



Boletín Climático CEAZA

Región de Coquimbo

Abril 2020



Financia:

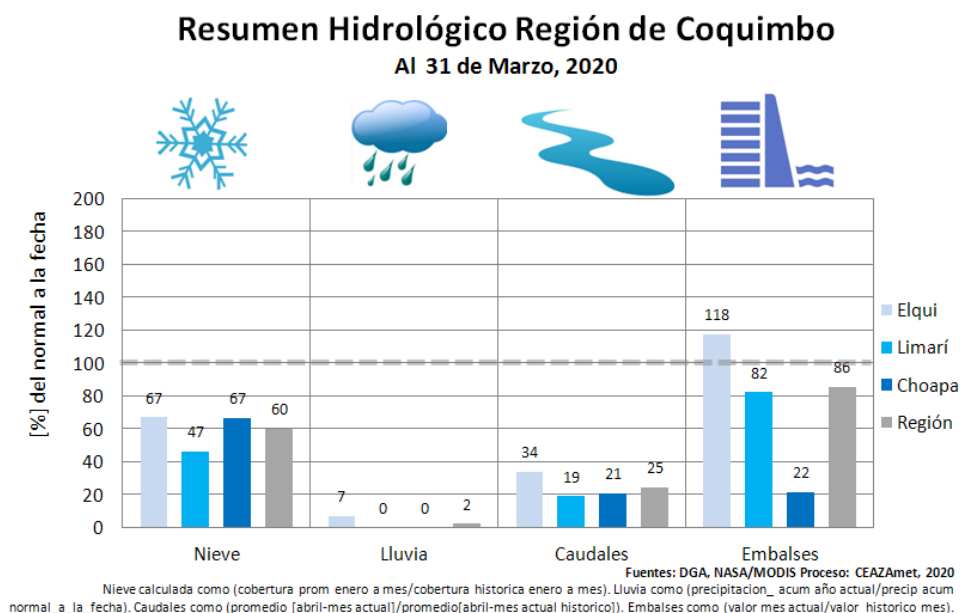
GOBIERNO REGIONAL
REGIÓN DE COQUIMBO

Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico de la Región de Coquimbo se encuentra en una situación muy delicada por las escasas precipitaciones.

Desde el año 2018 se han registrado bajas precipitaciones lo ha provocado que los caudales estén bajos desde hace más de un año, sobre todo en Choapa. **El 2019 fue uno de los años más secos de los últimos 40 años.** Así el 2020 termina el primer trimestre con un estado precario en términos de las precipitaciones, caudales y embalses, reflejándose en el resto del sistema hídrico, productivo y ecológico de la Región de Coquimbo.

Los embalses de las cuencas de Elqui se encuentran todavía con reservas y Limarí todavía se encuentra en un estado intermedio, por lo tanto, las zonas productivas bajo los embalses en estas provincias no estarían, por el momento, tan expuestas a la falta de agua, pero sí, todo el secano regional y sobre todo la provincia de Choapa, que es la que actualmente muestra los índices más bajo de caudales y niveles de embalses.



Actualmente la provincia del Elqui tiene un 118% embalsado del promedio histórico, Limarí aún está en 82%, pero Choapa está actualmente en un 22% del promedio histórico de marzo.

En cuanto a las precipitaciones del trimestre AMJ'20 el pronóstico indica que estarían entre lo normal a bajo lo normal, situación que va a la par con lo proyectado sobre los caudales: **el sistema hidrológico continuaría mostrando un comportamiento bajo lo normal en las 3 provincias de la Región al menos hasta el invierno de 2020.**

Con respecto al panorama de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) la evaluación de las principales variables atmosféricas y modelos globales indican que finalizado marzo se encuentra en una fase Neutra cálida, la cual ya habría finalizado y evolucionará a una fase Neutra normal, permaneciendo así por varios meses, pudiendo evolucionar a una fase La Niña hacia la primavera.

Según los modelos climáticos durante el trimestre AMJ'20 las temperaturas mínimas estarían en torno a lo normal y las máximas entre lo normal a bajo lo normal en la costa, mientras que en el resto de la Región de Coquimbo las mínimas estarían entre lo normal a bajo lo normal y las máximas estarían sobre lo normal.

Se sugiere acuñar el término «desertificación», «híper-aridez» o bien «aridización» de la Región de Coquimbo, ya que el concepto sequía, debido a la magnitud, espacialidad y temporalidad que implica no resulta adecuado como descripción de la situación que tiene la región.

Presentación CEAZA

El CEAZA tiene como misión promover el desarrollo científico y tecnológico a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde la región de Coquimbo, con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.

En el cumplimiento de dicho objetivo se elabora y distribuye el presente informe mensual, que además busca ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones para los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, de desarrollo y a los diversos sectores productivos. Para esta finalidad el boletín provee de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza los principales eventos atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos en la Región de Coquimbo.

Presentación CEAZA-Met

El equipo CEAZA-Met es la unidad dentro del CEAZA dedicada a monitorear y estudiar el clima y la meteorología, su relación con el ciclo hidrológico y las actividades socioeconómicas que dependen de él. Este equipo mantiene en la Región de Coquimbo la red meteorológica regional más grande del país y mediante la aplicación de diferentes áreas del conocimiento provee información asociada a monitoreo y pronóstico de eventos. Además se ocupa de generar y presentar información útil a la toma de decisiones, como este boletín. Para esto el CEAZA cuenta con expertos en: clima, meteorología, informática, sistemas de información geográfica (GIS), glaciología e hidrología, de forma que se pueden abordar problemas con enfoque multidisciplinario asociados a las geociencias y su interacción con la sociedad. De la misma manera, el Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena colabora con el CEAZA, con el fin de profundizar en el diagnóstico mensual de frutales de este boletín.

Estructura del Boletín climático

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

- ENOS (El Niño - Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de los ríos Elqui, Grande y Choapa
- Los principales embalses de la región
- Junto al diagnóstico y proyección anterior se acompañan herramientas y análisis de utilidad a los sectores agrícola y acuícola.

Este informe es financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo.

Proyección estacional

Pronóstico de precipitaciones

El pronóstico de precipitaciones indica que el trimestre AMJ'20 se presentará con precipitaciones entre lo normal (~40%) a bajo lo normal (~50%) en la Región de Coquimbo.

Hasta al momento la mayoría de los modelos climáticos están pronosticando un invierno de 2020 con precipitaciones bajo lo normal en la Región de Coquimbo.

Pronóstico de temperaturas

Se espera que durante el trimestre AMJ'20 las temperaturas mínimas en la zona costera estén en torno a lo normal, mientras que las máximas estarían entre lo normal a bajo lo normal, por su parte en el resto de la Región las temperaturas mínimas estarían entre lo normal a bajo lo normal y las temperaturas máximas estarían sobre lo normal [fig. PE 2].

Hasta al momento la mayoría de los modelos climáticos están pronosticando un invierno de 2020 con temperaturas mínimas entre lo normal a más bajas de lo normal en la Región de Coquimbo, por lo que podría existir una mayor frecuencia de heladas, así como también podrían registrarse heladas tempranas.

ENOS

Durante el mes de marzo se han observado anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) sobre lo normal en la zona Niño 3.4 [fig. ENOS 1], asociadas a una fase Neutra cálida, tipo El Niño.

Actualmente esta fase Neutra cálida tiene influencia en las condiciones atmosféricas que afectan a la Región de Coquimbo, principalmente observándose temperaturas por sobre lo normal.

El Índice Oceánico de El Niño se ha presentado con un valor de 0,5°C en el trimestre EFM'20. Dentro de la variabilidad mensual la TSM ha registrado un valor de 0,48°C en marzo [fig. ENOS 2].

El valor del índice de Radiación de Onda Larga Saliente (OLR) fue de 0,1, el del índice de

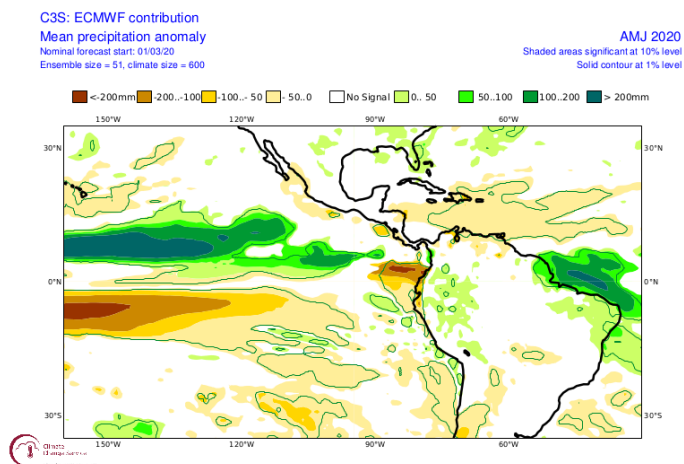


Figura PE1. Pronóstico de las anomalías de precipitación para el próximo trimestre (fuente: C3S).

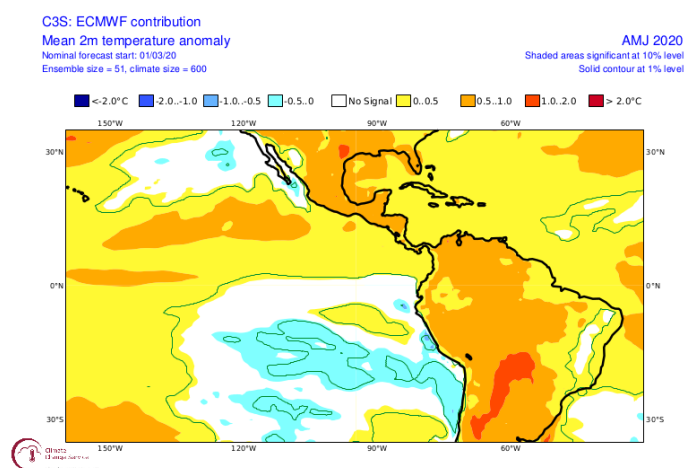


Figura PE2. Pronóstico de las anomalías de temperatura a 2m. (fuente: C3S)

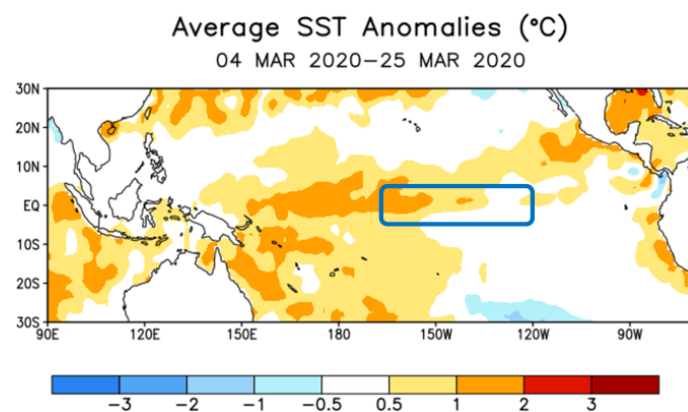


Figura PE3. Anomalías promedio de TSM (°C) con la zona Niño 3.4 enmarcada, calculadas respecto al periodo 1981-2010. (fuente: CPC - <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)

Contenido Calórico (HC) bajo el océano fue de 0,36 y el del Índice de Oscilación del Sur (SOI) fue de -0,1 [fig. ENOS 1 y 2].

El calentamiento bajo el océano, reflejado en los valores positivos de HC, que comenzó en el trimestre ASO'19, ha permitido que la TSM se mantenga alta en la zona Niño 3.4. Esta situación ha permitido cierta influencia en el estado atmosférico, observándose principalmente una tendencia a la baja del índice OLR desde octubre de 2019 hasta febrero de 2020. El índice SOI ha estado con valores negativos entre mayo y diciembre de 2019 y febrero y marzo de 2020. Todo lo anterior permite señalar que existe una buena relación entre la situación atmosférica y la oceánica, más bien típicas de un estado El Niño que Neutro, sin embargo durante marzo hubo una desconexión entre la situación oceánica y atmosférica, la cual se refleja bien en el valor positivo del OLR.

