

# Boletín Climático

*Diciembre, 2014*

CEAZA

CEAZA-MET

## RESUMEN EJECUTIVO

El estado actual del sistema hidrológico<sup>1</sup> de la Región de Coquimbo es crítico y deficitario. Así lo acusan la mayoría de las variables relacionadas al ciclo hidrológico que han sido analizadas; partiendo desde las precipitaciones, las que presentan un déficit de cercano al 50 % y la cobertura de nieve en la cordillera, con un déficit aproximado de 60 %, lo que se ve manifestado en los caudales con un déficit actual superior al 60 %. Finalmente los embalses están con un déficit de más 80 %, aproximadamente. (Ver figura 1).

Esta situación no solo indica el estado actual de escasez hídrica en la región, sino también el estado que se proyecta a futuro, al menos hasta el próximo invierno de 2015, cuando nuevamente puedan presentarse las precipitaciones que alimentan el sistema. Hasta entonces, los índices se mantendrán en un estado crítico.

Con respecto al panorama para el próximo año del estado de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS), la evaluación de las principales variables atmosféricas (temperatura, presión atmosférica, viento, etc.), indican que el estado de normalidad o fase neutra–positiva observada durante gran parte del 2014 ha dado inicio a un evento de El Niño. No obstante, la posibilidad de reales efectos en el régimen de precipitaciones para el próximo invierno 2015 es incierta. Debido a que se está en la estación seca del hemisferio sur, no se proyectan nuevos aportes al sistema hidrológico de la región.

Se puede concluir que las condiciones proyectadas para la temporada 2014–2015, indican un comportamiento bajo el promedio climatológico del sistema hidrológico, en toda la región. No se espera una recuperación de los embalses y caudales durante lo que queda de 2014 y el déficit hídrico se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores ligeramente por sobre lo normal para la temporada.

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.

<sup>1</sup>En el gráfico, para la variable «nieve», se toma la cobertura de nieve para el periodo 2002–2013; las variables lluvia, caudales y embalses se basan en datos de la DGA. Para el caso de los embalses, se utiliza como valor normal el 50 % de su capacidad máxima.

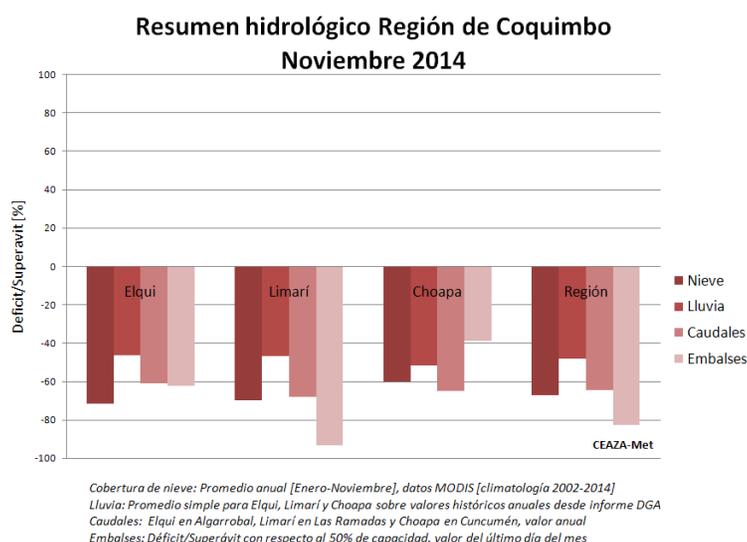


Figura 1: Resumen hidrológico Región de Coquimbo, noviembre 2014



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.

Este informe es financiado por el **Gobierno Regional de Coquimbo**, en el marco del proyecto FIC–R 2011 denominado «*Implementación de una red de monitoreo meteorológico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito agrícola y acuícola de la Región de Coquimbo*».

## Índice

<b>1. Proyección de ENOS</b>	<b>1</b>
<b>2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)</b>	<b>2</b>
<b>3. Diagnóstico de Variabilidad Climática</b>	<b>3</b>
<b>4. Variabilidad Térmica</b>	<b>4</b>
4.1. Análisis Agronómico . . . . .	4
<b>5. Evapotranspiración Potencial <math>ET_0</math></b>	<b>5</b>
5.1. Análisis Agronómico . . . . .	5
<b>6. Grados Día (base 10°C)</b>	<b>6</b>
6.1. Análisis Agronómico . . . . .	6
<b>7. Precipitaciones</b>	<b>9</b>
<b>8. Índice EVI</b>	<b>10</b>
<b>9. Cobertura Nival</b>	<b>11</b>
<b>10. Estado de Caudales</b>	<b>12</b>
10.1. Pronóstico de Caudales . . . . .	13
<b>11. Estado de los Embalses</b>	<b>14</b>
<b>12. Datos adicionales</b>	<b>16</b>
<b>13. Conclusiones</b>	<b>17</b>
<b>14. Glosario</b>	<b>18</b>
<b>15. Créditos</b>	<b>19</b>

## Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, noviembre 2014 . . . . .	i
2.	Anomalías promedio TSM de última semana de noviembre. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981–2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <a href="http://cpc.ncep.noaa.gov/">http://cpc.ncep.noaa.gov/</a> ) . . . . .	1
3.	(a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en octubre. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <a href="http://iri.columbia.edu/">http://iri.columbia.edu/</a> ) . . . . .	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM (Fuente: NOAA – <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a> ) . . . . .	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre diciembre–enero–febrero 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 <i>m/s</i> promedio predominantes en octubre (a) y noviembre (b) de 2014. 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 noviembre de 2014 obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZA–Met . . . . .	4
8.	Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZA–Met . . . . .	5
9.	Precipitación promedio diaria durante el mes de noviembre . . . . .	9
10.	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 – <a href="http://reverb.echo.nasa.gov">http://reverb.echo.nasa.gov</a> . . . . .	10
11.	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 . . . . .	10
12.	(a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área > 2500msnm) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celeste—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa . . . . .	11
13.	Serie de Déficit Reducido en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c) . . . . .	12
14.	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. . . . .	13
15.	Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2008–2014 . . . . .	14
16.	Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima . . . . .	15

## Índice de tablas

1.	Grados Día acumulados en la red CEAZA–Met en la región . . . . .	6
2.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos siete meses . . . . .	9
3.	Caudales año hidrológico 2014–2015 <i>vs</i> histórico . . . . .	12
4.	Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje) . . . . .	14
5.	Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA–MET . . . . .	16
6.	Pronóstico de Mareas. <i>Fuente: SHOA</i> . . . . .	16

