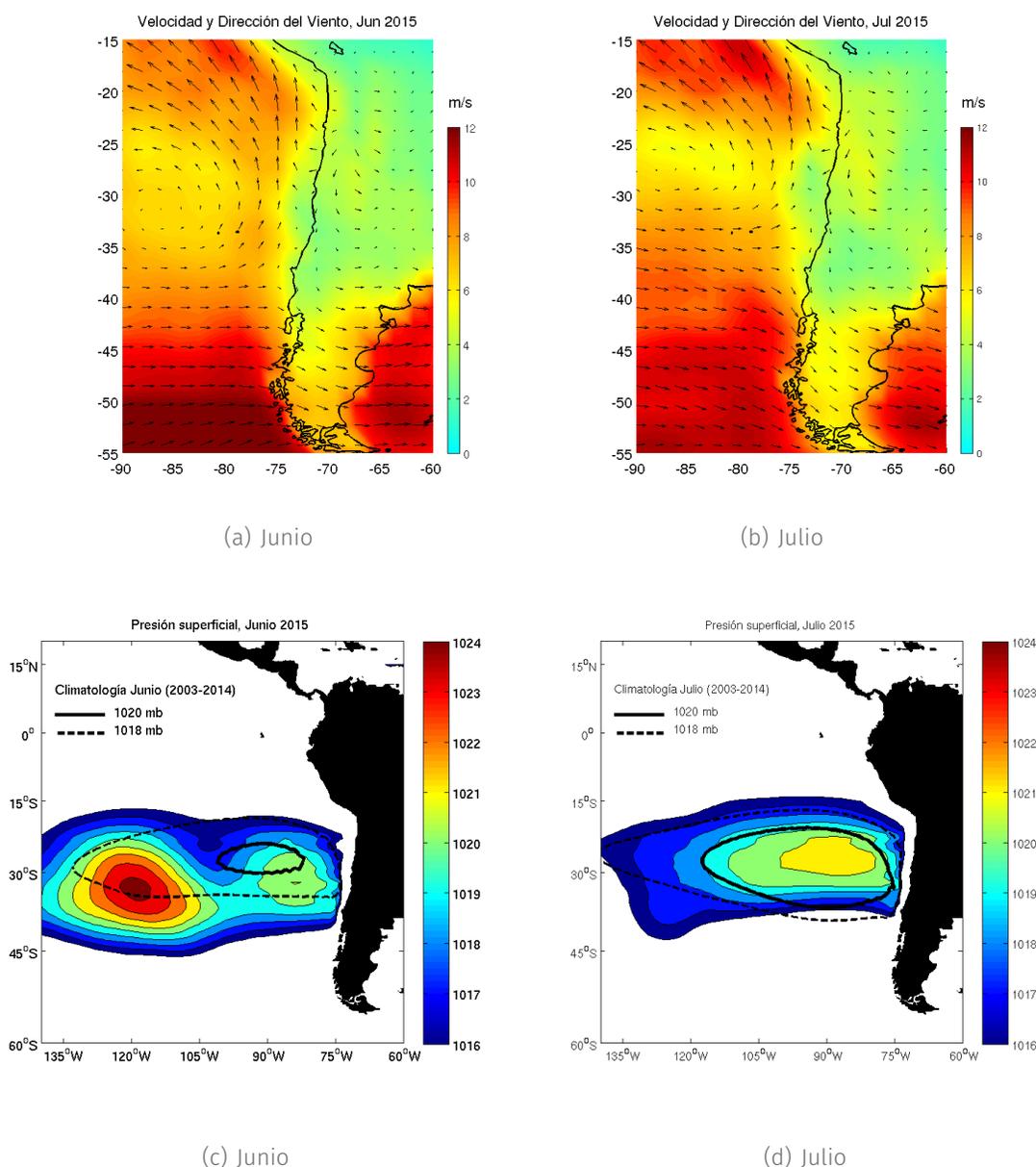
De acuerdo a los pronósticos generados por la agencia europea de pronósticos (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast, ECMWF*), se proyecta que para el trimestre **agosto-septiembre-octubre** la TSM en las costas de la Región de Coquimbo no presente anomalías claras (figura 5), lo que podría no tener impacto notorio en las actividades acuícolas, las que son —en general— afectadas por valores más bien anómalos de esta variable.



**FIGURA 5.** Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre agosto-septiembre-octubre de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – [www.ecmwf.int/](http://www.ecmwf.int/)).

### 1.3 Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos<sup>5</sup> predominantes (figura 6 a y b), muestra baja variabilidad de un mes a otro en magnitud, al menos frente a las costas de la región. Se aprecia un leve aumento en los valores, debido al traslado de masas de aire de origen polar a latitudes menores, lo que favorece una intensificación en los flujos del oeste en la parte sur del país. Asimismo, de un mes a otro, se aprecia una leve disminución en los valores de presión atmosférica (figura 6 c y d), asociado a un comportamiento más «normal» del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS), lo que a su vez permite una mayor incursión de altas frías migratorias y, por la tanto, un aumento de probabilidad de precipitaciones en la región.