La condición Neutra cálida, tipo El Niño, que comenzó en el trimestre OND'19, habría finalizado durante en el trimestre EFM'20 [fig. ENOS2], sin embargo si durante abril se mantienen las altas temperaturas marinas se podría confirmar que el verano estuvo bajo la influencia del fenómeno de El Niño de características débiles. Este período cálido siendo uno de los fenómenos que influencia a las temperaturas más altas de lo normal en la Región de Coquimbo.

El pronóstico probabilístico oficial del CPC/IRI sigue indicando que el trimestre MAM'20 estaría bajo una fase Neutra (67%), continuando así por varios trimestres, pero disminuyendo la probabilidad del período Neutro en los próximos trimestres, debido a que aumentará la probabilidad de que el fenómeno de La Niña esté presente hacia principios de primavera del 2020 (~35%) [fig. ENOS2 y 3].

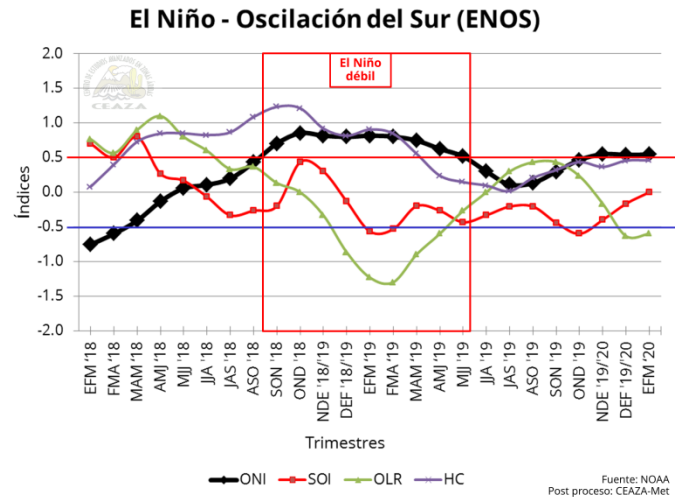


Figura ENOS1. Variación trimestral de los índices ONI, OLR y SOI (fuentes: CPC (www.cpc.ncep.noaa.gov) y NCDC (www.ncdc.noaa.gov))

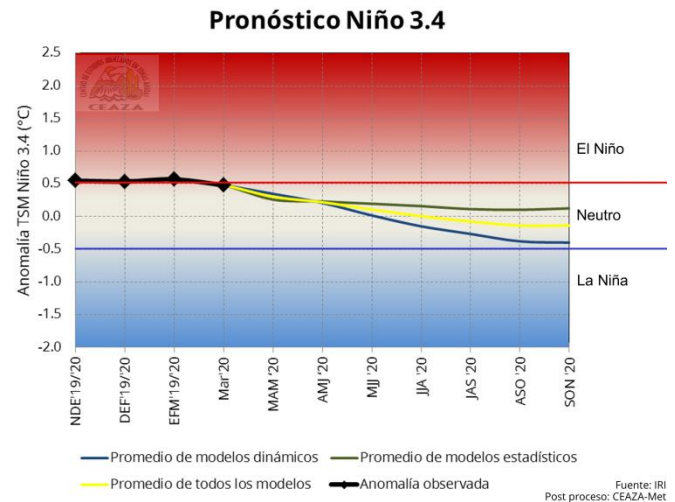


Figura ENOS2. Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>, Post proceso: CEAZA-Met)

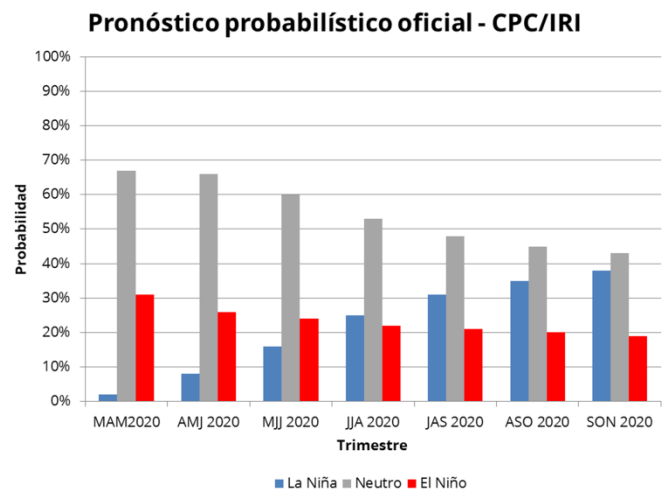
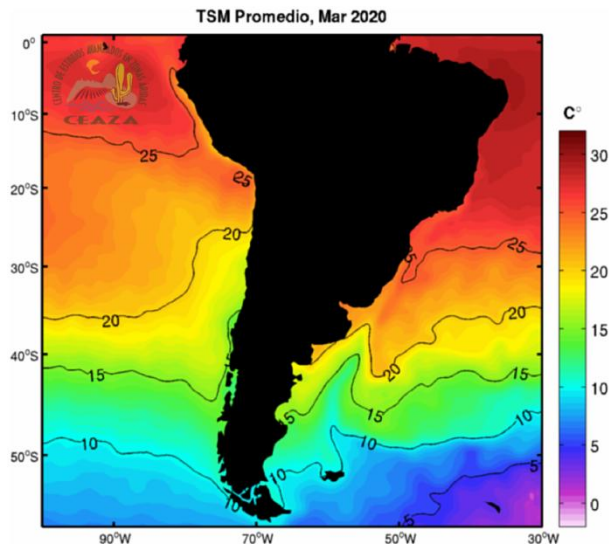


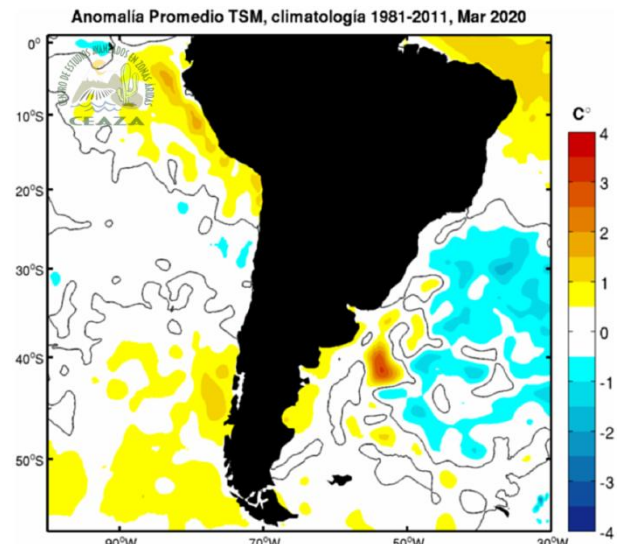
Figura ENOS3. Pronóstico de probabilidades del ENOS (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>)

Análisis de la temperatura superficial del mar [TSM]

Se han observado TSM con valores entre los 20°C en el norte de la Región de Atacama y los 25°C en el norte de Perú, mientras que desde el sur de la Región del Biobío a la Región de Magallanes se observaron valores entre los 10° y 14°C, valores que están sobre lo normal, con anomalías máximas entre 1,5°C y 2°C. Por su parte el desde el norte de la Región de Atacama hasta el Biobío se registraron TSM entre los 14°C y los 20°C, temperaturas que son normales para la época (fig. TSM1 y 2). La Región de Coquimbo se mantuvo con TSM entre los 16,8°C y 17,2° valores normales para la época (fig. TSM3 y 4).



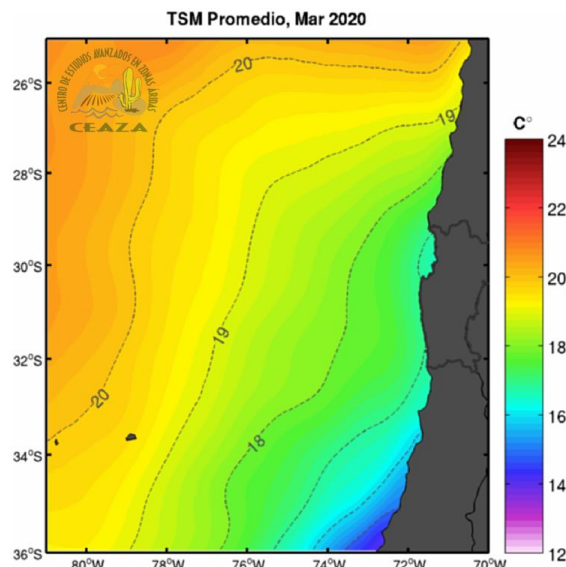
Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>



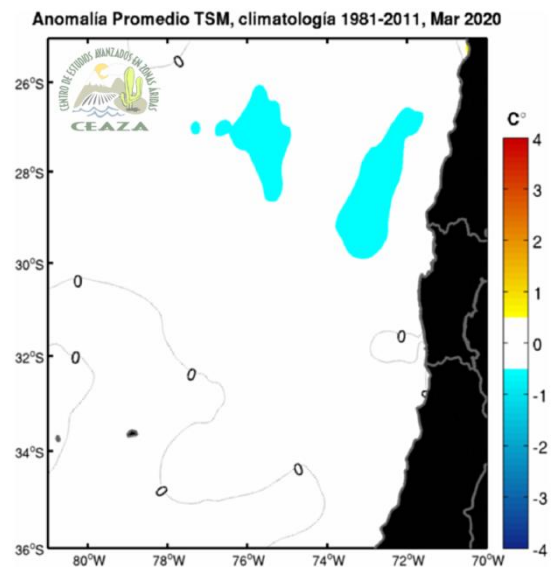
Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>

Figura TSM1. Promedio mensual de TSM en el último mes en Sudamérica.

Figura TSM2. Promedio mensual de anomalías de TSM en el último mes en Sudamérica.



Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>



Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>

Figura TSM3. Promedio mensual de TSM en el último mes entre el sur de la Región de Antofagasta y la Región del Maule.

Figura TSM4. Promedio mensual de anomalías de TSM en el último mes entre el sur de la Región de Antofagasta y la Región del Maule.

De acuerdo al pronóstico del Centro Europeo de Pronóstico del Tiempo a Mediano Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés), durante el trimestre AMJ'20 la TSM en la Región de Coquimbo debiera estar con valores bajo lo normal, con anomalías entre $-0,5^{\circ}$ a $-0,2^{\circ}\text{C}$ [fig. TSM5]. Por su parte al noreste de Nueva Zelanda se continuarán observando valores de TSM sobre de lo normal [fig. TSM6].

La condición de TSM sobre lo normal en el noreste de Nueva Zelanda podría tener influencia negativa en las precipitaciones de la Región de Coquimbo en caso de que continúe más cálida de lo normal durante el invierno de 2020.