## 1. Proyección de ENOS

Las anomalías en la TSM<sup>2</sup>, en la zona NIÑO3.4<sup>3</sup> (figura 2), en noviembre, continúan mostrando tendencia positiva, superando 1°C de anomalía (la zona del NIÑO1+2 muestra anomalías negativas). Así, finalizado noviembre, se cumple el primer trimestre con anomalías con promedio de +0,5°C, lo que concreta el desarrollo de un evento de El Niño de señal débil (para denominar evento de El Niño o La Niña deben haber al menos tres meses consecutivos con valores bajo o sobre ±0,5°C)

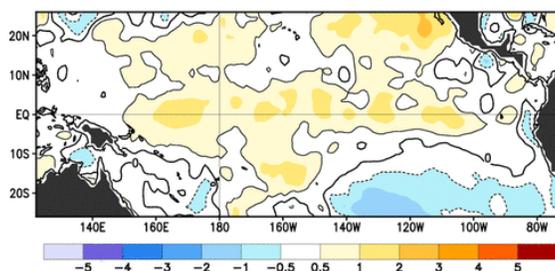
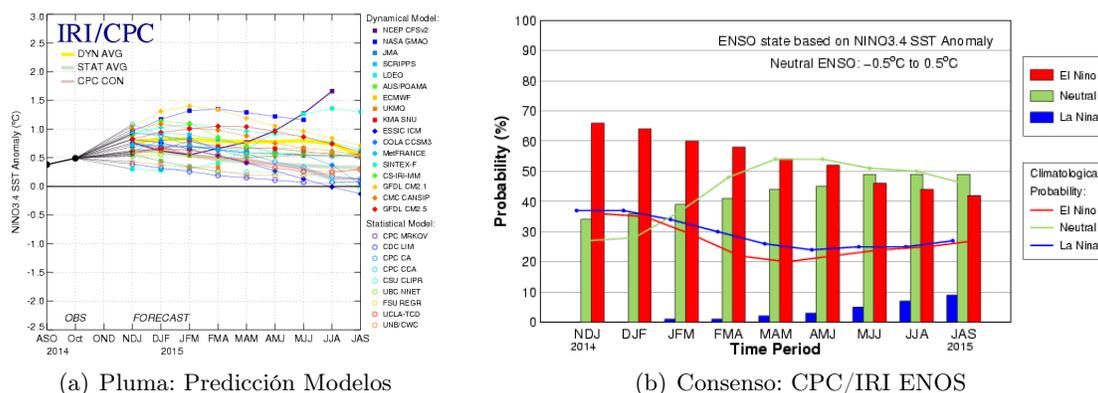


Figura 2: Anomalías promedio TSM de última semana de noviembre. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981–2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>)

Las tendencias de los modelos tanto dinámicos como estadísticos continúan indicando que durante el presente trimestre noviembre–diciembre–enero, seguirá el desarrollo de este Niño–débil, con su máximo de señal durante este mes. A partir de enero, comenzaría su debilitamiento y decaimiento proyectando condiciones neutrales para el próximo semestre.



(a) Pluma: Predicción Modelos

(b) Consenso: CPC/IRI ENOS

Figura 3: (a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en octubre. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <http://iri.columbia.edu/>)

El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá al menos durante el primer trimestre del año 2015 ( 60 % de probabilidad, figura 3b)

<sup>2</sup>TSM = **T**emperatura **S**uperficial del **M**ar

<sup>3</sup>Para mayor información sobre las zonas de El Niño, ver en **Glosario** el punto «El Niño zonas»

## 2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de noviembre frente a las costas de la región (figura 4), observó valores de 14°C aproximadamente, lo que indica temperaturas ligeramente más cálidas que el mes anterior. La anomalía de temperatura (figura 4b) se encontró entre -1 y -2°C, pero nuevamente más frías con respecto al promedio climatológico (1971–2000).

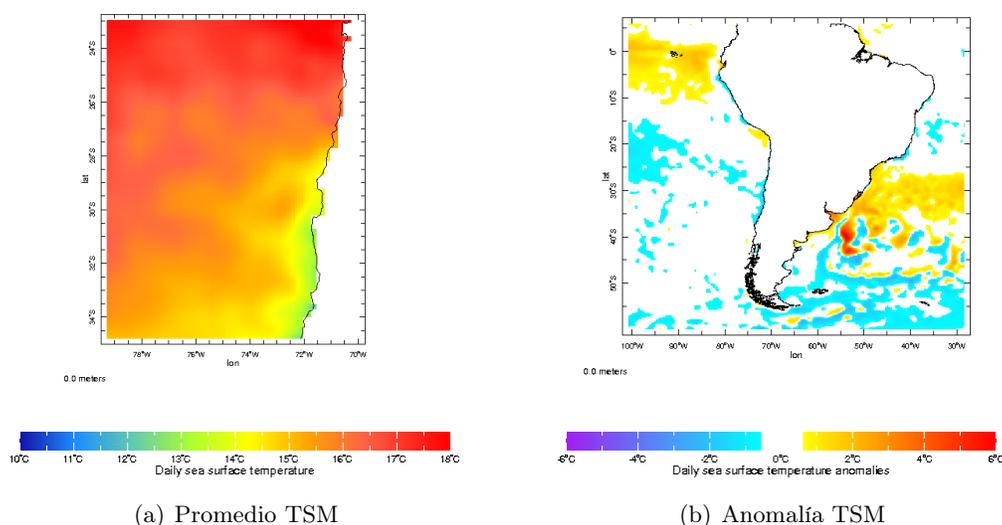


Figura 4: (a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM (Fuente: NOAA – <http://www.noaa.gov/>)

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 noviembre–diciembre–enero la TSM en las costas de la Región de Coquimbo presente anomalías cercanas a los 0°C, es decir que sus valores estarán cercanos al promedio climatológico (figura 5), lo que además implicaría que las actividades acuícolas no se verán afectadas por eventos especiales asociados a valores anómalos de esta variable.

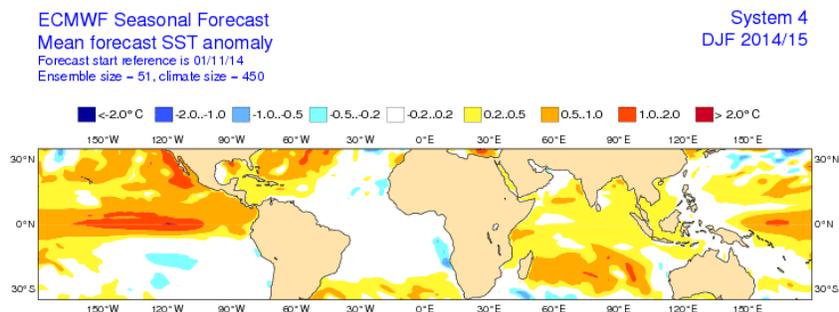


Figura 5: Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre diciembre–enero–febrero de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas, colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – [www.ecmwf.int/](http://www.ecmwf.int/))

### 3. Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos<sup>4</sup> predominantes (figura 6a), muestra un reforzamiento de éstos, entre octubre y noviembre. Esto sugiere un leve debilitamiento del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS) y por lo tanto, influye en el traslado de masas de aire de origen polar hacia latitudes menores, lo que propició, de hecho, un evento débil de precipitaciones en Chile central durante el pasado mes.