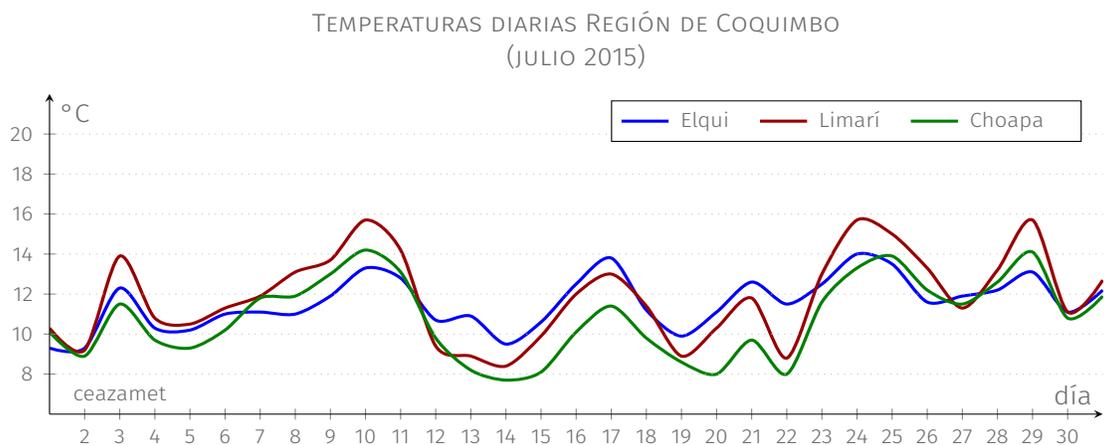


**FIGURA 6.** Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en junio (a) y julio (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en junio (c) y julio (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>).

<sup>5</sup>Flujos predominantes se refiere a los «vientos» que típicamente soplan en una zona determinada.

### 1.4 Variabilidad Térmica

Durante el mes de julio, en general se aprecia poca variabilidad de las temperaturas promediando entre 10 a 12°C, aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). En general, esta variable muestra un comportamiento típico para la temporada invernal y no se manifiesta evidencia de eventos extremos o anómalos para la temporada.



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

## 1.5 Precipitaciones

Durante el mes de julio hubo dos eventos de precipitaciones. El primero, centrado en los días 12 y 13, dejó en promedio alrededor de 45 mm de agua caída en las tres cuencas (ver figura 8). Hacia finales de mes, el segundo evento, de menores proporciones, solamente alcanzó a dejar en promedio 5 mm de agua, concentrada en la Provincia de Choapa. Las otras dos provincias no recibieron precipitaciones.

A pesar de las lluvias de julio, el déficit hídrico de la región se mantiene cercano al 8%. La figura 9, muestra la evolución de las precipitaciones registradas por las estaciones de ceazamet en los últimos cuatro meses.

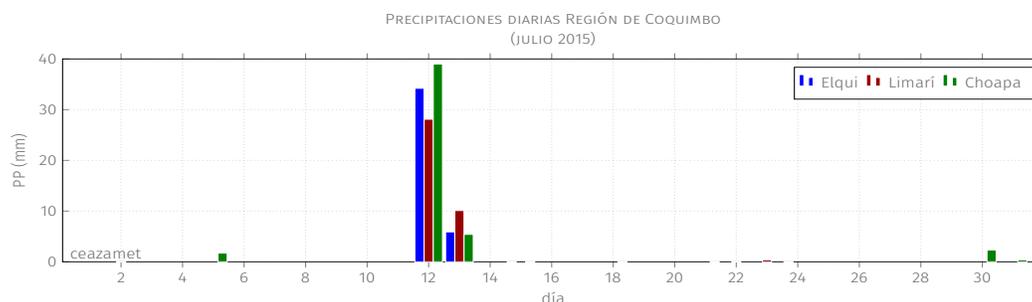


FIGURA 8. Precipitación promedio diaria durante el mes de julio de 2015.

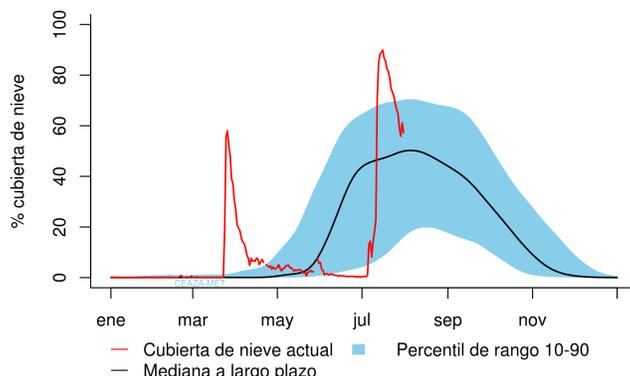
Estación	Mar '15	Abr '15	May '15	Jun '15	Jul '15	Total (mm)
Punta Colorada	15.5	0.2	0.3	0.2	29.4	45.6
La Serena [El Romeral]	7.5	0.1	0.1	0	35	42.7
La Serena - CEAZA	12.9	(1)1	(1)0.3	0.7	34.3	49.2
Rivadavia	34.5	0	1.5	0	40.1	76.2
Gabriela Mistral	26.1	2.7	1.3	0.7	44.4	75.2
Coquimbo [El Panul]	29.3	1.2	0.6	1.8	18.8	51.7
Vicuña [INIA]	40	0	0	0	43.3	83.3
Pan de Azúcar [INIA]	10.6	0.5	0.3	0.4	26	37.8
Pisco Elqui	44	0	0	0	50.2	94.2
Andacollo	39	0	0	0	43	82
Las Cardas	11.7	0.3	0.1	0.3	34.2	46.6
Hurtado [Lavaderos]	37.6	0	0	0	51.8	89.4
Pichasca	20.3	0	0	0	35.8	56.1
Quebrada Seca	14.5	0	0	0	25.4	39.9
Ovalle [Talhuén]	9.7	0.5	0.7	0.5	27.5	38.9
Algarrobo Bajo [INIA]	(2)8.9	0.1	0.1	0.1	31.2	40.4
Camarico [INIA]	13.4	0.8	1	0.8	36.6	52.6
Rapel	27.4	0	0.3	0	35.8	63.5
El Palqui [INIA]	27.1	(2)0.3	0.2	0.1	39.5	67.2
Combarbalá	42.5	0	0.7	0	46.6	89.8
Tascadero	25.5	0.9	6.4	0	52.1	84.9
Canela	12.4	0	0.2	0	38.8	51.4
Huintil	15.1	0.7	0.8	0	33.3	49.9
Mincha Sur	11	0.5	1	0.6	41.2	54.3
Illapel [INIA]	13.4	0.3	1	0.4	(1)46.1	61.2
Salamanca [Chillepin]	19.9	0	1.1	0	60.4	81.4