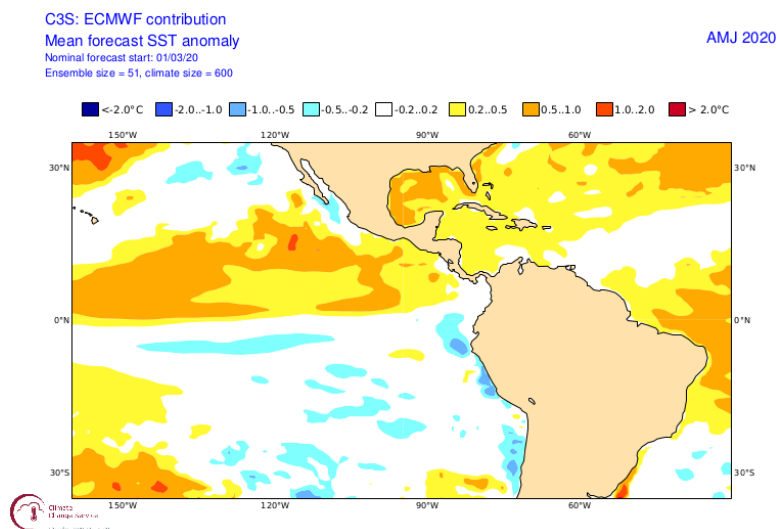


Figura TSM5. Anomalía de TSM [$^{\circ}\text{C}$] pronosticada para el próximo trimestre. Los colores rojizos indican anomalías positivas y los colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: C3S)

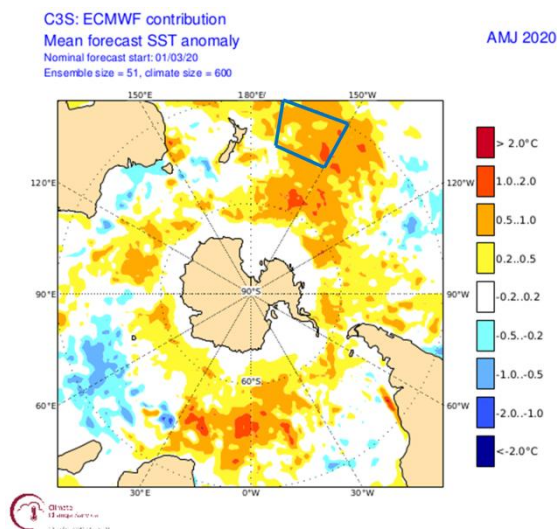


Figura TSM6. Anomalía de TSM ($^{\circ}\text{C}$) pronosticada para el próximo trimestre (Fuente: C3S)

NOTA: El pronóstico de la TSM al noreste de Nueva Zelanda se realiza debido a que hay evidencia científica (Garreaudet. al., 2019) de que las anomalías de esta variable tienen relación con las precipitaciones invernales en la Región de Coquimbo y de buena parte del centro y sur de Chile, en donde las anomalías positivas de TSM en aquel lugar están asociadas a menores montos de precipitaciones en las zonas chilenas antes mencionadas.¹

¹ Garreaudet, R. D., Boiser, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., and Veloso-Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010-2018): a climate dynamics perspective. *Int. J. Climatol.* 39, 1–19. doi: 10.1002/joc.6219

Variabilidad Térmica

Se apreció que marzo fue un mes con una leve tendencia negativa, teniendo 3 períodos cálidos (fig. VT1).

En la zona no cordillerana (<2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica Huintil (Choapa) con un valor de 4,2°C el día 24, mientras que la máxima más alta se registró en Pichasca (Limarí) con 35,5°C el día 23. Por su parte en la zona cordillerana (≥ 2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica Paso Agua Negra, con un valor de -11,4°C el día 26, mientras que la máxima más alta se registró en Laguna Hurtado con 28,2°C el día 5.

En la figura VT2 se observa que la temperatura mínima promedio más alta se registró en la costa norte de la provincia de Elqui, específicamente en Punta de Choros, con un valor en torno a los 17°C. Por su partela cordillera de Los Andes observó un mes con temperaturas mínimas medias en torno a los 5°C a 3.500 m, en torno a los -1°C a 4.300 m y en torno a los -5°C a 4.700 m.

En la figura VT3 se observa que las temperaturas máximas medias más altas se registraron en la precordillera de Elqui y de Choapa y en los valles de Limarí, con valores en torno a los 30°C. En las zonas cordilleranas las máximas estuvieron cercanas entre los 14°C (Limarí y Choapa) y los 21°C (Elqui) a 3.500m, en torno a los 11°C a los 4.300 m y en torno a los 8°C a los 4.700 m.

Cabe destacar que durante marzo las estaciones Combarbalá (C. del Sur), Hurtado (Lavaderos) y Salamanca (Chillepín) registraron el mes de marzo con la temperatura media máxima más alta desde que existen registros, mientras que Pisco Elqui registró el marzo más cálido desde 2012. En los 3 lugares las máximas medias estuvieron en torno o sobre los 30°C, siendo bastante concordante con lo informado por otros organismos acerca de que marzo de 2020 ha sido uno de los más cálidos desde que existen registros.

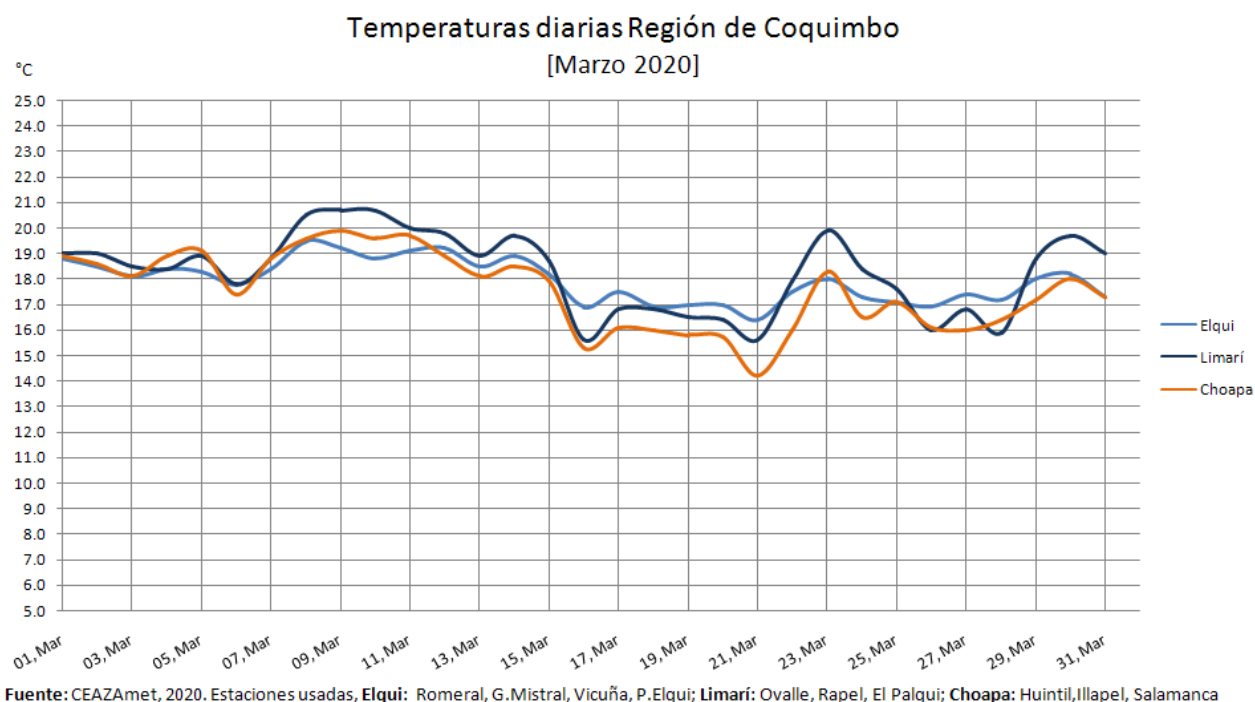


Figura VT1. Promedios diarios de temperatura [°C] a 2m en el mes pasado obtenidos a partir de la red CEAZA-Met [www.ceazamet.cl].

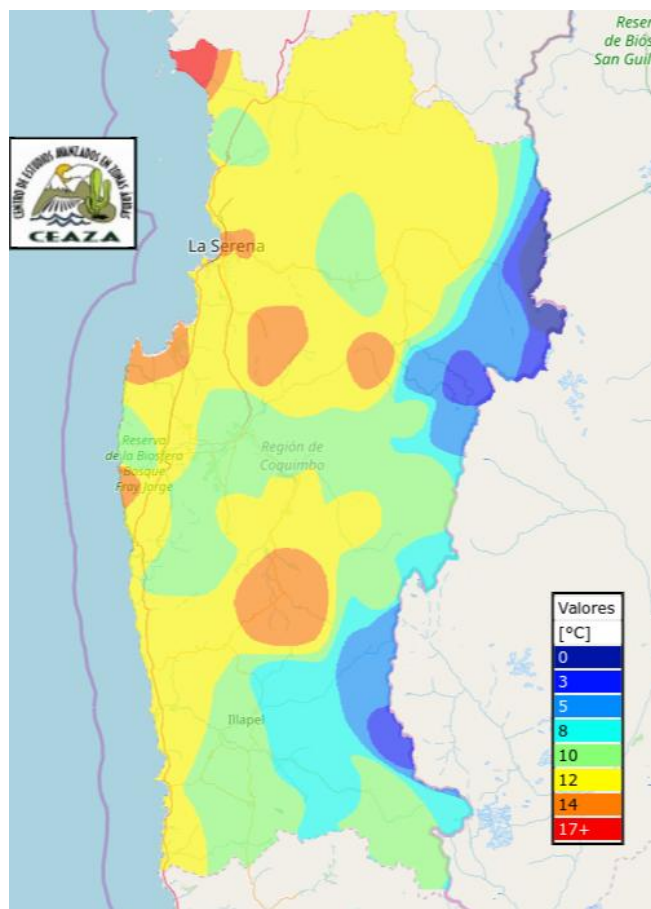


Figura VT2. Promedios diarios de temperatura a mínima a 2 metros en el último mes obtenidos a partir de la red CEAZA-Met.

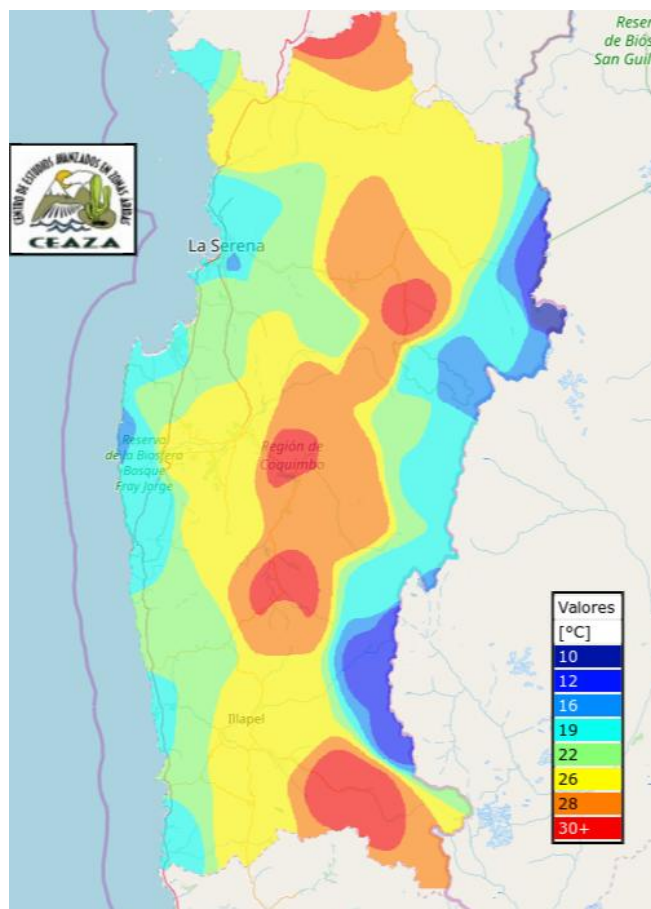


Figura VT3. Promedios diarios de temperatura máxima a 2 metros en el último mes obtenidos a partir de la red CEAZA-Met.

Precipitaciones

Durante el mes de marzo no se registraron eventos importantes de precipitaciones, sólo lloviznas en la costa [tabla P1].

La estación que más acumuló durante el mes fue Coquimbo (El Panul) con 1,0 mm, siendo la estación Fray Jorge Bosque (IEB) la que más ha acumulado, con 8,1 mm [tabla P1 y figura P1].

Gran parte de la Región de Coquimbo se encuentra con un déficit de o cercano al 100%, normal para esta época del año, por encontrarse en la estación seca climatológica [tabla P2 y figura P2].