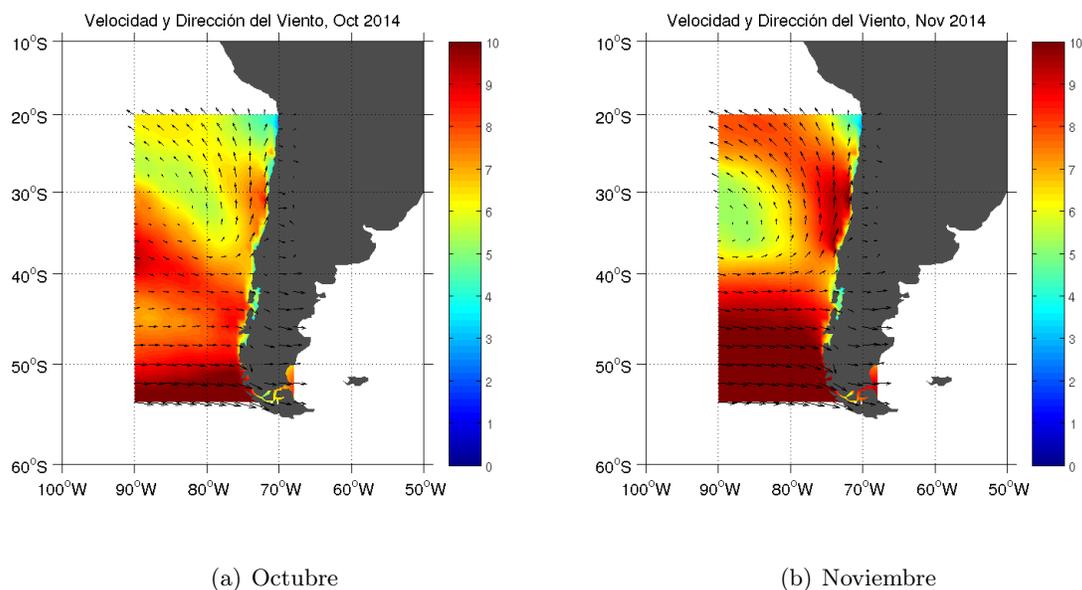


Figura 6: Velocidad y dirección de los flujos de viento  $m/s$  promedio predominantes en octubre (a) y noviembre (b) de 2014. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>)

<sup>4</sup>Flujos predominantes se refiere a los vientos que típicamente soplan en la zona en cuestión.

## 4. Variabilidad Térmica

Durante el mes de noviembre, en general se aprecian temperaturas promedio más altas —en comparación con el mes anterior— promediando  $17^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente, en las tres provincias (figura 7) aunque con menor variabilidad, estabilización relacionada a la proximidad del verano. La Provincia de Elqui muestra mayor homogeneidad en sus valores, relacionado a la persistencia de nubosidad costera.

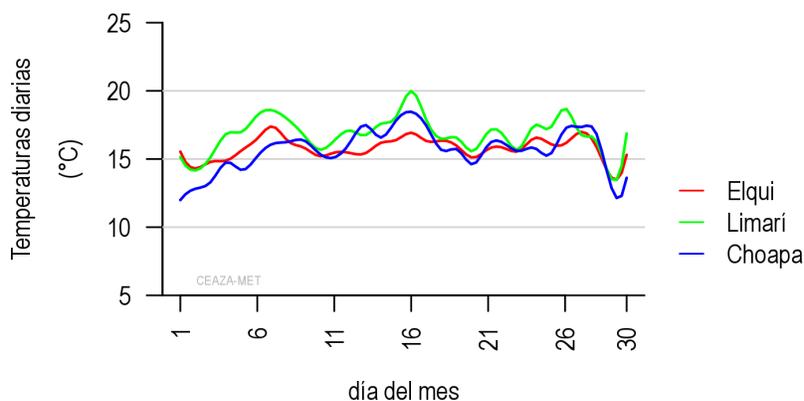


Figura 7: Promedios de temperatura a 2m diaria en noviembre de 2014 obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZA-Met

### 4.1. Análisis Agronómico

Al estar las temperaturas del último mes más altas en comparación con el mes anterior, estas repercuten de forma directa en los niveles de evapotranspiración de los cultivos. Si bien en el mes de octubre se observó una gran amplitud térmica, éstas tendieron al alza, lo cual quedó de manifiesto durante el mes de noviembre, por lo que se espera un aumento en las tasas de evapotranspiración de los cultivos, comportamiento por lo demás normal para la época, considerando los actuales niveles de desarrollo fenológico ed algunos cultivos. En el caso de especies como la vid de mesa, éstas se encuentran finalizando el periodo de desarrollo del fruto previo a cosecha, por lo que resulta de vital importancia la reposición de agua consumida. El aumento de la pérdida de agua deberá ser suplida mediante riego, ajustando las tasas y frecuencias a la actual disponibilidad.

## 5. Evapotranspiración Potencial $ET_0$

La Evapotranspiración Potencial ( $ET_0$ , figura 8) sigue su patrón anual típico manteniendo en noviembre valores entre 140 y 160 *mm/mes* para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de  $ET_0$ , los valores son ligeramente más bajos, a pesar de que las temperaturas, en promedio, estuvieron más altas.

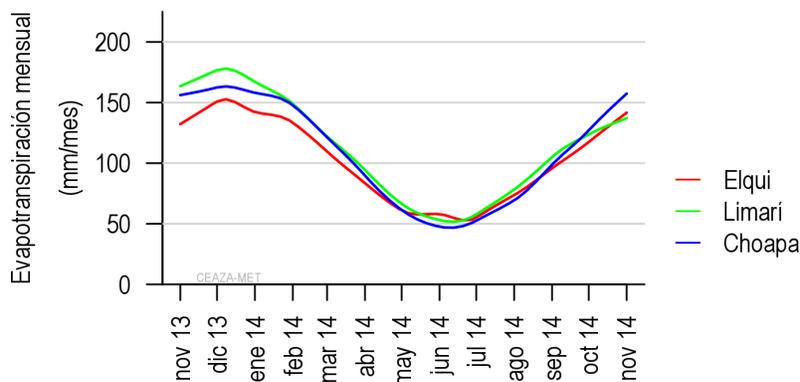


Figura 8: Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZA–Met

### 5.1. Análisis Agronómico

Se observa que las tasas de evapotranspiración han sido normales para la época. El valle de Limarí presenta menor nivel de tasas de evapotranspiración que puedan relacionarse con un mayor número de días nublados en relación a la temporada anterior, haciendo que los niveles de pérdida de agua en los cultivos sean menores. Sin embargo, se espera que la evapotranspiración para el mes siguiente aumente acorde a la evolución de las condiciones atmosféricas derivadas del cambio de estación.