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

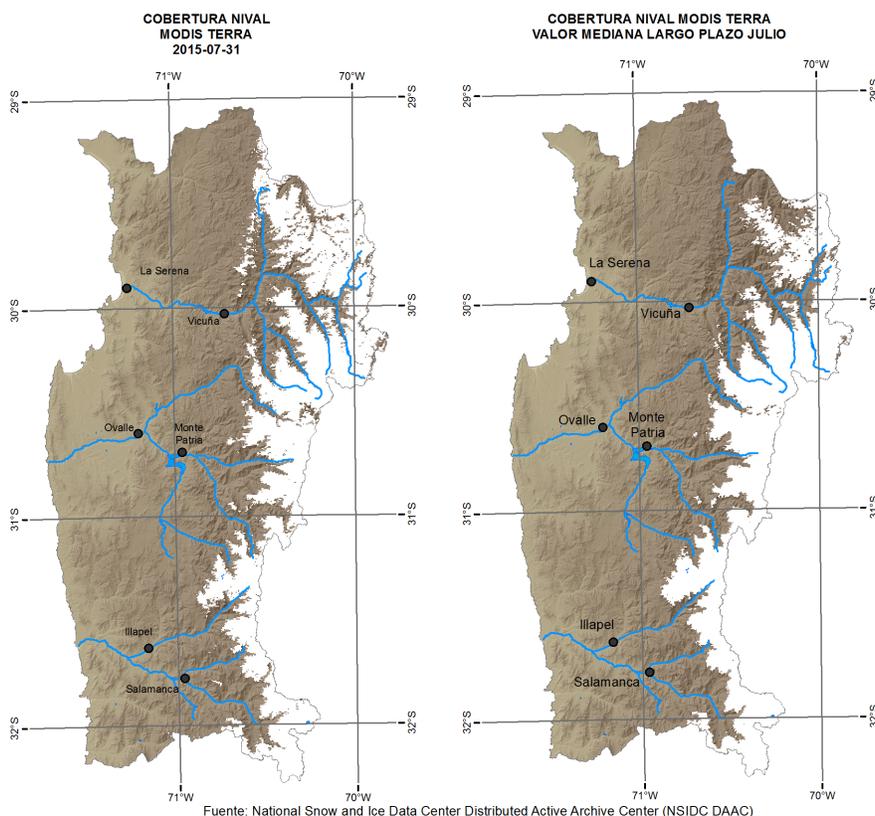
## 1.6 Cobertura Nival

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

Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa terminan el respectivo mes con valores de cobertura nival cercano al 50 % (figura 10a). El evento de precipitaciones de la segunda semana del mes permitió recuperar en parte el déficit de nieve que tiene la región, inclinando la tendencia —por ahora— hacia un año normal a la fecha.(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 —celeste—; (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

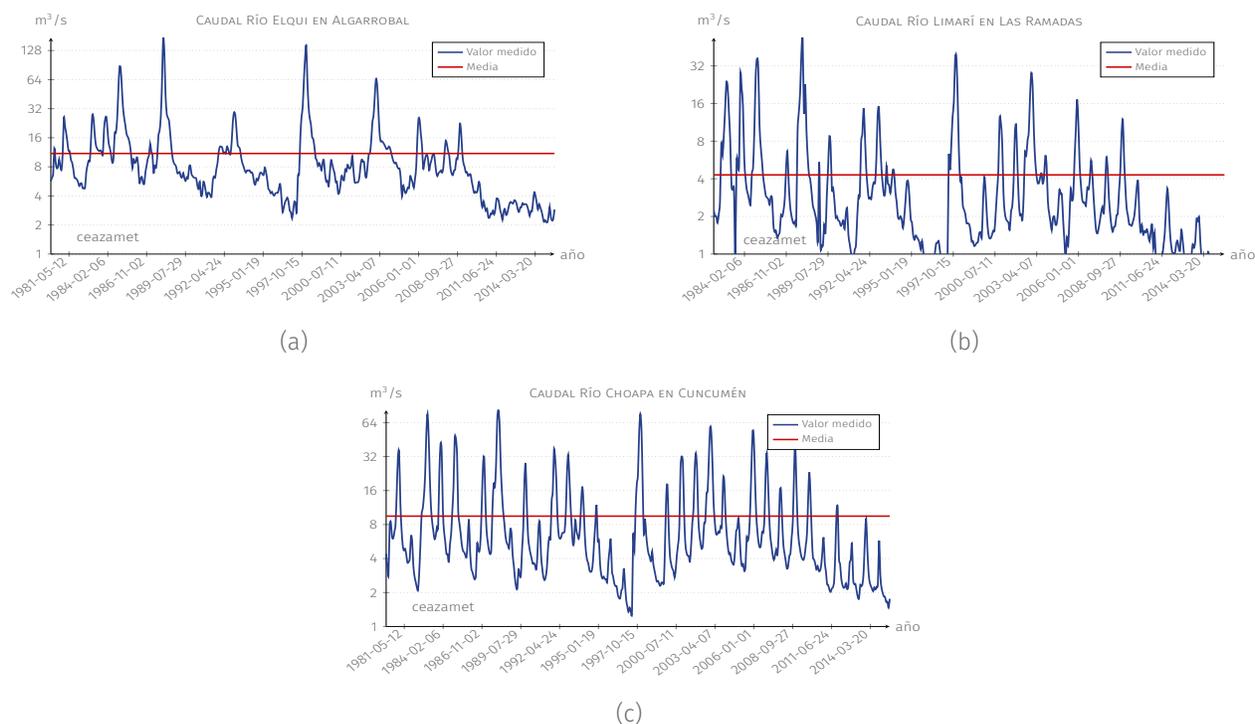
### 2.1 Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2015–2016 indican que las tres cuencas tienen valores todavía muy bajos respecto del caudal medio histórico para este mes (tabla 1). Para las tres cuencas de Elqui, Limarí y Choapa hubo un leve alza en los valores respecto del mes pasado, asociado principalmente a las precipitaciones de julio. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran entre 29-37 % de los valores históricos 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/jul
Elqui	Elqui en Algarrobal	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	2.41	2.22	2.3	2.89									2.45
		% del promedio histórico	28	28	30	37									30
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	0.63	0.65	0.68	0.77									0.68
		% del promedio histórico	32	32	30	26									29
Choapa	Choapa en Cuncumen	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	1.65	1.66	1.47	1.76									1.63
		% del promedio histórico	39	40	33	38									37

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, se mantienen todas en niveles mínimos. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 11a) se mantiene por 5.9 años aproximadamente; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 11b), mantiene este mismo comportamiento por 6 años; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 11c) mantiene esta condición por 5.1 años, aproximadamente.