Estado actual red CEZAMet [Informe mensual]				
Estación	Ene '20	Feb '20	Mar '20	Total [mm]
Vallenar [INIA]	0	0.1	1.3	1.4
Punta de Choros	0	0	0	0
Punta Colorada	0	0	0.1	0.1
La Serena [El Romeral]	0	0	0	0
La Serena [CEAZA]	0.2	0.5	0	0.7
Rivadavia	0	0	(2)0	0
Gabriela Mistral	0	0	0.2	0.2
Coquimbo [El Panul]	-	(2)0	(2)1	1.1
Vicuña	0	0	0	0
Pan de Azúcar	0.2	(1)0.2	0.2	0.6
Pisco Elqui	0	0	0	0
Andacollo [Collowara]	0	0	0	0
Las Cardas	0.2	0	0	0.2
Hurtado [Lavaderos]	0	0	0	0
Pichasca	0	0	0	0
Quebrada Seca	0	0	0	0
Laguna Hurtado	1.8	0	0	1.8
Ovalle [Talhuén]	0	0	0	0
Algarrobo Bajo [INIA]	0.1	0	0	0.1
Fray Jorge Bosque [IEB]	4.3	2.2	-	8.1
Fray Jorge Quebrada [IEB]	(1)0	(1)0	-	0
Camarico [INIA]	0.2	0	0.1	0.3
Rapel	0	0	0	0
El Palqui [INIA]	0	0	0	0
Chaguaral [INIA]	0	0	0	0
La Polvareda [INIA]	0	0	0	0
Peña Blanca	0.5	0.3	0.7	1.5
Ajial de Quiles [INIA]	0	0	0	0
Combarbalá [C.del Sur]	0	0	0	0
Canela	0	0	0	0
Huintil	0	0.2	0.5	0.7
Huentelauquen [INIA]	0.7	0.3	0.1	1.1
Mincha Sur	0	0	0	0
Illapel	0	0	0	0
Salamanca [Chillepín]	0	0	0	0
Tilama	(2)0	(1)0	0	0
Quilimari [INIA]	0.1	0	0	0.1
Pichidanguí	-	(2)0	(2)0	0

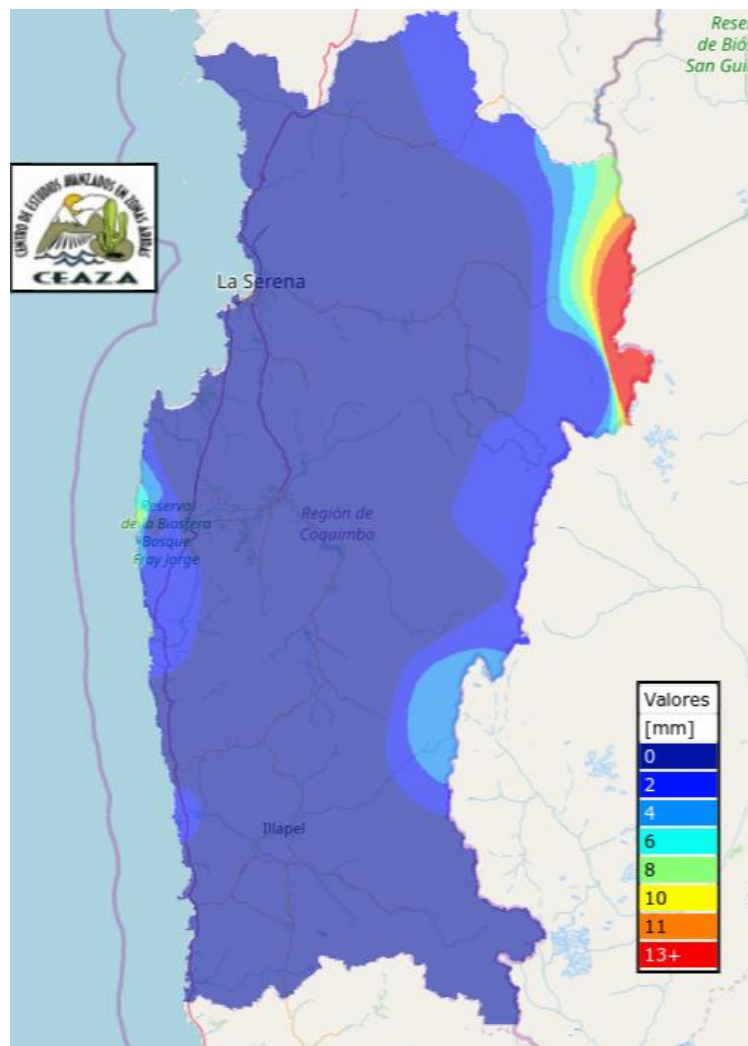


Tabla P1. Precipitaciones mensuales y acumuladas durante el año 2020. Fuente: CEAZA-Met e INIA.

Figura P1. Precipitación acumulada anual del 2020. Fuente: CEAZA-Met, INIA, DMC y DGA.

EMA climatológica (1981-2010)	Fuente	Normal a la fecha	EMA	Fuente	Hasta marzo de 2020	Superávit o déficit
La Serena + El Trapiche		0.7	Punta de Choros	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Trapiche	DGA	0.8	Punta Colorada	CEAZA	0.1 mm	-90.3 %
La Serena DMC	DMC	1.1	La Serena	CEAZA	0.7 mm	-63.7 %
La Serena DMC + La Torre		0.9	Pan de Azúcar	CEAZA	0.6 mm	-67.5 %
		1.6	Las Cardas	CEAZA	0.2 mm	-93.8 %
La Serena + Almendral		1.1	Gabriela Mistral	CEAZA	0.2 mm	-90.3 %
LS – Al – Ov – Pi		1.4	Andacollo	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Vicuña	DGA	1.7	Vicuña	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Rivadavia	DGA	2.3	Rivadavia	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Pisco Elqui DMC	DGA	1.6	Pisco Elqui	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
La Laguna Embalse	DGA	11.4	La Laguna	DGA	1.2 mm	-93.2 %
Provincia de Elqui				Promedio		-90.8 %
La Serena + La Torre		1.9	Quebrada Seca	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Peña Blanca	DGA	2.0	Peña Blanca	CEAZA	1.5 mm	-71.5 %
Peña Blanca + La Placilla		2.1	Ajial de Quiles	INIA	0.0 mm	-100.0 %
La Torre	DGA	1.8	Algarrobo Bajo	INIA	0.1 mm	-97.3 %
Punitaqui + Cogotí Emb.		1.7	La Polvareda	INIA	0.0 mm	-100.0 %
Punitaqui + La Torre		1.7	Camarico	INIA	0.3 mm	-92.4 %
Ovalle	DGA	1.3	Ovalle (Talhuén)	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Recoleta Embalse	DGA	1.5	Recoleta	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Paloma Embalse	DGA	1.6	Monte Patria	DMC	0.0 mm	-100.0 %
El Tomé	DGA	2.2	El Palqui	INIA	0.0 mm	-100.0 %
Pichasca	DGA	1.4	Pichasca	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Cogotí 18	DGA	3.3	Cogotí 18	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Combarbalá	DGA	3.1	Combarbalá	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Rapel	DGA	4.4	Rapel	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Carén	DGA	2.8	Chaguaral	INIA	0.0 mm	-100.0 %
Río Hurtado	DGA	3.0	Hurtado (Lavaderos)	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Pabellón	DGA	6.7	Río Hurtado en San Agustín	DGA	0.4 mm	-97.2 %
Provincia de Limarí				Promedio		-97.6 %
Los Vilos DMC	DGA	2.3	Los Vilos	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Quilimarí	DGA	2.7	Quilimarí	INIA	0.1 mm	-98.9 %
Mincha Norte	DGA	1.4	Mincha Sur	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
La Canela DMC	DGA	1.6	Canela	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Illapel	DGA	2.4	Illapel	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Culimo + Quelón		4.5	Tilama	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Huintil	DGA	3.6	Huintil	CEAZA	0.7 mm	-93.0 %
Salamanca	DGA	3.0	Salamanca	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Coirón	DGA	4.4	Coirón	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Coirón + Tranquilla		5.2	Salamanca (Chillepin)	CEAZA	0.0 mm	-100.0 %
Cuncumén	DGA	6.8	Río Choapa en Cuncumén	DGA	0.0 mm	-100.0 %
Provincia de Choapa				Promedio		-99.3 %
Región de Coquímbo				Promedio		-95.9 %

Tabla P2. Análisis estadístico de las precipitaciones acumuladas durante el año de 2020. Período climatológico base: 1981-2010. Fuente: CEAZA-Met, DGA, DMC e INIA.

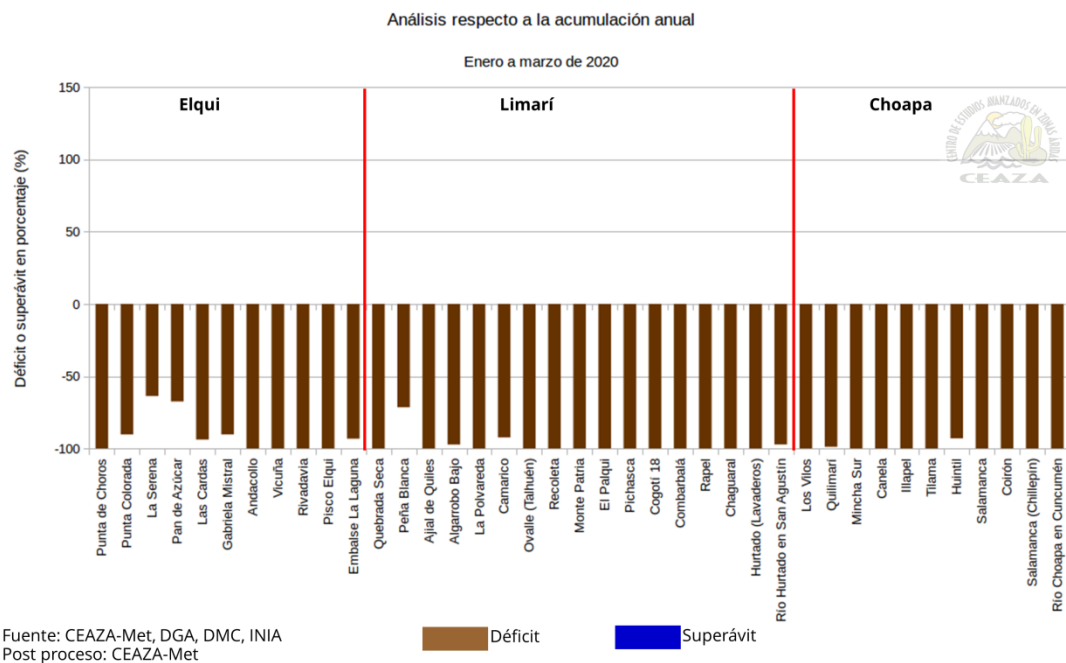


Figura P2. Análisis porcentual de las precipitaciones acumuladas durante el año 2020. Período base climatológico: 1981-2010. Fuente: CEAZA-Met, DGA, DMC e INIA.

Evapotranspiración

La Evapotranspiración Potencial (ET₀, figuras Et1 y Et2) sigue su patrón anual típico. Mantuvo en marzo valores entre 113 y 126 mm/mes para las tres provincias, con valores que se ubican entre los registrados en los últimos 2 años en las tres provincias. Esto implicaría que la cantidad ideal de agua usada para el riego durante febrero de 2020 de debió ser parecida a la de los últimos 2 años en las tres provincias regionales.