Siguiendo la tendencia de meses anteriores, las reservas de agua en el suelo son menores, por lo que es recomendable, de acuerdo a la disponibilidad de agua para riego, suplir dichas diferencias con la finalidad de obtener una condición lo más cercana a «*Capacidad de Campo*» o de mayor disponibilidad de agua para la planta.

## 6. Grados Día (base 10°C)

Los Grado Día acumulados, calculados a partir del 15 de agosto de 2014, muestran que a igual fecha del año pasado, ha habido más acumulación de calor. Los valores en color azul indican una acumulación *anormalmente* mayor 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 rojo indica que el calor acumulado el año anterior a igual fecha es mayor (i.e., déficit de calor). Sin embargo, no hay cifras en este último color, debido principalmente al alza de calor generalizado en la región.

Estacion	GD Acumulados 30 nov '14	GD Acumulados 30 nov '13
Cachiyuyo	928(+2%)	913
Punta de Choros	346(+11%)	313
Punta Colorada	585(-)	-
Islote Pájaros	342(+10%)	312
La Serena [El Romeral]	406(+6%)	382
La Serena - CEAZA	392(-)	-
Rivadavia	845(+4%)	810
UCN Guayacan	427(+13%)	378
Gabriela Mistral	377(+5%)	358
Coquimbo [El Panul]	400(+8%)	370
Vicuña [NIA]	673(+5%)	642
Pan de Azúcar [NIA]	388(+9%)	357
Pisco Elqui	788(+6%)	743
El Tapado	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	54(+76%)	30
Punta Lengua de Vaca	319(-)	-
Andacollo	692(-)	-
Las Cardas	541(+9%)	497
Tongoy Balsa CMET	427(-)	-
Hurtado [Lavaderos]	822(+4%)	788
Pichasca	709(+10%)	646
Quebrada Seca	581(+9%)	532
Laguna Hurtado	211(+16%)	182
Ovalle [Tahuén]	505(+12%)	452
Algarrobo Bajo [NIA]	604(+15%)	527
Camarico [NIA]	569(+13%)	504
Rapel	632(+7%)	590
Los Molles [Bocatoma]	170(+16%)	147
El Palqui [NIA]	771(+8%)	716
Combarbalá	818(-)	-
Tascadero	2(0%)	0
Canela	448(+15%)	388
Huintil	358(+13%)	316
Mincha Sur	385(+31%)	295
Illapel [NIA]	510(+15%)	445
Hualtatas	0(-)	-
Salamanca [Chilipepin]	598(+9%)	551
Tilama	429(+7%)	399

Tabla 1: Grados Día acumulados en la red CEAZA–Met en la región

### 6.1. Análisis Agronómico

*Vid de mesa*: las variedades tempraneras cultivadas en la región se encuentran en plena cosecha. La evolución de la temporada va mostrando resultados productivos poco favorables, debido a que el efecto real de la sequía se ha podido apreciar en las últimas cuatro a cinco semanas. Durante este periodo antes de cosecha, han ido aumentando el número de cuarteles que se han dejado de cosechar, ya que al no poder realizar adecuadamente los riego de pre-cosecha (desde pinta en adelante), la uva a manifestado problemas para alcanzar los calibres mínimos exigidos, así como problemas de desgrane y color.

Según las estimaciones previas de las mismas exportadoras, se esperaba una reducción del 50 % en el número de cajas exportables comparado con un año normal, pero conforme ha ido avanzando la temporada, las estimaciones se han ido ajustando y se espera que solo un 35 % de las cajas producidas sean exportables. Además de los problemas de calidad ya manifestados (calibre, color, etc.), se espera que se presenten problemas de condición, derivados de la escasez hídrica, que no permitió una correcta terminación de los racimos.

Las variedades de cosecha tardías tienen pocas probabilidades de ser cosechadas. Muchas de estas variedades dejaron de ser regadas en favor de las variedades tempranas. Solo se estarían cosechando aquellos cuarteles cuyas necesidades hídricas son suplidas vía aguas subterráneas. En el caso de la variedad *Thompson Seedless* es incierto el panorama ya que se encuentra en una situación intermedia con respecto a las demás variedades.

*Vid Pisquera:* estas variedades se encuentran finalizando su periodo de cuaja y en pleno desarrollo de la baya sin mayores inconvenientes. Sin embargo, se han detectado problemas puntuales de oídio, así como una alta incidencia de falsa araña roja, la cual ha sido controlada a tiempo. En general los productores optaron por sacrificar cuarteles de ciertas variedades como *Torontel* o *Moscatel de Austria*, en favor de aquellas con mayor potencial productivo, principalmente *Pedro Jiménez*, *Moscatel de Alejandría* y *Moscatel Rosada*. Se espera que la producción alcance un 60 % en comparación con un año normal. Sin embargo, la producción puede ser menor ya que se desconoce la disponibilidad hídrica de los meses de marzo y abril, los cuales son meses clave para variedades de cosecha tardía, puesto que durante esos meses se definen el peso de la baya y de los racimos.

*Vid Vinífera:* se presenta una merma importante en cuanto a *Kg/Há*. Si bien no existieron problemas durante cuaja, el desarrollo de la baya ha sido escaso derivado de la falta de agua que ha provocado un desarrollo de follaje insuficiente para sustentar los racimos. Se espera una vendimia con rendimientos entre un 40–50 % comparados con un año normal. Las variedades tardías tales como *Syrah*, *Carmènere*, *Cabernet Sauvignon* serán las más afectadas por esta restricción hídrica.

Se espera una cosecha temprana en las variedades blancas *Chardonnay* y *Sauvignon Blanc*, así como en la variedad tinta *Pinot Noir*. Estas variedades son las más rentables en la zona. Se espera un inicio de cosecha a partir del 15 de febrero de 2015, producto de la sobre-maduración y el poco desarrollo foliar, con rendimientos promedio de 4.000 a 5.000 *Kg/Há*. Además se aprecia un daño importante en los brotes, lo cual redundará inevitablemente en la inducción y diferenciación de la próxima temporada, por lo cual el efecto de la sequía sobre la producción puede prolongarse más de una temporada (tanto para variedades viníferas como de mesa). En cuanto a aspectos fitosatinarios, se ha registrado una alta incidencia de oídio, especialmente en variedades blancas.

*Nogales:* en esta especie se observan nueces de menor calibre, comparado con años anteriores. Se proyecta una fecha de cosecha normal —a diferencia de lo que se aprecia en los almendros— por lo cual se debería empezar a cosechar entre la primera y segunda semana de marzo. Sin embargo, se esperan problemas de color, con mayor tendencia a colores oscuros, ya que los huertos presentan poco follaje. Esto obliga a realizar labores entre cosecha y secado que disminuyan la incidencia de las coloraciones oscuras, que tienen menores precios. Hay menor número de nueces y de menor calibre; se esperan rendimientos en torno al 50 % comparado con un año normal. En cuanto a problemas fitosatinarios, no han existido mayores complicaciones esta temporada.