**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:

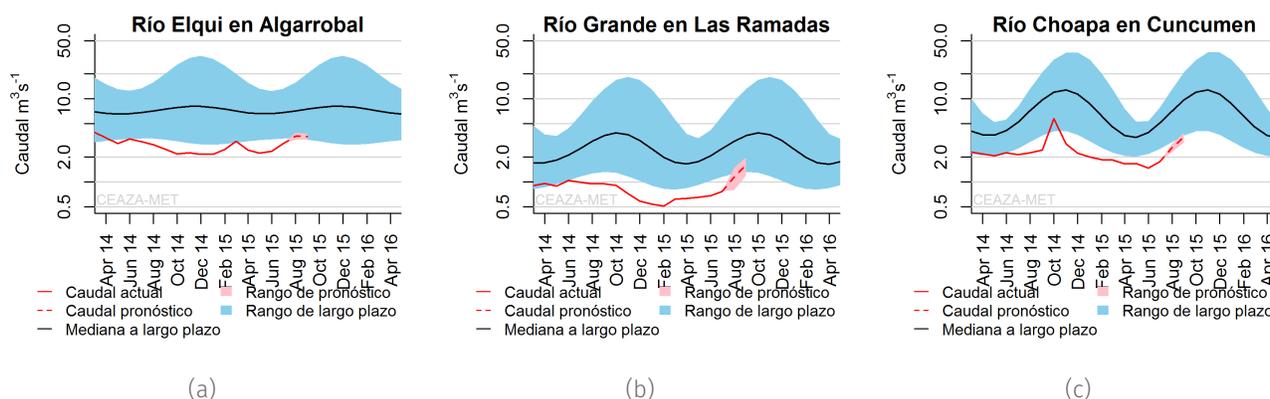
El Pronóstico de caudales promedio para agosto–septiembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $3.55 \pm 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Río Grande en Las Ramadas:

El Pronóstico de caudales promedio para agosto–septiembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $1.15 \pm 0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Choapa en Cuncumen:

El Pronóstico de caudales promedio para agosto–septiembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $2.6 \pm 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**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 levemente en junio (tabla 2). Sin embargo, si se les compara a igual fecha del año pasado, todos los embalses —a excepción de Recoleta— están por debajo de su nivel a igual fecha y todos muy por debajo de su nivel normal histórico.

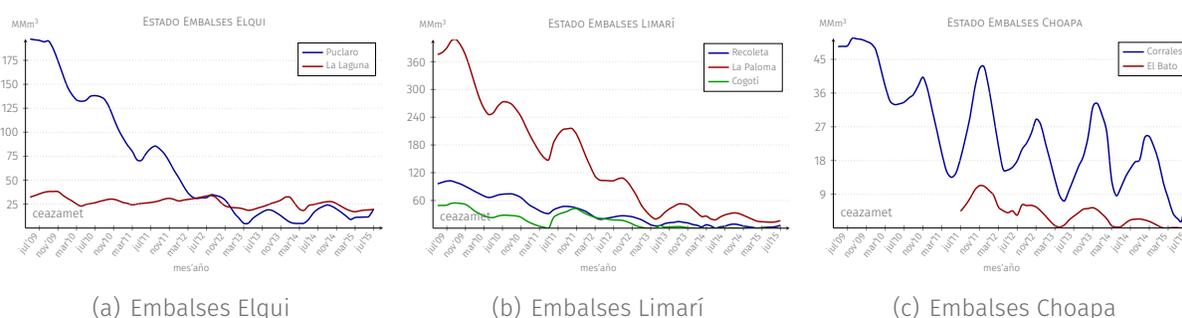
Elqui tiene 39.4 MMm<sup>3</sup> de agua en los embalses, lo que corresponde al 16.4% de su capacidad máxima (figura 13a).

Limarí tiene 23.2 MMm<sup>3</sup> de agua, lo que corresponde solo al 2.3% de su capacidad máxima, con la mayor parte de este (16.4 MMm<sup>3</sup>) en el embalse La Paloma (figura 13b).

Choapa tiene 18 MMm<sup>3</sup>, lo que corresponde al 23.8% de su capacidad máxima, de los cuales casi el total (15.8 MMm<sup>3</sup>) se encuentra en el embalse Corrales (figura 13c).

Provincia	Embalse	Capacidad MMm <sup>3</sup>	Estado Actual MMm <sup>3</sup>	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	19.4	24	+1.1	-15.4	13a
	Puclaro	200	20	135	+3.9	+0.1	
	Cogotí	140	0.5	76	+0.4	0	
Limarí	Paloma	750	16.4	404	+0.4	-1.6	13b
	Recoleta	100	6.3	67	+2.9	+2.1	
	Corrales	50	15.8	36	+26.7	0	
Choapa	El Bato	26	2.2	12.8	+8	0	13c
	Culimo	10	0	3.9	0	—	

**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.



**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 julio es de un 6.2% de la capacidad (i.e., 80.6 MMm<sup>3</sup> de 1315.5 MMm<sup>3</sup>). Ver figura 14.