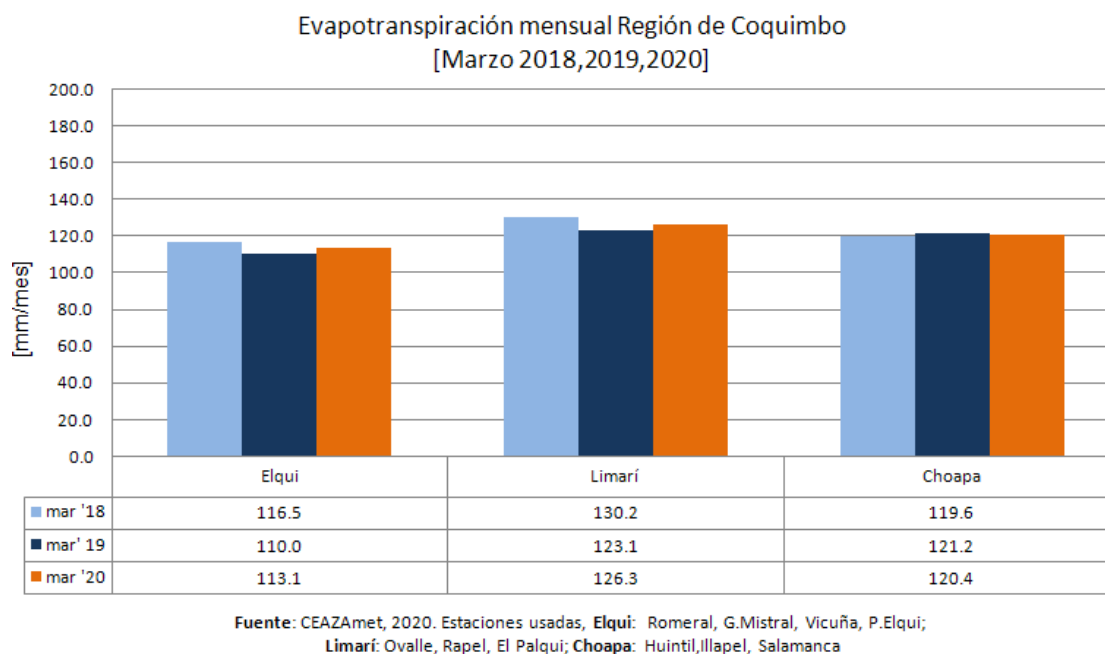
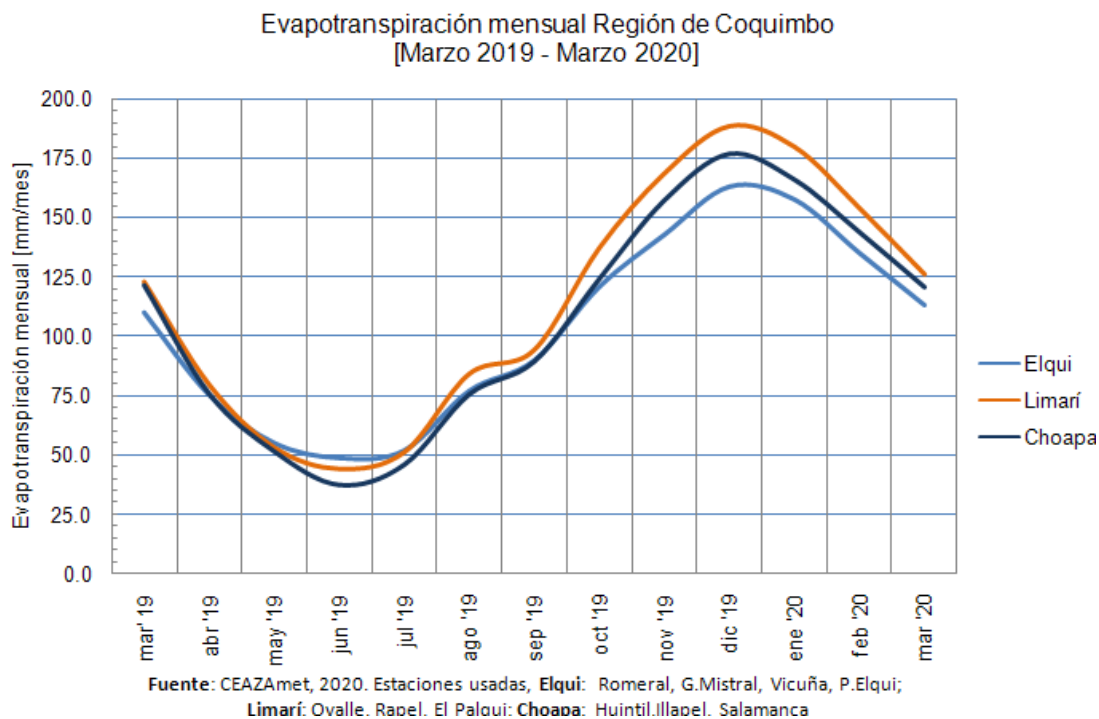


Figura Et1 y Et2. Evolución de la evapotranspiración para los últimos 12 meses (arriba) y comparativa con igual mes de los años 2018 y 2019 (abajo), obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Grados Día (Base 10°C) y heladas

Se puede observar que los Grados Día entre el 15 de agosto y el 31 de marzo se encuentran con valores muy similares a los del año pasado en toda la Región de Coquimbo [tabla F1]. Se espera que según su déficit o superávit los Grados Día afecten negativamente o positivamente al desarrollo de los frutales de la región.

Por otro lado, como se puede observar en la tabla F2 no se registraron heladas durante este mes.

Estación	GD Acumulados 2020-04-01	GD Acumulados 2019-04-01
Vallenar [INIA]	1713(+3%)	1657
Cachiyuyo	2534(+1%)	2513
Punta de Choros	1544(+10%)	1410
Punta Colorada	1716(+3%)	1668
La Serena [El Romeral]	1334(+2%)	1313
La Serena [CEAZA]	1413(-)	-
La Serena [Cerro Grande]	889(+4%)	858
Rivadavia	2302(+1%)	2277
Gabriela Mistral	1369(+5%)	1306
Vicuña	2024(+4%)	1941
Pan de Azúcar	1432(+3%)	1386
Pisco Elqui	2289(+4%)	2195
Andacollo [Collowara]	2047(+4%)	1963
Las Cardas	1727(+1%)	1716
Tongoy Balsa CMET	1356(+2%)	1326
Hurtado [Lavaderos]	2350(+5%)	2246
Pichasca	2043(+2%)	1994
Quebrada Seca	1736(+2%)	1710
Ovalle [Talhuén]	1471(-4%)	1538
Algarrobo Bajo [INIA]	1829(+7%)	1716
Camarico [INIA]	1606(+9%)	1473
Rapel	1966(+5%)	1879
El Palqui [INIA]	2259(0%)	2251
Chaguaral [INIA]	2218(+8%)	2046
La Polvareda [INIA]	2000(-)	-
Ajial de Quiles [INIA]	1535(-)	-
Combarbalá [C.del Sur]	2487(+3%)	2423
Canela	1461(+6%)	1376
Huintil	1279(+8%)	1185
Huentelauquen [INIA]	1096(+7%)	1028
Mincha Sur	1273(+4%)	1226
Illapel	1699(+7%)	1591
Salamanca [Chillepin]	1973(+9%)	1811
Tilama	1499(+6%)	1410
Quilimari [INIA]	1167(+4%)	1125

Tabla F1. Evolución Grados Día obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Estación	2020-03-01 Al 2020-03-31	Detalles
Vallenar [INIA]	0	
Cachiyuyo	0	
Punta de Choros	0	
Punta Colorada	0	
La Serena [El Romeral]	0	
La Serena [CEAZA]	0	
La Serena [Cerro Grande]	0	
Rivadavia	0	(3)
Gabriela Mistral	0	
Vicuña	0	
Pan de Azúcar	0	
Pisco Elqui	0	
Andacollo [Collowara]	0	
Las Cardas	0	
Tongoy Balsa CMET	0	
Hurtado [Lavaderos]	0	
Pichasca	0	
Quebrada Seca	0	
Ovalle [Talhuén]	0	
Algarrobo Bajo [INIA]	0	
Camarico [INIA]	0	
Rapel	0	
El Palqui [INIA]	0	
Chaguaral [INIA]	0	
La Polvareda [INIA]	0	
Ajial de Quiles [INIA]	0	
Combarbalá [C.del Sur]	0	
Canela	0	
Huintil	0	
Huentelauquen [INIA]	0	
Mincha Sur	0	
Illapel	0	
Salamanca [Chillepin]	0	
Tilama	0	
Quilimari [INIA]	0	

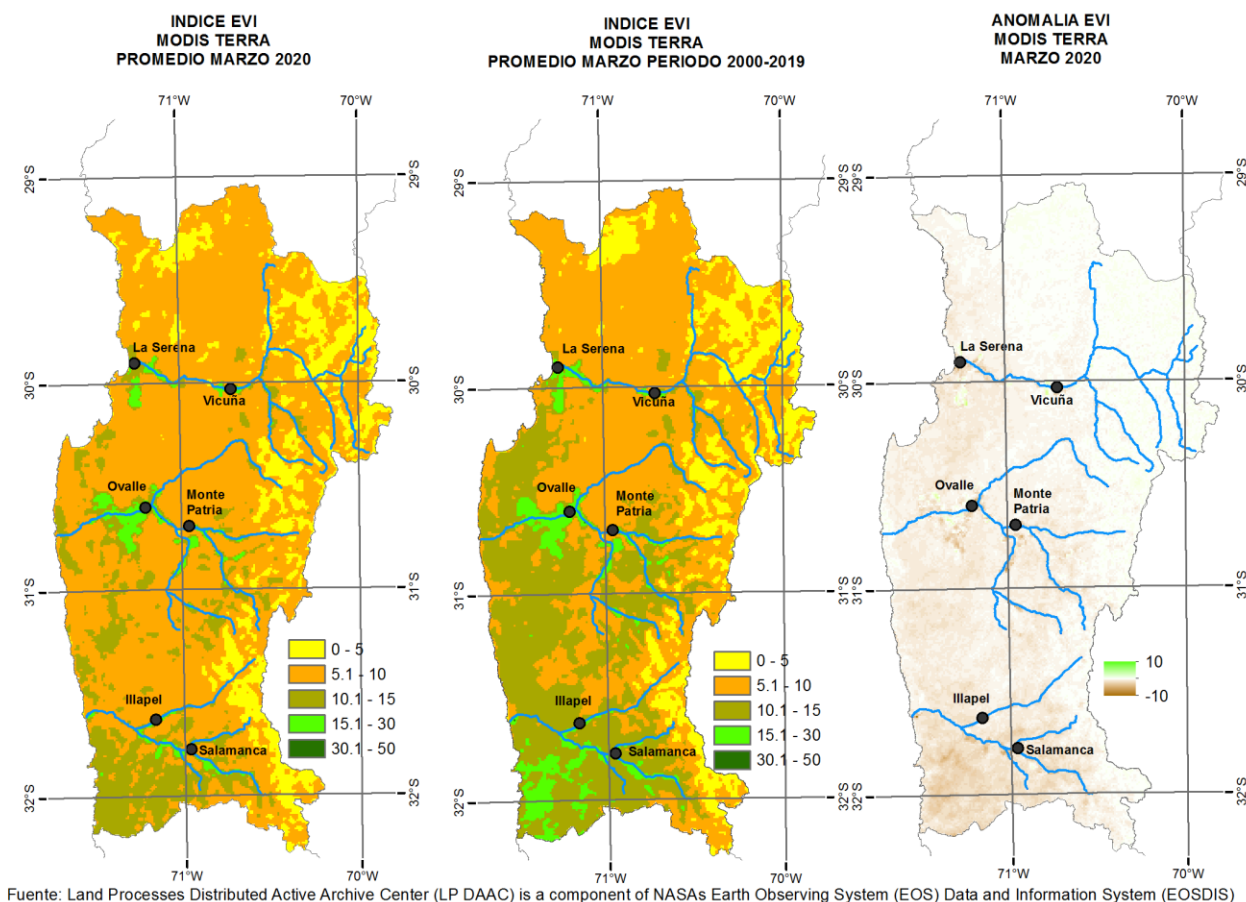
Tabla F2. Registro de Heladas obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Estado de la vegetación EVI

El índice de vegetación EVI muestra que durante febrero de 2020 la vegetación estuvo en promedio con anomalías negativas en la región de Coquimbo, excepto en el secano norte de los valles de Elqui en donde registra valores normales. Esto estaría relacionado mayormente con las escasas precipitaciones que se han registrado en toda la región durante el año y otoño actual.