*Almendros:* esta especie se encuentra en plena fase de apertura de pelón, lo cual es un indicio de una cosecha temprana, que debiera estar partiendo alrededor de la tercera semana de enero. Se esperan rendimientos

---

del 50 % comparado con un año normal; no obstante, la pepa se observa de buen calibre debido a una buena floración y cuaja en el Valle de Limarí. Esto se explica por las buenas condiciones de temperatura y disponibilidad hídrica durante ese periodo.

Se esperan buenos calibres y precios para esta especie durante esta temporada, lo que debería compensar la merma en la producción. En términos fitosatinarios se observa alta incidencia de arañita roja europea, polilla y escama.

## 7. Precipitaciones

Durante el mes de noviembre no hubo eventos importantes de precipitaciones. Por lo tanto, se mantiene un fuerte déficit hídrico en la Región de Coquimbo, como muestran la tabla 2 y figura 9.

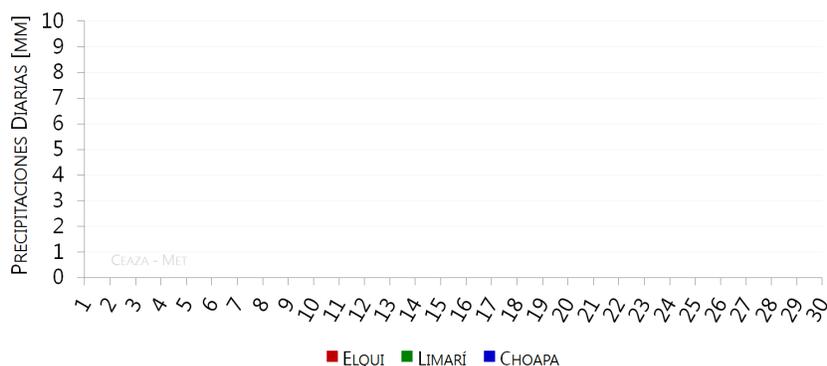


Figura 9: Precipitación promedio diaria durante el mes de noviembre

Estación	may '14	jun '14	jul '14	aug '14	sep '14	oct '14	nov '14	Total [mm]
Punta Colorada	0.5	28.6	0.0	0.5	10.2	0.1	0.0	39.9
La Serena [El Romeral]	0.1	24.5	0.1	0.1	17.2	0.0	0.0	42.0
La Serena - CEAZA	-	-	(2)0.1	1.3	18.8	0.7	0.0	20.9
Rivadavia	0.0	27.5	0.0	1.3	6.6	0.0	0.0	35.3
Gabriela Mistral	0.7	52.8	0.2	1.9	13.8	0.9	0.2	70.5
Vicuña [INIA]	0.0	32.2	6.2	1.8	17.3	0.0	0.0	57.5
Pan de Azúcar [INIA]	0.6	49.9	0.0	0.7	11.5	0.2	0.0	62.9
Pisco Elqui	0.0	43.9	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	52.6
Andacollo	0.0	49.0	0.3	0.8	11.8	0.5	0.0	62.3
Las Cardas	0.4	52.2	0.0	3.1	13.1	0.1	0.0	68.9
Hurtado [Lavaderos]	0.0	35.2	0.6	1.0	9.9	0.0	0.0	46.7
Pichasca	0.0	39.9	0.9	0.0	12.5	0.0	0.0	53.3
Quebrada Seca	1.3	59.4	0.0	0.8	9.2	0.0	0.0	70.6
Laguna Hurtado	(1)0.0	(2)6.6	(1)0.0	(1)0.3	(1)6.1	(1)0.0	(1)0.0	13.0
Ovalle [Talhuén]	0.3	54.7	0.4	0.9	10.6	0.0	0.0	66.9
Algarrobo Bajo [INIA]	(2)0.3	(2)32.6	(1)0.0	0.5	10.7	0.0	0.0	44.1
Camarico [INIA]	1.1	64.0	0.6	2.5	12.2	0.5	0.0	80.9
Los Molles [Bocatoma]	(1)0.8	62.4	(1)4.6	39.0	(1)27.6	(1)0.0	(1)0.2	134.6
El Palqui [INIA]	0.0	68.0	1.0	1.9	8.8	0.2	(1)0.5	79.9
Combarbalá	1.3	69.0	0.7	2.8	11.0	1.5	1.1	87.4
Canela	3.5	59.2	8.8	4.4	11.8	0.0	0.5	88.2
Huintil	3.8	59.2	2.5	3.8	15.4	0.2	(1)0.5	85.4
Mincha Sur	1.6	72.7	7.5	10.8	12.3	0.3	0.0	105.2
Illapel [INIA]	7.1	66.7	5.1	3.8	16.6	0.0	0.0	99.3
Salamanca [Chilepin]	5.8	85.3	4.5	14.3	12.6	0.0	0.0	122.5
Promedio Red [mm]	1.2	47.8	1.8	3.9	12.6	0.2	0.1	

(1): Falta entre el 2% y 10% de los datos, (2): Falta entre el 10% y 50% de los datos.

Tabla 2: Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos siete meses

## 8. Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI<sup>5</sup>) para el mes de noviembre sigue mostrando anomalías negativas en gran parte de la región salvo sectores cordilleranos, los cuales muestran un aumento en las áreas verdes, lo que es propicio para el inicio de las veranadas (figura 10). No obstante, este es un aumento relativo ya que los valores siguen muy por debajo de lo normal (figura 11).

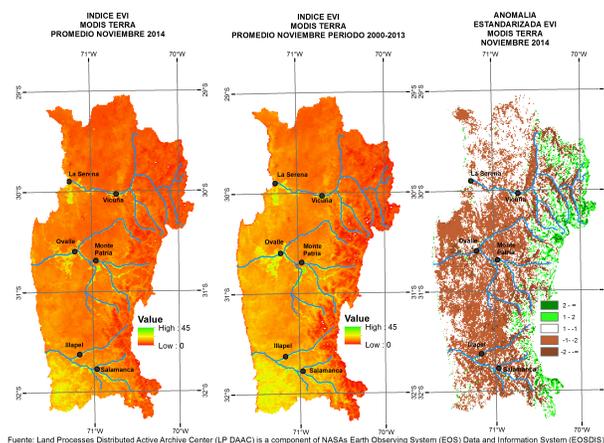


Figura 10: Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>)