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

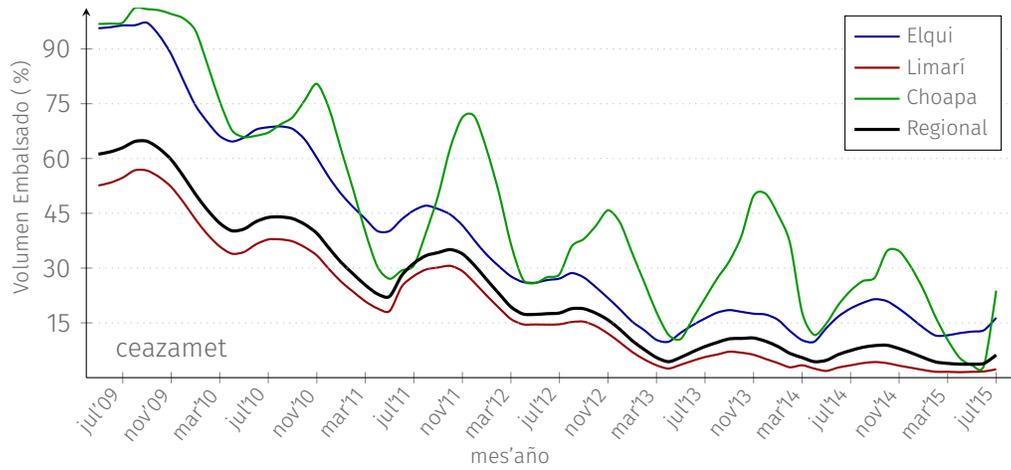
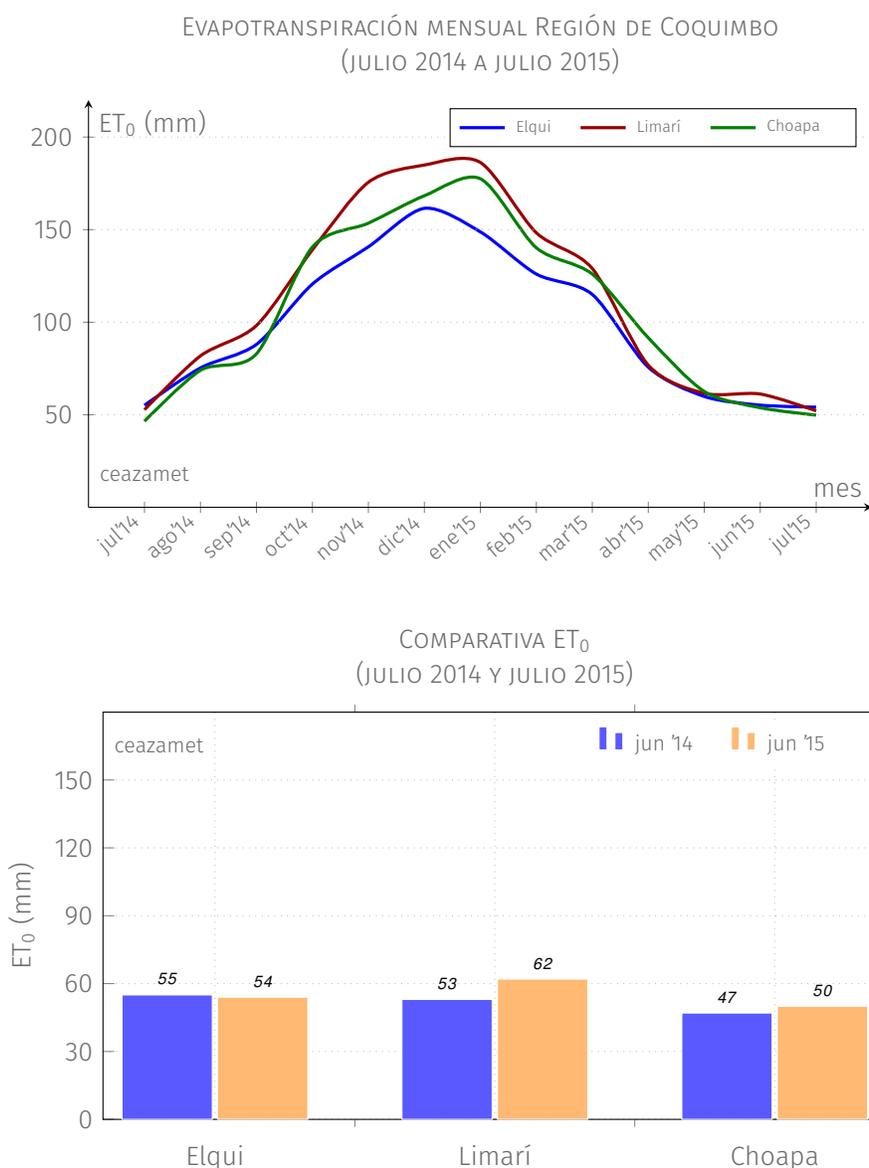


FIGURA 14. Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.

### 3 Análisis Agronómico

#### 3.1 Evapotranspiración Potencial $ET_0$

La Evapotranspiración Potencial ( $ET_0$  figura 15, arriba) sigue su patrón anual típico manteniendo en julio valores entre 50 y 62 mm/mes, aproximadamente, para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial, excepto Limarí, provincia que evidencia tasas más altas de este parámetro. En relación a igual mes del año pasado de  $ET_0$  (figura 8, abajo), los valores son muy similares excepto —nuevamente— Limarí, que se dispara en sus valores, lo que es un claro indicio de que las temperaturas han estado más altas de lo normal para la fecha, donde la única provincia que apenas bajó sus valores fue Elqui.