El EVI se comportó de la siguiente forma, según provincia [fig. EVI 1]:

- Elqui presentó valores negativos principalmente, con algunos neutros en la zona del secano norte y ciertas zonas cultivadas cercanas a Vicuña.
- Limarí presentó valores principalmente negativos en toda la provincia.
- Choapa presentó valores negativos en toda la provincia y tiene los valores más bajo de la región.



Fuente: Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) is a component of NASA's Earth Observing System (EOS) Data and Information System (EOSDIS)

Figura EVI 1. Mapa promedio del EVI del último mes en la Región de Coquimbo (izquierda). Mapa promedio climatológico del período 2000-2019 (centro). Mapa de la anomalía mensual (derecha).

Análisis Agronómico

Almendo (*Prunusdulcis*)

La cosecha de almendros está en su fase de término este mes, en las zonas productoras de la región de Coquimbo debiera finalizar dentro de 1 a 2 semanas más con las variedades polinizantes.

En General la cosecha fue menor en Non Pareil en todas las zonas productoras no solo de la región de Coquimbo sino en todo Chile, también se observó bajo calibre en comparación a la temporada pasada. Las variedades polinizantes por el contrario tuvieron mejor rendimiento.

Labores a cuidar para este mes de Abril 2020:

Ir disminuyendo los riegos ya que en este estado el frutal baja fuertemente su demanda hídrica, además está entrando a su fase de dormancia por lo que no es conveniente mantener el perfil de suelo en estado de 100% capacidad de campo dado que se atrasa caída de hoja y el comienzo de la sumatoria de frío clave para la nueva generación de flores en la siguiente primavera.

Tratar de evitar daño mecánico a los árboles con el vibrado mecanizado con remecedores o golpe manual si es cosecha con jornales. También cuidar de no dañar dardos y botar mucha hoja. Levantar la fruta con 6% de humedad en pepa de almendra, evitar sobre secar en el suelo ya que baja el peso de la semilla y por ende el rendimiento. Los secados en canchas ya en esta fecha se están demorando incluso hasta 2 semanas, procurar tapar con plástico en las noches la almendra para acelerar su secado y enviar a plantas de proceso.

Si no se ha fertilizado de postcosecha y el árbol aún tiene lo menos el 50% de hojas verdes sería conveniente aplicar rápido en estas 2 semanas. Con árboles con hojas amarillas y con defoliación intensa no hacer nada ya que la eficiencia es casi cero.

Recordar siempre que se debe hacer un pequeño análisis de calidad antes de entregar la fruta a las exportadoras para proceso, esta consiste en sacar porcentaje de rendimiento de pelón seco a pepa a medida que la cosecha avanza. Usar 5 kilos de pelón seco por lote, separar pelón, cascarilla y pepa y expresarla % en peso/peso. Un buen rendimiento de pelón seco a pepa es de 24 a 25%. Recordar también que el porcentaje de pérdida de humedad desde la fruta cosechada hasta pelón seco esta alrededor de un 15 a 20%, este porcentaje va a ir bajando en la medida que se avance en la cosecha en marzo dado que los pelones se van deshidratando más rápido en el mes de marzo.

Para los huertos que ya están 100% cosechados y han tenido eventos de ataque de arañitas sería conveniente un lavado de los árboles con aceite usando concentración entre el 1% al 2% (dependiente del tipo de aceite) con alto volumen de agua.

Nogal (*Juglans regia*)

El mes de Abriles el mes de full cosecha de este frutal, sobre todo para la variedad Chandler. La variedad Serr debiera estar concluyendo su cosecha. En general los rendimientos en la región en comparación a la temporada anterior son bajos y de bajo calibre principalmente afectados por las deficiencias en el riego en los meses de llenado de la nuez de diciembre y enero.

Labores claves para el mes de Abril son:

- a.) Ir bajando la tasa de riego, dentro del mes de abril estamos en la baja del segundo flash de crecimiento de raíces de este frutal por lo tanto la demanda comienza a disminuir. Como hay renovación es una buena instancia para aplicaciones de enmiendas vía ácidos fúlvicos y húmicos para la mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del área radicular. Hay que aplicar la fertilización de postcosecha en la variedad Chandler.

- b.) Cuidar del proceso de secado sobre mallas en altura, evitar el contacto con el suelo y la sobre exposición al sol para no bajar los porcentajes de color extra light en la mariposa.
- c.) Mantener datos de rendimientos y calidad por sectores que permitan tener información luego para la discusión y conclusiones de los programas de riego y fertilización.
- d.) No Dañar el árbol con la cosecha, cuidar dardos y brotes.
- e.) No sobre secar ni exponer al sol mas de 3 días la nuez para no perder color extralight en la mariposa.
- f.) Solo cosechar nuez con pelón rajado. Dar una segunda vuelta si es necesario para evitar pelón adherido.

Vid (*Vitisvinifera*)

Uva de mesa

- a.) Cosecha en la parte baja ya terminando, con resultados dispares en rendimiento por ha y calibres de fruta. Lo anterior puede explicarse por la falta de lluvias y riegos en receso.
- b.) Iniciar los programas de desinfecciones una vez terminada la cosecha para limpiar los brotes de estados invernantes de plagas y enfermedades.
- c.) En materia de riego se deben suplir reposiciones cercanas al 55% de la tasa de evaporación corregida por localidad, los programas de fertilización en base a potasio y fósforo cobrar alta importancia en la construcción del racimo en cuanto a calidad, condición y tamaño para las variedades de cosecha de marzo.
- d.) Retirar todos los pámpanos y racimos que por calibre o defectos no fueron cosechados para bajar presión de inóculos de hongos principalmente Botrytis.

Uva Pisquera

- a.) Recordar que existe un atraso de 10 a 14 días en los procesos de sumatoria de grado alcohólico, la mayoría de las variedades ya está en 10 a 11 grado alcohólico. Recordar que el cálculo de grado alcohólico es = grados brix / 1,8. Para bajas de grado es importante suplir fertilizaciones en base a potasio que pueden elevar el azúcar en esta fecha.
- b.) Se debe mantener semanalmente las mediciones de grados brix para las distintas variedades y/o sectores para determinar si se va con adelanto o atraso en la fecha de las distintas vendimias.
- c.) Revisar focos de Botrytis en bayas rajadas y/o racimos apretados y controlarlos con productos cuidando tolerancia y carencias. Retirarlos del parrón y descartarlos de lo que se entrega a las cooperativas pisqueras. Es importante dejar limpio el parrón sin racimos infectados.
- d.) Mantener riego con reposición del 60% de la bandeja de evaporación. En variedades tardías con Pedro Jiménez si existen aún hojas verdes y en un porcentaje igual o mayor a 50% se puede hacer una fertilización de postcosecha tardía.
- e.) Recordar que La mejor medida de evitar proliferación de Botrytis es iniciar la cosecha donde uno puede ir eliminando sacando fuera del parrón los racimos infestados.

Uva vinífera

- a.) Solo queda la vendimia de las variedades tintas tardías como Carmenere y Syrah
- b.) En general se está constatando en las vendimias una baja en peso de los racimos alrededor de un 20 a 25%.
- c.) Revisar presencia de Botrytis y/o pudrición ácida en racimos, ya que este hongo afecta el tamaño final de las bayas. Se han reportado numerosos focos en las distintas zonas de la región de Coquimbo.

- d.) Mantener riegos saliendo a lo menos un 50% de la ET0 (evapotranspiración de bandeja) usando dependiendo de los sistemas de conducción el Kc correcto.
- e.) Máxima preocupación con la fertilización en base a Potasio y Fósforo para el crecimiento de la baya y el racimo final.
- f.) Revisar concentración de taninos en piel de las bayas, también establecer un cuadro de evolución de grados brix.

Cobertura de nieve

En términos anuales 2018 y 2019 fueron años de baja acumulación de nieve, en especial durante el invierno, que es el periodo más importante para efectos de acumulación de agua en la cordillera. Esto ha repercutido que este año en los caudales han sido bajos en todas las cuencas de la región.

El mes de marzo de 2020 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 inferiores al 1%, como se observa en el mapa y gráfico adjunto [figura N1].

En relación a la climatología del mes de marzo se registró un déficit de cobertura de nieve a nivel regional del 95,2%. Sin embargo no tiene mayor significancia, debido a que es normal registrar escasas o nulas precipitaciones nivales durante este mes (figuras N1 a N4 y tabla N1).

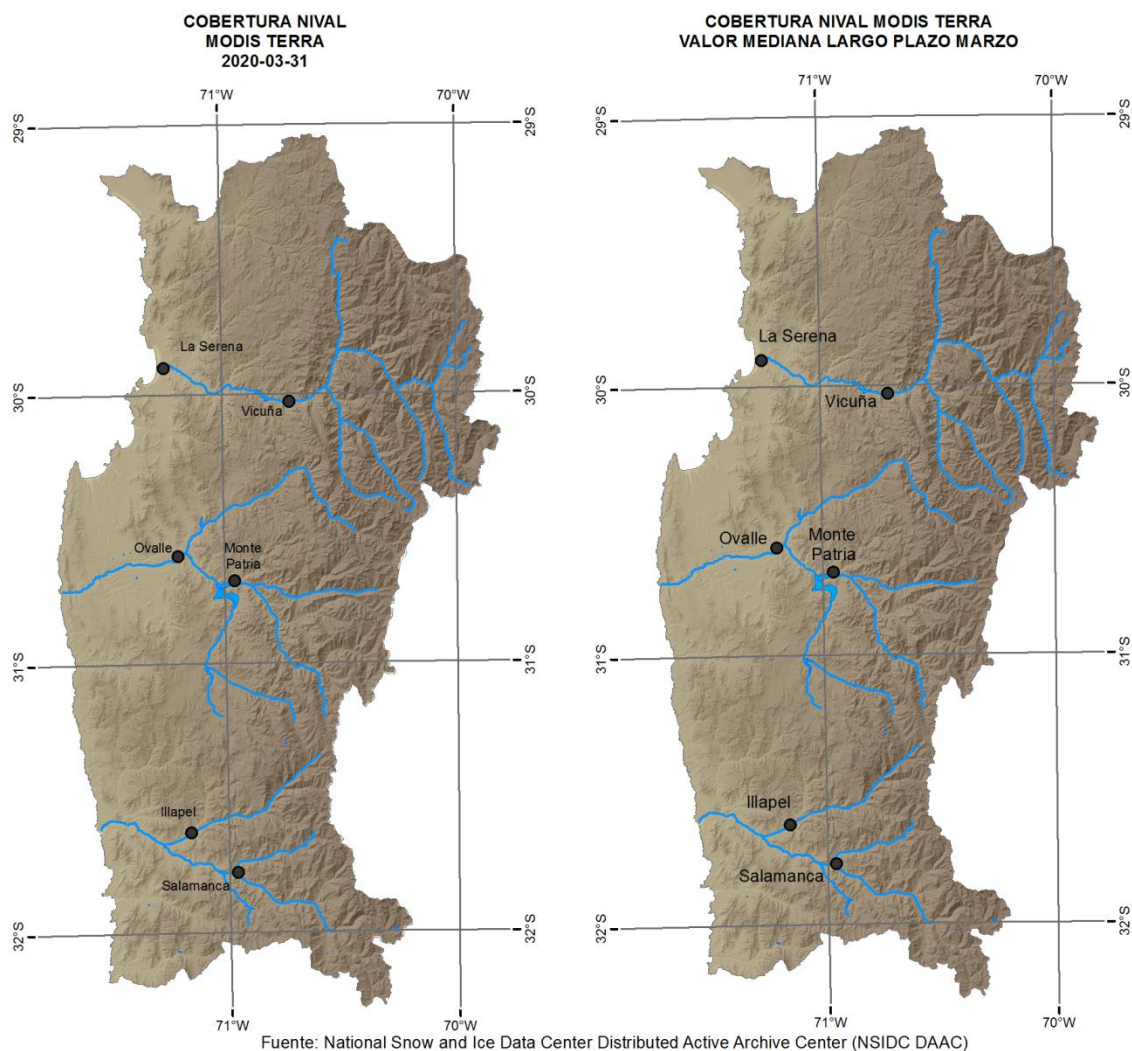


Figura N1. Mapa de la cobertura de nieve del último día del mes actual (izquierda) y el mapa con las medianas del mes de período 2003 -2019 (derecha)