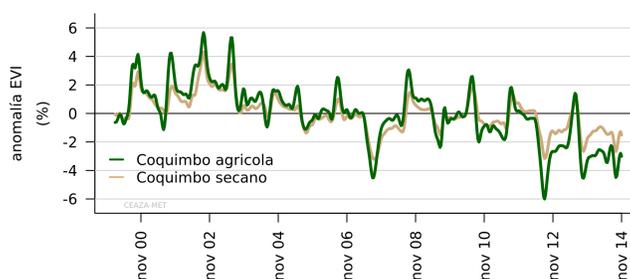


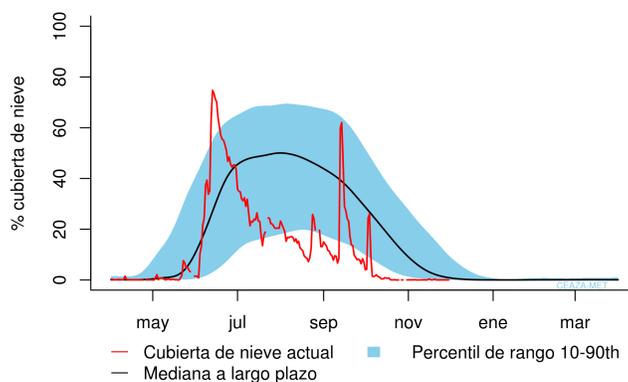
Figura 11: Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y secano de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal

<sup>5</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.

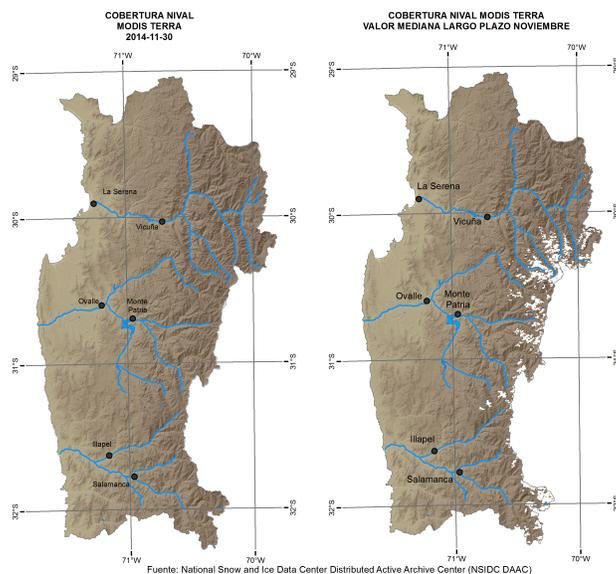
## 9. Cobertura Nival

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

Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa terminan el respectivo mes sin valores de cobertura nival. En relación al valor medio esperado para esta fecha, éste debería estar cercano al 8% de la cobertura nival regional (i.e.,  $1440Km^2$ , aproximadamente).



(a)



(b)

Figura 12: (a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área  $> 2500msnm$ ) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celestes—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa

## 10. Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2014–2015, indican que las tres cuencas tienen valores todavía muy bajos respecto del caudal medio histórico para este mes (tabla 6). Para Limarí y Choapa los valores están más bajos que el mes pasado y que noviembre del año pasado. Para Elqui, los caudales están un poco más elevados que el mes pasado, pero están más bajos que a igual fecha del año pasado. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran solo hasta un 20% de los valores históricos para el mismo mes. Para el periodo de 1980–2014, este corresponde al caudal de noviembre más bajo registrado en Elqui; el tercero más bajo para Río Grande (Limarí) y al segundo más bajo para Choapa.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	abr/nov
Elqui	Elqui en	Caudales ( $m^3/s$ )	3,40	2,90	3,29	3,04	2,79	2,47	2,16	2,25	2,80
	Algarrobal	% del promedio histórico	52	42	52	44	40	35	27	27	39
Limarí	Grande en Las	Caudales ( $m^3/s$ )	0,96	0,89	1,04	0,99	0,95	0,95	0,91	0,72	0,93
	Ramadas	% del promedio histórico	55	50	52	45	34	26	19	17	32
Choapa	Choapa en	Caudales ( $m^3/s$ )	2,16	2,05	2,23	2,13	2,25	2,42	5,76	2,86	2,7
	Cuncumen	% del promedio histórico	53	57	52	48	43	35	39	15	35

Tabla 3: Caudales año hidrológico 2014–2015 vs histórico

En la Región de Coquimbo, la baja sostenida de caudales asociada a la mediana de medio plazo (indicado en % en la figura 13), se mantiene. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 13a) se mantiene por cinco años y cuatro meses; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 13b), mantiene este mismo comportamiento por cinco años y seis meses; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 13c) mantiene esta condición por cuatro años y ocho meses.

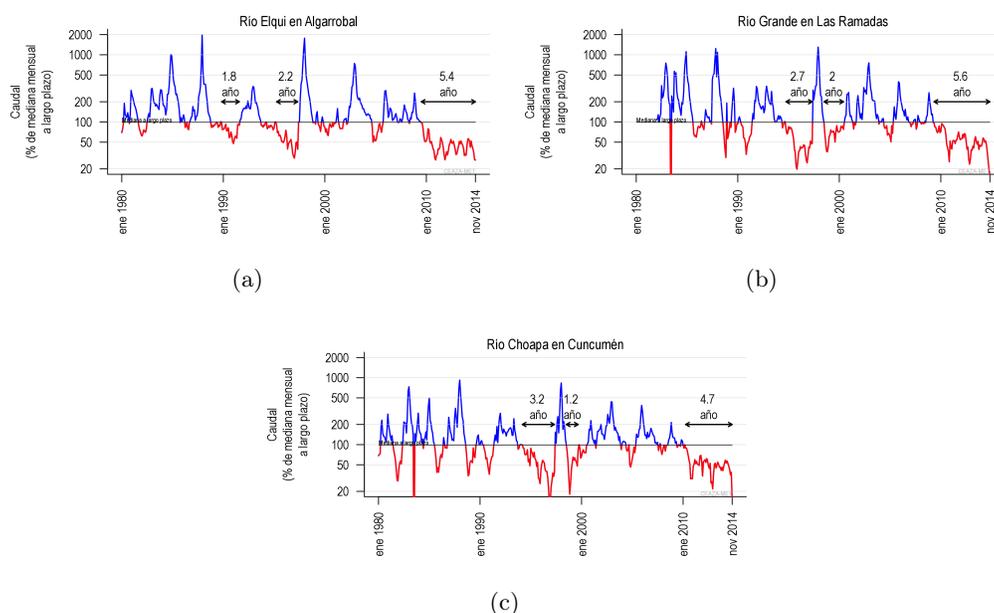


Figura 13: Serie de Déficit Reducido en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c)

### 10.1. Pronóstico de Caudales

Existen relaciones históricas entre los caudales de noviembre y los caudales de verano (diciembre a marzo). Además, 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 de verano. Teniendo en cuenta los caudales actuales y la precipitación observada este invierno, la experiencia indica que hay probabilidad de 80 % que los caudales del próximo verano estarán dentro de los límites del pronóstico dado.