**FIGURA 15.** (Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.

### 3.2 Horas Frío (base 7°C) y Heladas

Las Horas Frío acumuladas, calculados a partir del 1 de mayo de 2015, muestran que a igual fecha del año pasado, ha habido —en general— una acumulación deficitaria de frío. 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 frío acumulado a igual fecha año anterior es mayor (i.e., superávit de frío). En la tabla se presentan valores en rojo mayormente, lo que es indicativo que las temperaturas han estado levemente más altas que la temporada anterior.

**TABLA 3.** Heladas y Horas Frío acumulados en la red CEAZAMET en la región.

Horas Frío Acumuladas a la fecha. Base: 7°C, inicio: 1-Mayo		
Estación	HF Acumuladas y diferencia con el año pasado al 2015-08-02	HF Acumuladas al 2014-08-02
Cachiyuyo	69(-77%)	296
Punta de Choros	7(-13%)	8
Punta Colorada	141(-34%)	213
Islote Pájaros	00	0
La Serena [El Romeral]	77(+35%)	57
La Serena - CEAZA	6	-
Rivadavia	113(-63%)	306
UCN Guayaacan	11(-15%)	13
Gabriela Mistral	347(-1%)	351
Coquimbo [El Panu]	00	0
Vicuña [INIA]	608(-23%)	791
Pan de Azúcar [INIA]	429(+3%)	415
Pisco Elqui	257(-50%)	517
El Tapado	22490	2240
Paso Aguas Negras	2256	-
La Laguna [Elqui]	1820-0	1823
Andacollo	78(-80%)	399
Las Cardas	214(-9%)	236
Hurtado [Lavaderos]	116(-69%)	376
Pichasca	122(-68%)	383
Quebrada Seca	108(-19%)	133
Laguna Hurtado	1126(-11%)	1263
Ovalle [Talhuén]	301(-14%)	350
Algarrobo Bajo [INIA]	468(+6%)	441
Camarico [INIA]	560(+7%)	524
Rapel	355(-44%)	631
Los Molles [Bocatoma]	1144(-12%)	1297
El Palqui [INIA]	218(-43%)	382
Peñablanca	224(+2%)	219
Combarbalá	72(-80%)	355
Tascadero	2107(-4%)	2184
Canela	293(+8%)	272
Huintil	922(-2%)	941
Mincha Sur	417(+45%)	287
Illapel [INIA]	703(+12%)	626
Hualtatas	2176(-1%)	2202
Salamanca [Chillepin]	465(-26%)	631
Pichidanguí	28(+178%)	10

#### Hora Frío

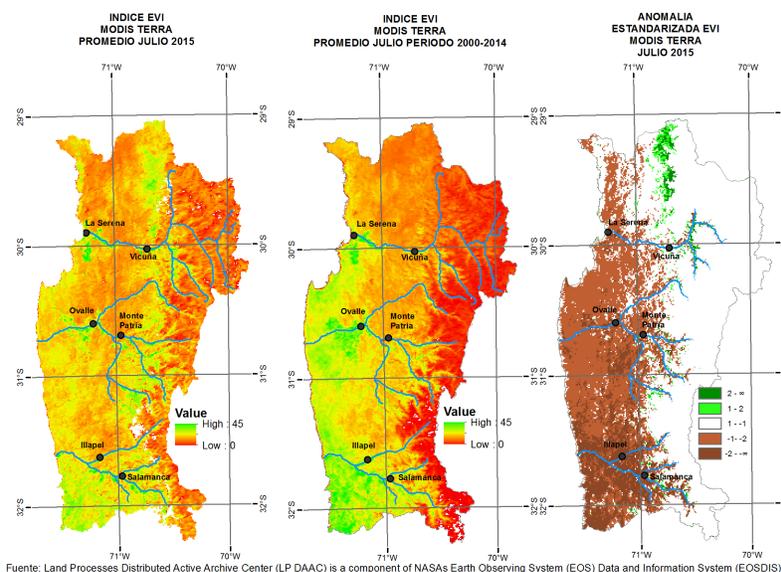
Estación	Días con T° < 0°C registradas		Detalles
	2015-07-01 Al 2015-07-31		
Cachiyuyo	0		
Punta Colorada	0		
La Serena [El Romeral]	0		
La Serena - CEAZA	0		
Rivadavia	0		
Gabriela Mistral	0		
Vicuña [INIA]	2	2015-07-02:-1.5, 2015-07-04:-0,	
Pan de Azúcar [INIA]	0		
Pisco Elqui	3	2015-07-12:-0.4, 2015-07-14:-0.7, 2015-07-15:-0.3,	
Andacollo	0		
Las Cardas	0		
Hurtado [Lavaderos]	2	2015-07-12:-0.3, 2015-07-13:-0.6,	
Pichasca	0		
Quebrada Seca	0		
Ovalle [Talhuén]	0		
Algarrobo Bajo [INIA]	2	2015-07-01:-0.4, 2015-07-03:-0.8,	
Camarico [INIA]	0		
Rapel	0		
El Palqui [INIA]	0		
Combarbalá	0		
Canela	0		
Huintil	10	2015-07-01:-2, 2015-07-02:-2.7, 2015-07-03:-2.2, 2015-07-04:-2.7, 2015-07-14:-1.2, 2015-07-15:-1.1, 2015-07-20:-1.5, 2015-07-21:-1, 2015-07-22:-1.7, 2015-07-23:-0.7,	
Mincha Sur	0		
Illapel [INIA]	0 (2)		
Salamanca [Chillepin]	0		

#### Heladas

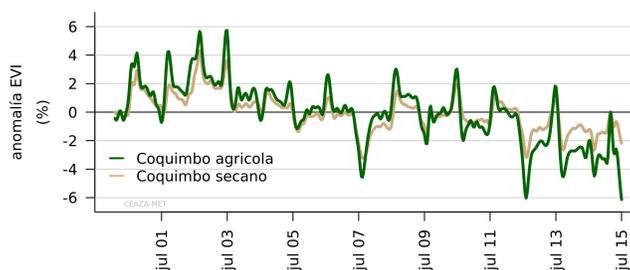


### 3.3 Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI<sup>6</sup>) para el mes de julio sigue mostrando anomalías negativas en las partes centrales y bajas de la Región de Coquimbo (figura 16). Sin embargo, en el sector norte de la provincia del Elqui, persisten anomalías positivas. Su explicación está dada —al igual que el mes anterior— por el fenómeno del desierto florido, el cual fue reforzado gracias a las precipitaciones ocurridas durante julio. Además, otra consecuencia de este mismo fenómeno es que se mantiene la anomalía del sector seco, el que va al alza en términos superficiales, ya que sigue superando a la zona agrícola bajo riego, durante el presente mes, en la Región de Coquimbo. (figura 17).