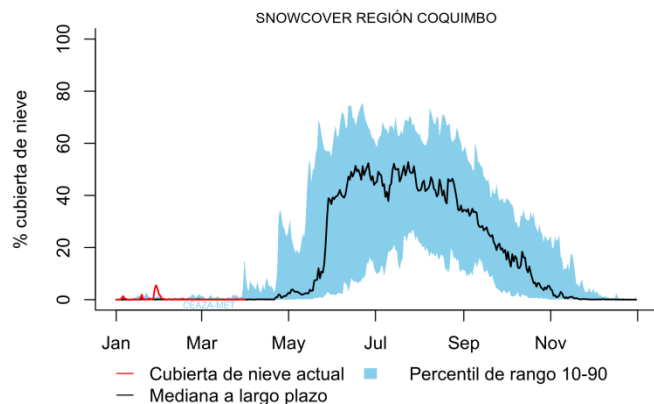


Figura N2. Serie de la cobertura porcentual de nieve a nivel regional calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

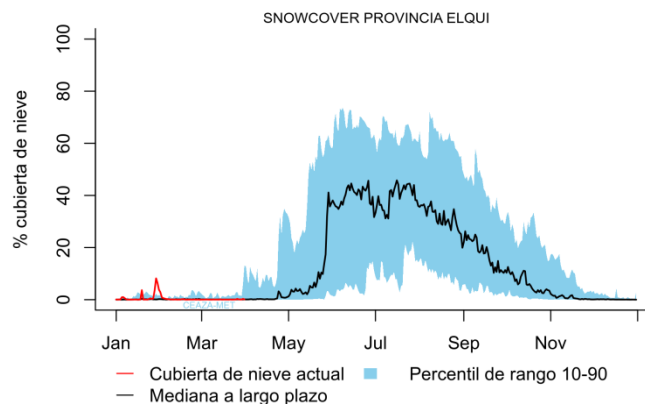


Figura N3. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Elqui calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

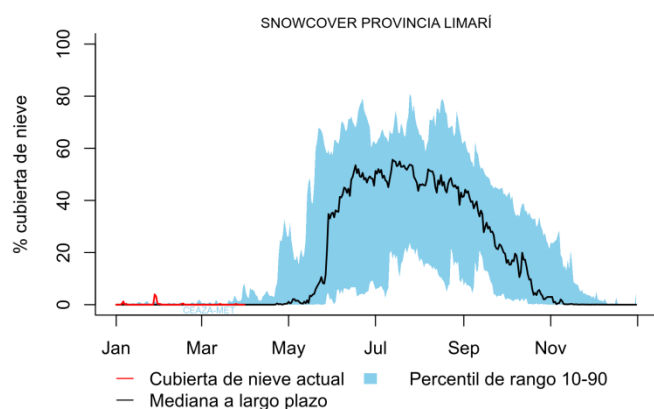


Figura N4. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Limarí calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

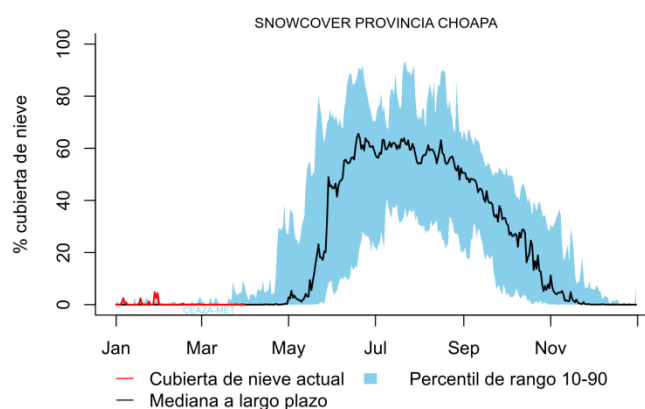


Figura N5. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Choapa calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

Climatología (2003-2019)	Fuente	Media climática Marzo	Media mensual Marzo 2020	Superávit o déficit
Cordillera Coquimbo	MODIS	151.4 km ²	7.3 km ²	-95.2 %
Cordillera Elqui	MODIS	93.0 km ²	5.3 km ²	-94.3 %
Cordillera Limarí	MODIS	32.2 km ²	1.1 km ²	-96.7 %
Cordillera Choapa	MODIS	26.1 km ²	0.9 km ²	-96.6 %

Tabla N1. Análisis climatológico de la cobertura de nieve.

Estado de caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2019/2020 indican que las tres cuencas se encontraron con valores mensuales entre 0.52 y 2.90 m³/s, los cuales, en términos relativos a sus históricos mensuales, se encuentran entre el 24% y 27%. Así, en términos de lo que va de la temporada (abril'19 – marzo'20) **se presentan los caudales bajo lo normal en las 3 cuencas de la región.**

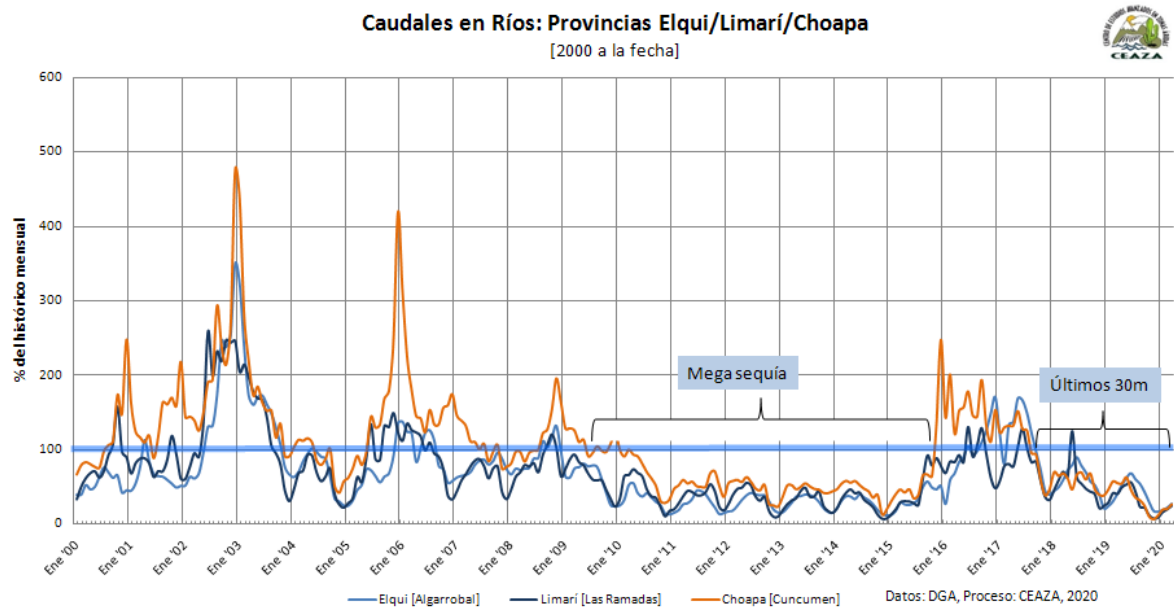
En términos de los promedios anuales los caudales observados en la Región durante el período 2015 a 2017 fueron los más altos desde finales de 2008, sin embargo en este momento los caudales están muy bajos (fig. C2), debido a las escasas lluvias y nevadas del 2018 y del 2019. Además se espera que los caudales continúen bajos durante los próximos meses.

Actualmente la región está en una situación precaria, ya que los caudales comenzaron a estar bajo lo normal desde el primavera de 2017 por lo tanto de cumplirse los pronósticos para este año se cumplirían 3 años de caudales bajos hacia septiembre de este año.

Es importante destacar que los ríos Grande y Choapa han registrado en marzo el segundo caudal más bajo desde que comenzaron los registros por parte de la DGA.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abril- fecha
Elqui	Elqui en Algarrobal	Caudales (m³/s)	4.82	5.39	5.66	5.10	4.69	4.04	3.42	2.99	3.08	3.24	3.07	2.90	4.0
		% del promedio histórico	52	62	68	60	54	43	29	18	17	19	22	27	34
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m³/s)	1.02	1.15	1.38	1.31	0.78	0.93	0.86	0.76	0.71	0.70	0.51	0.52	1.05
		% del promedio histórico	49	52	55	42	22	21	11	6	8	15	19	24	19
Choapa	Choapa en Cuncumén	Caudales (m³/s)	2.12	2.22	1.95	1.59	1.64	1.68	1.55	1.46	1.34	1.27	0.95	1.05	1.6
		% del promedio histórico	55	63	46	36	32	25	11	7	12	20	21	27	21

Tabla C1. Caudales año hidrológico 2019/20 v/s Histórico



Nota: A partir de esta edición se comenzaron a usar los promedios históricos reportados por la DGA para calcular los porcentajes.

Estado de los embalses

La cantidad de agua contenida en los embalses regionales está entre el 10% y el 91%, estando porcentualmente más agua embalsada en el Elqui y menos en Choapa. El Limarí está en un nivel intermedio finalizando marzo con el embalse La Paloma con cerca 43% de su capacidad máxima.

Provincia	Embalse	Capacidad (MMm ³)	Estado Actual	
			(MMm ³)	(%)
Elqui	La Laguna	38.2	34.78	91%
	Puclaro	209	143.07	68%
Limarí	Recoleta	86	55.44	64%
	La Paloma	750	325.23	43%
	Cogotí	156.5	38.67	28%
Choapa	Culimo	10	3.79	38%
	Corrales	50	4.90	10%
	El Bato	25.5	6.07	24%
Región	Todos	1304.7	611.9	47%

Tabla E1. Volumen embalsado en los principales embalses de la región (fuente: DGA). Colores según volumen embalsado (>66%: verde, 66% a 33% amarillo, <33% rojo)

La Región de Coquimbo se encuentra en este momento con un **47% de la capacidad total regional** embalsada (fig. E1).

Debido a las capacidades y diferencias en las cuencas el agua embalsada se comporta muy diferente en las 3 cuencas:

- Elqui actualmente mantiene su embalse de cabecera (La Laguna) casi lleno (91%) y con un 68% en el embalse Puclaro, cabe destacar que se ha mantenido así durante los últimos 3 años.
- Limarí tiene casi toda su capacidad de embalse en La Paloma y actualmente tiene un 43%.
- En Choapa tiene una cantidad embalsada baja (<20% embalsado en la provincia) y presenta valores similares a los observados en 2014 (fig. E2).

Es importante no olvidar que el 2015 el agua embalsada en la Región de Coquimbo estaba bajo el 10%, que el 2019 es un año donde precipitó muy poco, y el pronóstico actual de precipitaciones para 2020 no es muy favorable, por lo que es importante la gestión cautelosa del recurso.