#### *Elqui en Algarrobal:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $2,5 \pm 0,3m^3/s$ .

#### *Río Grande en Las Ramadas:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $0,7 \pm 0,2m^3/s$ .

#### *Choapa en Cuncumen:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $1,7 \pm 0,3m^3/s$ .

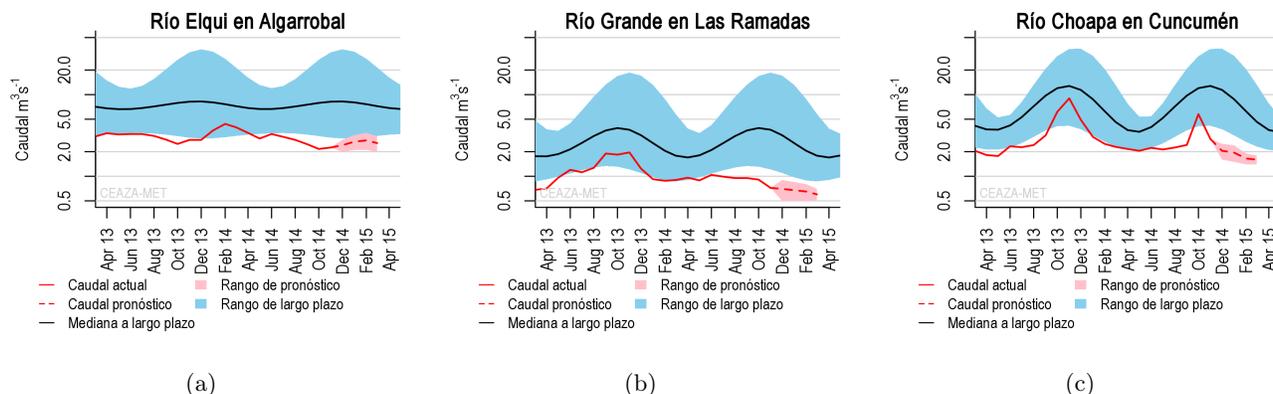


Figura 14: Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c) Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa 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.

## 11. Estado de los Embalses

La cantidad de agua embalsada de todos los embalses disminuyó en noviembre (tabla 4) aunque hubo un leve aumento en Corrales en Choapa. Si se les compara a igual fecha del año pasado, todos los embalses —a excepción de Puclaro— están bajo de su nivel

Elqui tiene  $45Mm^3$  de agua en los embalses, lo que corresponde al 19% de su capacidad máxima, con más agua embalsada en la parte alta —embalse La Laguna— que río abajo en Puclaro (figura 15a).

Limarí tiene  $32Mm^3$  de agua, lo que corresponde solo al 3% de su capacidad máxima, con la mayor parte de este ( $28Mm^3$ ) en el embalse La Paloma (figura 15b).

Choapa tiene  $26Mm^3$ , 35% de su capacidad máxima, de los cuales la mayoría ( $24Mm^3$ ) se encuentran en el embalse Corrales (figura 15c).

Provincia	Embalse	Capacidad $Mm^3$	Estado Actual (%)	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	64	-5	-9	13a
	Puclaro	200	10	-1	+4	
	Cogotí	140	0	0	0	
Limarí	Paloma	750	4	-1	-3	13b
	Recoleta	100	5	-3	-7	
Choapa	Corrales	50	49	+1	-15	13c
	El Bato	25,7	8	-2	-14	

Tabla 4: Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje)

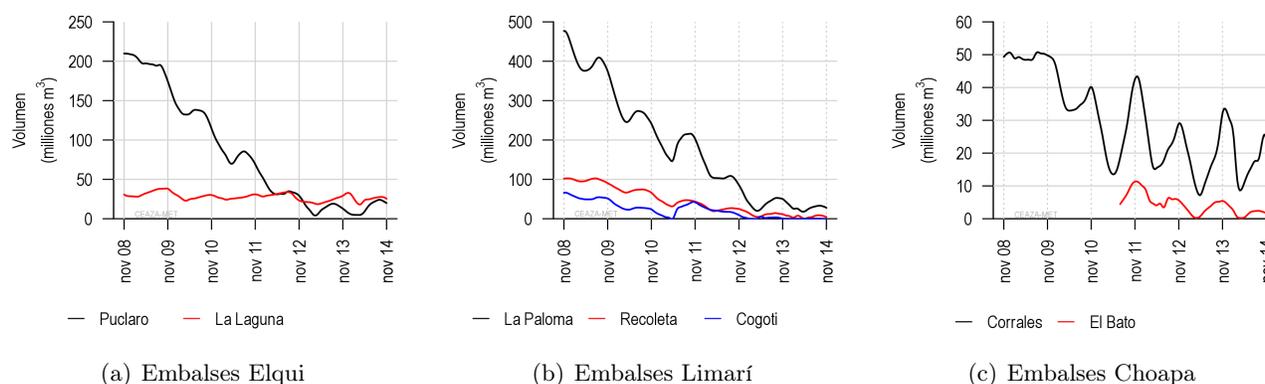


Figura 15: Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2008–2014

El volumen total embalsado en la región al 30 de noviembre es de un 8% de la capacidad (i.e.,  $104Mm^3$  de  $1315,5Mm^3$ ). Para el periodo 2008–2014 éste corresponde al más bajo almacenamiento para la presente época del mes del año (figura 16).

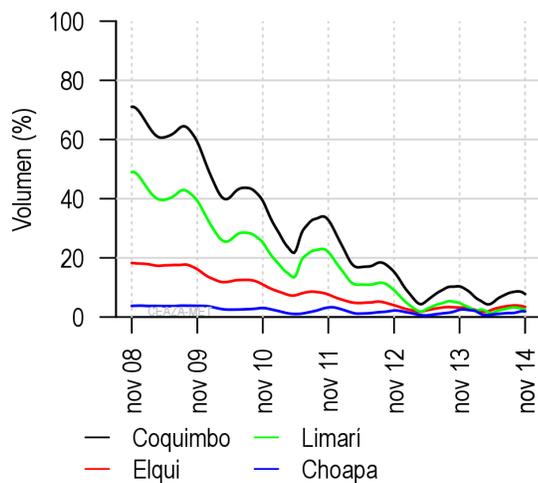


Figura 16: Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima

## 12. Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar<sup>6</sup>:

Fecha	P.Colorada	La Serena	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur
May-14	168	142	159			164	141	139
Jun-14	141	106	134			135	107	103.9
Jul-14	152	125	147	143		137	112	104.3
Ago-14	200	167	200	206	187	194	160	150.1
Sep-14	240	191	233	243	214	223	188	185.1
Oct-14	295	246	299	322	276	312	282	262.5
Nov-14	340	280	344	361	330	350	327	311.4

Tabla 5: Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA–MET

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.