**FIGURA 16.** 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 17.** 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).

<sup>6</sup>Desde agosto de 2014, se incorpora el EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Índice de Vegetación Mejorado), el cual se encuentra presente en el mismo 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 o con baja densidad de vegetación, lo que lleva a una distorsión del fenómeno. En cambio, el EVI pertenece a la nueva generación, donde se han perfeccionado estos problemas minimizando por una parte el efecto del brillo del suelo, responsable de la saturación y por otro, de corregir la perturbación de la atmósfera por los aerosoles. Para más información ver Huete et al., 2002; Ramon Solano, Kamel Didan & Huete, 2010.

### 3.4 Visión general panorama agronómico

Durante el presente invierno se han acumulado una buena cantidad de horas frío, siendo beneficioso para las especies de hoja caduca, ya que incide positivamente en la homogeneización de la brotación de estas especies durante la temporada. Por otro lado, las recientes precipitaciones implicarán la toma de decisiones productivas relevantes en varias especies, como en el caso de la vid de mesa y realizar los ajustes pertinentes en los programas fitosanitarios de las próximas semanas.

#### Almendros

En estos momentos esta especie se encuentra en el estado fenológico de botón rosado y/o 5 % de flor, razón por la cual se recomienda iniciar las aplicaciones fitosanitarias para el control de «Monilia» (*Monilia laxa*) y «Botrytis» (*Botrytis cinerea*) en flor. Se prevé una alta presión de hongos, lo cual implica necesariamente un ajuste de los programas fitosanitarios con productos curativos erradicantes y sistémicos. Además, se recomienda efectuar aplicaciones foliares de Boro y Zinc con la finalidad de mejorar la polinización y cuaja. Las colmenas necesarias para la polinización, ya debiesen estar colocadas en los huertos, en cantidades que pueden variar entre 8 y 14 colmenas/hectárea, dependiendo de la calidad de las mismas. Se hace hincapié en la verificación de la calidad de las colmenas.

#### Nogales

Esta especie se encuentra en fase de «dormancia» y con las labores de poda y ortopedia ya ejecutadas. Se sugiere la aplicación de *Cianamida Hidrogenada* durante esta semana o la siguiente, con la finalidad de uniformar y adelantar la brotación. Además, de mejorar la sincronización de los estambres con la flor pistilada.

#### Vid Pisquera

Esta especie actualmente se encuentra en plena fase de poda; se estima que alrededor del 50 % de la superficie cultivada ya ha sido podada. Se espera que durante el transcurso del mes se finalice tanto con esta labor así como con la amarra. En el caso que se realicen aplicaciones de *Cianamida Hidrogenada*, con la finalidad de regular la salida de dormancia, considerar que dichas aplicaciones debiesen efectuarse a finales del mes en curso o a más tardar a inicios de septiembre.

#### Vid Vinífera

En estos momentos estas variedades se encuentran totalmente podadas. En el caso de las variedades blancas (*Chardonnay* y *Sauvignon Blanc*), éstas se encuentran en el estado fenológico de yema algodonosa. En general, las podas efectuadas durante esta temporada, tanto en aquellos huertos conducidos en parrón como en espaldera, han sido cortas. Esto se explica en gran parte debido a que al momento de efectuar la labor de poda existía escasa madera y la calidad de la misma no permitía una poda distinta.

#### Vid de mesa

Actualmente esta especie presenta tres situaciones productivas diferentes:

- En parrones con manejos productivos normales, se han efectuado las labores de poda, amarra y aplicación de *Cianamida Hidrogenada*.
- En parrones con podas tardías, se están decidiendo los manejos a consecuencia del actual escenario de precipitaciones, pudiendo tener como resultado labores que estén orientadas a la

producción en esta temporada. Dichos parrones se espera que presenten brotación más tardía, con menor vigor, lo que se podría traducir en modificaciones en la fecha de cosecha. Se recomienda podas cortas, con la finalidad de mejorar el vigor de los brotes y calidad de los mismos, de tal manera que la fruta se posicione en brotes de buena calidad para cumplir con los requerimientos de exportación.

- Parrones altamente afectados por la sequía, principalmente los que fueron sometidos a podas severas, están siendo rebajados a pitones de dos yemas o a corona, con la finalidad de recuperarlos.

En general en las variedades más tempranas se observan los estados fenológicos de yema hinchada y/o algodonosa. En casos puntuales se observa brotación, que corresponde a parrones ubicados en las partes altas de los valles.