Volumen embalsado Región de Coquimbo

2009 - 2020

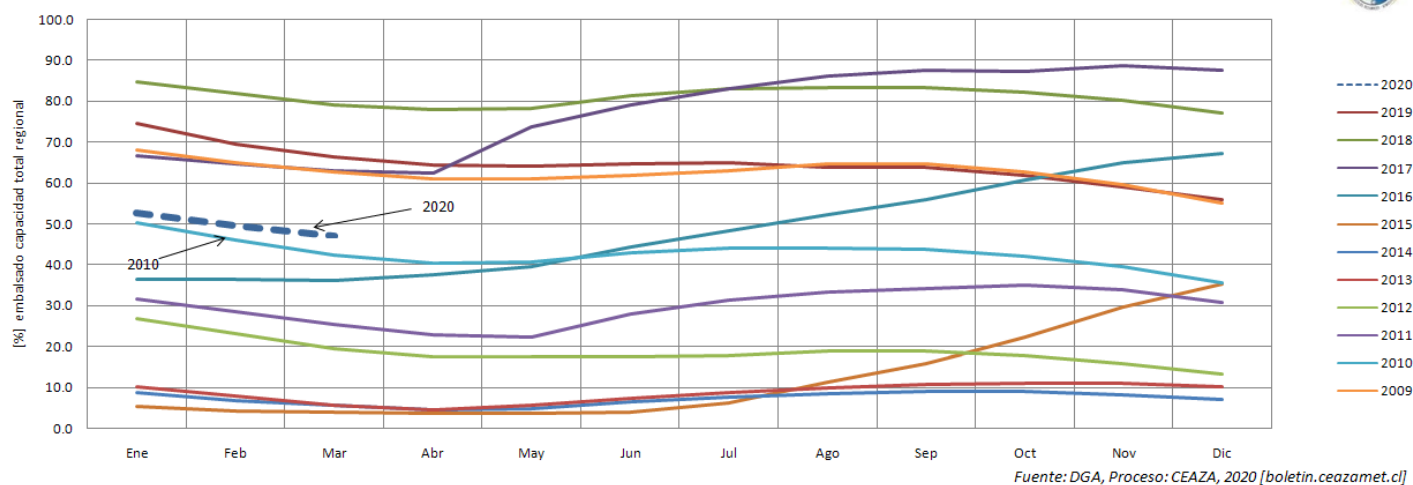


Figura E1. Volumen contenido en los principales embalses de la región como porcentaje del total regional

Evolución de los embalses por cuenca y total regional

[Noviembre 2008 - Marzo 2020]

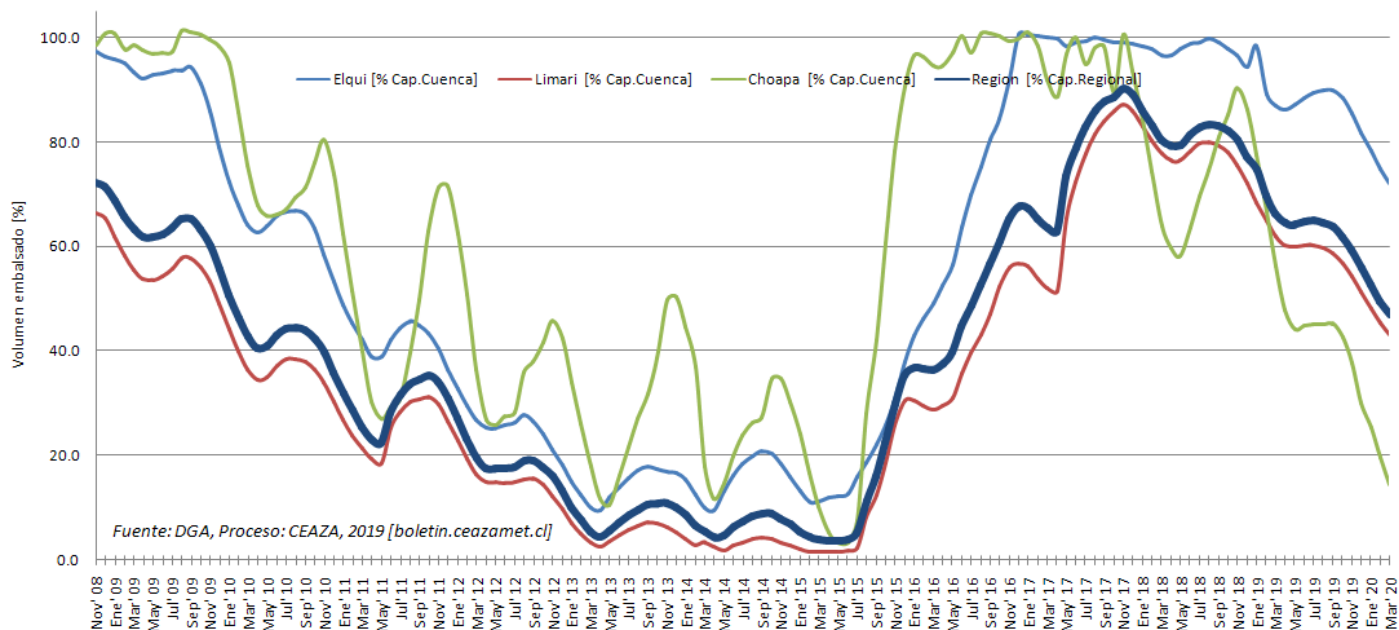


Figura E2. Comparativa interanual del volumen mensual embalsado regional y por cuenca del período 2009-2020.

Conclusiones

Las precipitaciones para este trimestre se espera que estén entre lo normal a bajo lo normal.

Los datos observados por organismos internacionales indican que la situación actual del ENSO es de una fase Neutra cálida tipo El Niño y que ya habría finalizado durante el trimestre EFM'20, con un pronóstico de enfriarse lentamente, continuando así por varios trimestres más, con un aumento en la probabilidad de que La Niña se desarrollen hacia la primavera.

En el trimestre AMJ'20 las temperaturas mínimas del sector costero estarían en torno a lo normal, mientras que las máximas estarían entre lo normal a bajo lo normal. En el resto de la Región las temperaturas mínimas estarían entre lo normal a bajo lo normal, mientras que las máximas estarían sobre lo normal.

La TSM en el sector costero de la Región estuvo en torno a lo normal durante el mes de marzo, sin embargo se espera que para el trimestre MAM'20 esté bajo lo normal.

Durante el mes de marzo no se observaron eventos de precipitaciones de mayor importancia, sólo lloviznas en sectores costeros.

Se ha observado una acumulación grados día muy similar a la del 2018-2019 en toda la Región de Coquimbo.

Durante la temporada hidrológica que comenzó en abril'19 los caudales en las tres cuencas regionales se han presentado bajo lo normal. Además, debido a la poca acumulación de precipitaciones durante los dos últimos años se siguen esperando caudales bajos hacia los próximos meses.

El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 47% de su capacidad máxima, carga que va de mayor a menor entre el norte y el sur de la región.

Créditos

El presente boletín ha sido desarrollado 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 utilizadas en el presente boletín:



Este boletín mensual es confeccionado por el equipo de trabajo de CEAZA-Met, el que está conformado por:



Cristian Orrego Nelson(edición, análisis de datos)

Luis Muñoz(edición, análisis meteorológico, climático y oceánico)

Pablo Salinas (modelos globales)

David López (teledetección)

Pilar Molina (difusión y transferencia)

Patricio Jofré(revisión editorial)

Diego Cataldo (soporte informático)

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
Universidad de La Serena

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

Próxima actualización: Mayo, 2020

Contacto: ✉ ceazamet@ceaza.cl, 🐦 @CEAZAmet

Anexos 1: Glosario

Anomalía: valores de alguna variable que oscilan fuera del promedio histórico o climatológico.

Anticiclón: región o zona amplia de altas presiones, lo que se asocia a tiempo estable y que no permite el paso de sistemas frontales.

Climatología: estudio de distintas variables atmosféricas observadas en un período de al menos 30 años, que permite describir las características térmicas, pluviométricas y de nubosidad de una zona o región.

ENOS: El Niño - Oscilación del Sur.

El Niño: Fenómeno de interacción océano-atmósfera que corresponde a la fase cálida del ENOS, con un índice ONI mayor o igual a $+0,5^{\circ}\text{C}$ por un período de 5 trimestres móviles consecutivos en la zona Niño 3.4, produciéndose un incremento en las precipitaciones invernales y temperaturas más altas de lo normal en la Región de Coquimbo.

HC: Es el índice de Contenido Calórico del océano (Heat Content en inglés), el cual se basa en las anomalías de temperatura promedio del mar en el Pacífico ecuatorial entre los 180° y 100°O y entre la superficie y los 300 metros de profundidad.

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene la atmósfera y la cantidad máxima que ésta puede contener multiplicado por 100.

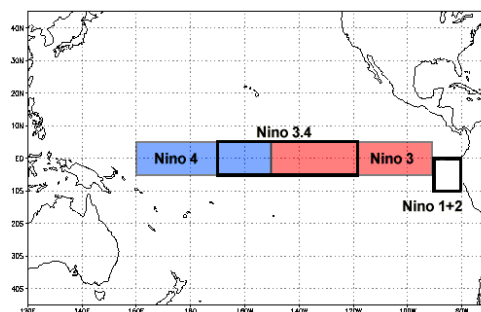
La Niña: Fenómeno de interacción océano-atmósfera que corresponde a la fase fría del ENOS, con un índice ONI menor o igual a $-0,5^{\circ}\text{C}$ por un período de 5 trimestres consecutivos en la zona Niño 3.4, produciéndose una disminución de las precipitaciones, temperaturas más bajas de lo normal y mayor frecuencia de heladas en la Región de Coquimbo.

Macroclima: características climáticas a nivel continental, que está determinado por la circulación atmosférica de gran escala.

Mesoclima: características climáticas de un área relativamente extensa, que puede oscilar entre pocos a algunos cientos de kilómetros cuadrados. Describe el comportamiento de las variables atmosféricas en zonas como ciudades o regiones.

Microclima: características climáticas de un área pequeña, menor a 2 Km^2 . Describe el comportamiento de las variables atmosféricas en zonas como pequeños valles, islas y bosques.

ONI: Es el Índice Oceánico de El Niño, el cual se basa en el promedio trimestral de las anomalías de temperatura superficial del mar de la zona Niño 3.4 (5°N - 5°S , 170°O - 120°O) y tiene mayor correlación con las temperaturas y precipitaciones de la Región de Coquimbo.



Zonas de estudio de El Niño.

Oscilación térmica: es la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima registrada en un lugar o zona durante un determinado período.

OLR: Es la Radiación de Onda Larga Saliente (OutgoingLongwaveRadiation), la cual está basada en la anomalía estandarizada de la radiación de onda larga saliente en la zona ecuatorial ubicada entre los 5°N y 5°S y entre los 160°E y 160°W, observada a través del Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (AdvancedVery High ResolutionRadiometer, AVHRR), que está a bordo de un satélite de órbita polar de la NOAA.

Período Neutro: Lapso donde no se registran anomalías significativas en la zona Niño 3.4, manteniéndose las anomalías de TSM entre -0,5° y +0,5°C.

Régimen pluviométrico - régimen pluvial: comportamiento de las lluvias a lo largo del año.

Sequía: Período de varios años donde la precipitación acumulada de una región está por debajo del promedio histórico, lo que provoca un desbalance hídrico.

SOI: Es el Índice de Oscilación del Sur (SouthernOscillationIndex), el cual se basa en la anomalía estandarizada de la presión al nivel del mar entre las estaciones meteorológicas de la ciudad de Papeete en Tahití y de Darwin en Australia.

Vaguada Costera: prolongación de una baja presión cálida a nivel de superficie, desde las costas peruanas hasta los 35° de latitud sur aproximadamente. Su presencia está regulada por el Anticiclón del Pacífico y es la responsable de la típica nubosidad costera y nieblas persistentes en gran parte de las costas chilenas.

Clima de estepa con nubosidad abundante: ocupa las planicies litorales y su influencia se hace sentir hacia el interior, adonde penetra hasta 40 km por los valles y quebradas. Se caracteriza por presentar niveles elevados de humedad y nubosidad, productos de la cercanía del mar. Las temperaturas son muy moderadas y no presentan grandes contrastes térmicos diarios (Romero et al. 1988, Sánchez & Morales 1993).

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. Esta zona climática se presenta por sobre los 800 msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de la alta montaña (Romero et al. 1988)

Clima de tundra por efecto de la altura: predomina sobre los 3.000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y mayor precipitación invernal, particularmente nival.

Anexo 2: Vecinos de las nieves

Vecinos de las Nieves es un proyecto de ciencia participativa ejecutado durante los años 2018 y 2019 por CEAZA en alianza a los habitantes de las zonas cordilleranas de las provincias del Elqui y Limarí. Durante el 2019, cerca de 30 voluntarios observan y registran los eventos de nieve en su localidad en 11 puntos distribuidos entre las comunas de Vicuña, Paihuano, Río Hurtado y Monte Patria.