Fecha	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura
2014-12-09	06:14	0.40B	11:59	1.15P	17:36	0.52B		
2014-12-10	00:08	1.53P	06:56	0.44B	12:44	1.12P	18:18	0.58B
2014-12-11	00:47	1.46P	07:38	0.48B	13:31	1.09P	19:01	0.65B
2014-12-12	01:27	1.38P	08:22	0.53B	14:22	1.07P	19:49	0.71B
2014-12-13	02:09	1.30P	09:09	0.56B	15:20	1.07P	20:49	0.76B
2014-12-14	02:57	1.22P	10:00	0.59B	16:25	1.10P	22:03	0.79B
2014-12-15	03:55	1.16P	10:52	0.60B	17:28	1.16P	23:24	0.78B
2014-12-16	05:04	1.12P	11:42	0.59B	18:21	1.23P		
2014-12-17	00:35	0.73B	06:12	1.10P	12:27	0.57B	19:05	1.32P
2014-12-18	01:30	0.66B	07:10	1.11P	13:08	0.54B	19:46	1.40P
2014-12-19	02:17	0.58B	07:59	1.12P	13:48	0.51B	20:24	1.48P
2014-12-20	03:00	0.50B	08:43	1.14P	14:28	0.48B	21:03	1.56P
2014-12-21	03:41	0.43B	09:26	1.16P	15:08	0.44B	21:43	1.62P
2014-12-22	04:23	0.37B	10:09	1.18P	15:51	0.42B	22:25	1.67P
2014-12-23	05:06	0.33B	10:54	1.19P	16:36	0.41B	23:09	1.69P
2014-12-24	05:51	0.31B	11:42	1.20P	17:24	0.42B	23:56	1.67P
2014-12-25	06:38	0.31B	12:33	1.21P	18:16	0.45B		
2014-12-26	00:44	1.62P	07:27	0.33B	13:28	1.22P	19:14	0.51B
2014-12-27	01:35	1.54P	08:18	0.36B	14:28	1.22P	20:17	0.57B
2014-12-28	02:30	1.44P	09:13	0.41B	15:33	1.25P	21:29	0.63B
2014-12-29	03:30	1.33P	10:10	0.44B	16:42	1.29P	22:50	0.66B
2014-12-30	04:38	1.24P	11:08	0.47B	17:49	1.34P		
2014-12-31	00:12	0.64B	05:52	1.17P	12:04	0.49B	18:48	1.41P
2015-01-01	01:22	0.58B	07:01	1.14P	12:57	0.50B	19:40	1.48P
2015-01-02	02:21	0.52B	08:01	1.13P	13:47	0.49B	20:28	1.53P
2015-01-03	03:10	0.46B	08:52	1.14P	14:34	0.48B	21:12	1.57P
2015-01-04	03:54	0.41B	09:37	1.16P	15:18	0.46B	21:54	1.60P
2015-01-05	04:35	0.39B	10:18	1.17P	15:59	0.46B	22:33	1.59P
2015-01-06	05:13	0.38B	10:58	1.17P	16:39	0.47B	23:10	1.57P
2015-01-07	05:50	0.39B	11:36	1.16P	17:16	0.49B	23:45	1.52P
2015-01-08	06:25	0.42B	12:15	1.15P	17:53	0.54B		
2015-01-09	00:18	1.46P	07:00	0.45B	12:53	1.13P	18:31	0.59B
2015-01-10	00:51	1.39P	07:35	0.49B	13:34	1.12P	19:12	0.65B
2015-01-11	01:26	1.31P	08:13	0.53B	14:20	1.12P	20:01	0.70B
2015-01-12	02:05	1.22P	08:54	0.57B	15:14	1.13P	21:04	0.75B
2015-01-13	02:53	1.14P	09:43	0.59B	16:17	1.15P	22:25	0.76B
2015-01-14	03:56	1.07P	10:38	0.60B	17:23	1.20P	23:50	0.73B
2015-01-15	05:15	1.02P	11:33	0.60B	18:21	1.28P		

Tabla 6: Pronóstico de Mareas. *Fuente: SHOA*

<sup>6</sup>Esta información corresponde a los datos generados por el proyecto «Plataforma de Prospección Solar Región de Coquimbo: Fase I, FIC-R-2013»

### **13. Conclusiones**

- La condición actual de ENOS es de pleno desarrollo de un evento débil de El Niño. Sin embargo, sus efectos no serán perceptibles desde el punto de vista pluviométrico en la Región de Coquimbo. Sus efectos para el invierno 2015 son aún inciertos.
- Durante el mes de noviembre no hubo eventos importantes de precipitaciones. La cobertura nival de noviembre estuvo muy por debajo de los niveles normales, por lo que los caudales se mantendrán en mínimos históricos.
- La anomalía de la TSM en las costas del norte de Chile muestran que ésta se mantiene levemente más baja en relación a su climatología pero con tendencia al alza. Para el próximo trimestre se proyecta una normalización de este parámetro.
- Los caudales en noviembre presentan una baja importante respecto del mes anterior y llegan al 20 % de los promedios históricos.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra en torno al 8 % de su capacidad máxima.
- Al finalizar noviembre el estado actual de hiper-aridez se mantiene, tal cual indican el estado nival, caudales y niveles de los embalses. Todos estos actualmente muy por debajo de sus niveles normales.
- Es importante tomar todas las acciones de mitigación posible, ya que se prevé un aumento en los efectos negativos de la escasez hídrica.

## 14. 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.

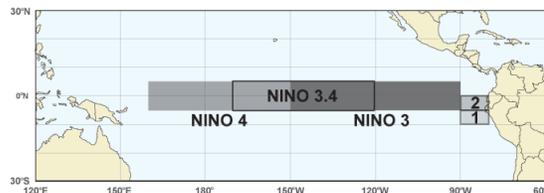
**Clima de estepa templado–marginal:** se caracteriza por la presencia de una atmósfera más bien seca y con poca nubosidad. En comparación con la costa, la temperatura y la oscilación térmica son mayores, con ciclos diurnos más marcados. Esta zona climática se presenta por sobre los 800msnm; su influencia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

**Clima de estepa fría de montaña:** predomina sobre los 3000msnm. 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.

**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.



**ENOS:** El Niño–Oscilación del Sur.

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

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

**Meso Clima:** características climáticas de una zona determinada. Describe el comportamiento de variables atmosféricas a nivel localizado.

**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.

## 15. 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 CEAZA–Met, el cual está conformado por:



**Cristóbal N. Juliá** (análisis climático, edición)  
**Cristian Orrego Nelson** (análisis de datos, edición)  
**David López** (teledetección)  
**Tim Kerr** (modelación y estadística)  
**Eric Sproles** (hidrología)  
**Orlando Astudillo** (modelación numérica)  
**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: **enero**, 2015

Contacto:



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



@CEAZAmet