## 4 Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar<sup>7</sup> en W/m<sup>2</sup>, promedios mensuales:

**TABLA 4.** Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET

Fecha	P.Colorada	La Serena	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur	Tapado	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	147	143		137	112	104	152	162
Ago-14	200	167	200	206	187	194	160	150	199	210
Sep-14	240	191	233	243	214	223	188	185	205	256
Oct-14	295	246	299	322	276	312	282	263	290	314
Nov-14	340	280	344	361	330	350	327	311	341	364
Dic-14	362	302	377	399	352	393	346	307	406	387
Ene-15	334	240	355	386	326	379	338	290	393	377
Feb-15	313	247	314	340	298	333	293	267	350	337
Mar-15	252	215	253	278	240	272	241	226	307	274
Abr-15	203	155	214	231	177	225	196	185	246	231
May-15	163	133	166	176	153	167	144	141	172	178
Jun-15	158	140	155	159	145	147	136	131	160	165
Jul-15	143	123	136	146	131	136	127	121	147	153

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
2015-08-03	00:45	1.30P	06:39	0.34B	13:00	1.63P	19:31	0.25B
2015-08-04	01:34	1.33P	07:31	0.38B	13:46	1.55P	20:16	0.29B
2015-08-05	02:26	1.33P	08:28	0.45B	14:35	1.43P	21:04	0.35B
2015-08-06	03:24	1.33P	09:33	0.53B	15:30	1.29P	21:57	0.42B
2015-08-07	04:28	1.32P	10:50	0.60B	16:36	1.16P	22:56	0.49B
2015-08-08	05:41	1.32P	12:18	0.61B	17:57	1.07P		
2015-08-09	00:02	0.54B	06:54	1.35P	13:41	0.58B	19:22	1.04P
2015-08-10	01:09	0.55B	07:58	1.40P	14:47	0.52B	20:31	1.06P
2015-08-11	02:11	0.54B	08:53	1.45P	15:38	0.46B	21:23	1.10P
2015-08-12	03:05	0.50B	09:40	1.50P	16:19	0.41B	22:06	1.15P
2015-08-13	03:51	0.46B	10:21	1.53P	16:57	0.37B	22:44	1.18P
2015-08-14	04:32	0.43B	10:59	1.54P	17:31	0.36B	23:20	1.21P
2015-08-15	05:10	0.42B	11:34	1.53P	18:03	0.36B	23:55	1.23P
2015-08-16	05:46	0.43B	12:07	1.49P	18:34	0.38B		
2015-08-17	00:29	1.24P	06:22	0.46B	12:38	1.44P	19:04	0.41B
2015-08-18	01:03	1.23P	06:57	0.50B	13:08	1.36P	19:34	0.45B
2015-08-19	01:37	1.22P	07:33	0.55B	13:38	1.28P	20:03	0.50B
2015-08-20	02:14	1.20P	08:14	0.60B	14:12	1.19P	20:36	0.54B
2015-08-21	02:56	1.19P	09:04	0.66B	14:52	1.10P	21:15	0.59B
2015-08-22	03:48	1.17P	10:11	0.70B	15:45	1.01P	22:07	0.63B
2015-08-23	04:54	1.17P	11:41	0.71B	17:04	0.95P	23:15	0.65B
2015-08-24	06:09	1.20P	13:09	0.66B	18:44	0.94P		
2015-08-25	00:29	0.64B	07:17	1.27P	14:12	0.58B	19:58	0.98P
2015-08-26	01:34	0.59B	08:13	1.35P	14:59	0.49B	20:49	1.05P
2015-08-27	02:30	0.52B	09:00	1.44P	15:40	0.40B	21:31	1.13P
2015-08-28	03:18	0.44B	09:45	1.53P	16:18	0.32B	22:12	1.22P
2015-08-29	04:05	0.35B	10:27	1.60P	16:56	0.25B	22:53	1.31P
2015-08-30	04:50	0.29B	11:10	1.64P	17:36	0.21B	23:36	1.38P
2015-08-31	05:37	0.26B	11:54	1.63P	18:16	0.20B		
2015-09-01	00:21	1.43P	06:27	0.27B	12:38	1.58P	18:58	0.22B
2015-09-02	01:09	1.45P	07:19	0.31B	13:25	1.47P	19:42	0.28B
2015-09-03	02:00	1.45P	08:16	0.39B	14:15	1.34P	20:29	0.36B
2015-09-04	02:55	1.41P	09:21	0.48B	15:12	1.20P	21:22	0.46B
2015-09-05	03:58	1.36P	10:36	0.55B	16:23	1.08P	22:25	0.55B
2015-09-06	05:11	1.33P	12:04	0.57B	17:53	1.02P	23:39	0.61B
2015-09-07	06:29	1.32P	13:26	0.55B	19:20	1.02P		
2015-09-08	00:57	0.62B	07:38	1.34P	14:29	0.51B	20:23	1.07P
2015-09-09	02:03	0.59B	08:35	1.38P	15:16	0.46B	21:10	1.13P
2015-09-10	02:56	0.54B	09:21	1.42P	15:54	0.42B	21:49	1.19P
2015-09-11	03:40	0.49B	10:00	1.45P	16:27	0.40B	22:23	1.24P

<sup>7</sup>Esta 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 moderada a fuerte. La mayoría de los parámetros indican un fortalecimiento de éste durante el presente invierno 2015, lo que traería un incremento en el régimen de precipitaciones durante agosto.
- Durante julio se presentan dos eventos de precipitaciones siendo el primero de importancia ya que generó un aporte al sistema hidrológico.
- La anomalía de la TSM en las costas del centro–norte de Chile muestra valores negativos, es decir, la TSM en las costas de la región han estado más frío de lo normal.
- Los caudales en julio siguen a la baja con niveles bajos respecto de los promedios históricos, promediando un 68 % de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 6.2 % de su capacidad máxima.
- Las condiciones oceánico–atmosféricas observadas y analizadas siguen manifestando tendencia a anomalías positivas en temperaturas y precipitaciones.

## 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).

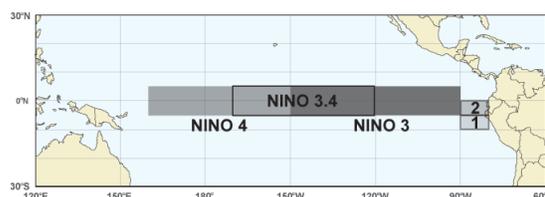
**Clima de estepa fría de montaña:** predomina sobre los 3000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

**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 CEAZAMET, 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 DE  
 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: **septiembre**, 2015

**Contacto:**  [ceazamet@ceaza.cl](mailto:ceazamet@ceaza.cl)

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