

SEQUÍA : LA BRECHA MÁS PROFUNDA



amulén
LA FUNDACIÓN DEL AGUA



Sequía:

La brecha más profunda

El porcentaje promedio de vulnerabilidad en zonas carentes de agua potable es mayor al 80%.



Índice

05	Índice
06	Resumen ejecutivo
09	Sobre este informe
10	Visión general de Chile
18	Regiones más afectadas
36	Vulnerabilidad y acceso a agua potable
44	Proyección Climática : ¿ Donde están los afectados ?
49	Fallas por sequías en los APR en el período actual
52	Proyecciones climáticas del abastecimiento de agua
60	Conclusiones

Resumen ejecutivo

un 85% del abastecimiento informal depende de pozos o ríos que se ven directamente afectados por la sequía.

Para nadie es un misterio que las lluvias han ido decreciendo en los últimos años. Según datos de la Dirección Meteorológica de Chile, el déficit de agua caída a la fecha es más de un 25% menor que el año 2018 y un 38% menos que lo normal a la fecha. Por lo mismo, no es de extrañar que durante este año se hayan decretado nuevas regiones y 17 comunas de la Región Metropolitana en emergencia agrícola, aumentando el apoyo económico a dichas zonas para poder soportar la carencia de este recurso básico. Si a esto le sumamos el reciente informe del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), el cual señala que Chile lidera la lista de los países con alto estrés hídrico, podemos concluir que el futuro no es muy esperanzador.

La gran pregunta que se nos viene a la mente es ¿cómo van a sobrevivir las personas en los sectores rurales con esta carencia de agua? Nuestro estudio “Pobres de agua: Radiografía del agua rural de Chile”, muestra que en Chile tenemos más de un millón de personas que se abastecen de agua a través de fuentes informales como pozos (58%), ríos (25,8%) y camiones aljibes (15%). Es decir, un 85% del abastecimiento informal depende de pozos o ríos que se ven directamente afectados por la sequía.

En “Pobres de agua”, también vimos que la carencia de agua potable se da principalmente por dos razones que tienen directa relación con el clima de Chile: en la zona centro norte, la carencia está relacionada con la escasez de agua, mientras que en el sur de nuestro país, esta situación tiene relación con la falta de infraestructura para llegar con agua a las viviendas, que están dispersas unas de otras.

Así mismo, el indicador Falkenmark, definido como la diferencia entre el uso de agua total y la disponibilidad de agua, establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700m³/hab/año, se considera situación de estrés hídrico. Gran parte de Chile se encuentra bajo de los 1.000 m³/hab/año incluyendo las regiones Metropolitana y Valparaíso.

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI) señala que Chile lidera la lista de los países con alto estrés hídrico, por lo que podemos concluir que el futuro no es muy esperanzador.

↳ Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile”, elaborado por Escenarios Hídricos 2030 Fundación Chile en 2018, hace un análisis de brecha hídrica (relación entre oferta y consumo de agua) de 25 cuencas a nivel nacional. En dicho informe, podemos ver que varias cuencas presentan una brecha hídrica “roja o alta”, esto es, que existe fuerte presión sobre el recurso hídrico y urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos, la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.

La carencia de este recurso básico afecta en múltiples dimensiones: económica, salud, educación y equidad de género. Por lo mismo, no es de extrañar que las cuencas más críticas presentan las comunas como mayor inequidad social, teniendo una fuerte segmentación en los estratos económicos D y E.

La misión de Fundación Amulén es proveer de agua a comunidades carentes de este recurso básico. Uno de los grandes desafíos es aumentar la cobertura de agua de calidad para todos y con ello lograr emparejar la cancha. Por lo mismo, este estudio busca entender la necesidad de agua que presentan las cuencas más críticas y hacer un cruce con la vulnerabilidad económica, para así desarrollar un plan de acción a nivel país.

El Indicador de Falkenmark establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700 m³/hab/año se considera como situación de estrés hídrico, donde puede faltar con frecuencia el abastecimiento de agua para las diversas actividades, sobre todo en zonas con altas probabilidades de sufrir sequías, como es el caso de la zona norte de Chile.

4 Considera las regiones de Biobío, La Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes.



Sobre este informe

Tomando como base el estudio “Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile” elaborado por Escenarios Hídricos 2030 Fundación Chile, además de las proyecciones climáticas realizadas en nuestro estudio “Pobres de agua: Radiografía del agua rural de Chile”, el objetivo general de este informe es diagnosticar y priorizar las principales comunas que están afectadas por la carencia y por la vulnerabilidad.

Objetivos específicos:

1. Entendiendo cuáles son las cuencas con mayor brecha hídrica, determinar el nivel de vulnerabilidad de cada una de las comunas que pertenecen a dicha cuenca.
2. Identificar comunidades rurales que presentan problemas de suministro de agua potable en su abastecimiento.
3. Priorizar y planificar futuras intervenciones en agua potable rural en las comunas más críticas en base a ambos criterios (carencia del recurso hídrico y vulnerabilidad) de la Fundación Amulén.

Visión general de Chile

Según la publicación de Escenarios Hídricos 2030 ‘Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile’, la Brecha Hídrica es la relación entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras. Este índice ha sido abordado y desarrollado a nivel internacional conociéndose como “índice de escasez hídrica”. “El índice de escasez puede ser aplicado desde un simple tramo de río hasta una cuenca o región hidrológica y sólo la disponibilidad y la calidad de las mediciones hidrológicas determinan sus niveles de precisión y alcance” (Rivera et al., 2004).

□ En esta relación se considera la oferta como aquella cantidad de agua que ofrece la fuente del recurso superficial y subterránea, luego de haber tomado en cuenta la cantidad de agua que necesita el ecosistema para mantener su funcionalidad, elaborada a partir de la recopilación de los Balances Hídricos disponibles para cada cuenca.

En tanto, la demanda de agua -que utiliza según la metodología internacional el consumo hídrico-, es entendida como el volumen total de agua dulce extraída de fuentes, superficiales y/o subterráneas, por parte de diferentes usuarios en un espacio y tiempo determinado para producir bienes y servicios, que no retorna al ambiente de donde se extrajo.

$$\text{Índice de Escasez Hídrica} = \frac{\text{Consumo Hídrico} \times 100}{\text{Oferta Hídrica}}$$

La siguiente tabla muestra el índice de escasez hídrica, su correspondiente porcentaje y el color que determina la característica de la cuenca.



La Brecha Hídrica es la relación entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.

TABLA 1
CATEGORÍAS PARA EL ÍNDICE DE ESCASEZ HÍDRICA

1. Índice Escasez hídrica	2. Porcentaje Oferta hídrica utilizada	3. Color	4. Explicación
ALTO	> 40 %	Rojo	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.
MEDIO	20 – 40%	Amarillo	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y 40% de la Oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.
MODERADO	10 – 20%	Verde	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo.
BAJO	<10%	Azul	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico.

Fuente: Rivera et al., 2004. Basado en OMM, 1997.

El índice de escasez hídrica fue llamado en la Radiografía del Agua: Brecha y Riesgos Hídricos en Chile como “Brecha Hídrica”.

Cabe señalar que el análisis de Brecha Hídrica sólo fue aplicado en 25 de un total de 101 cuencas hidrográficas existentes a nivel nacional, dejando fuera un 75% de ellas. Esto se debió a que las zonas que carecían de información de oferta de aguas subterráneas fueron excluidas del análisis. El consumo de agua se determinó sobre la base de la metodología de Huella Hídrica azul y verde.

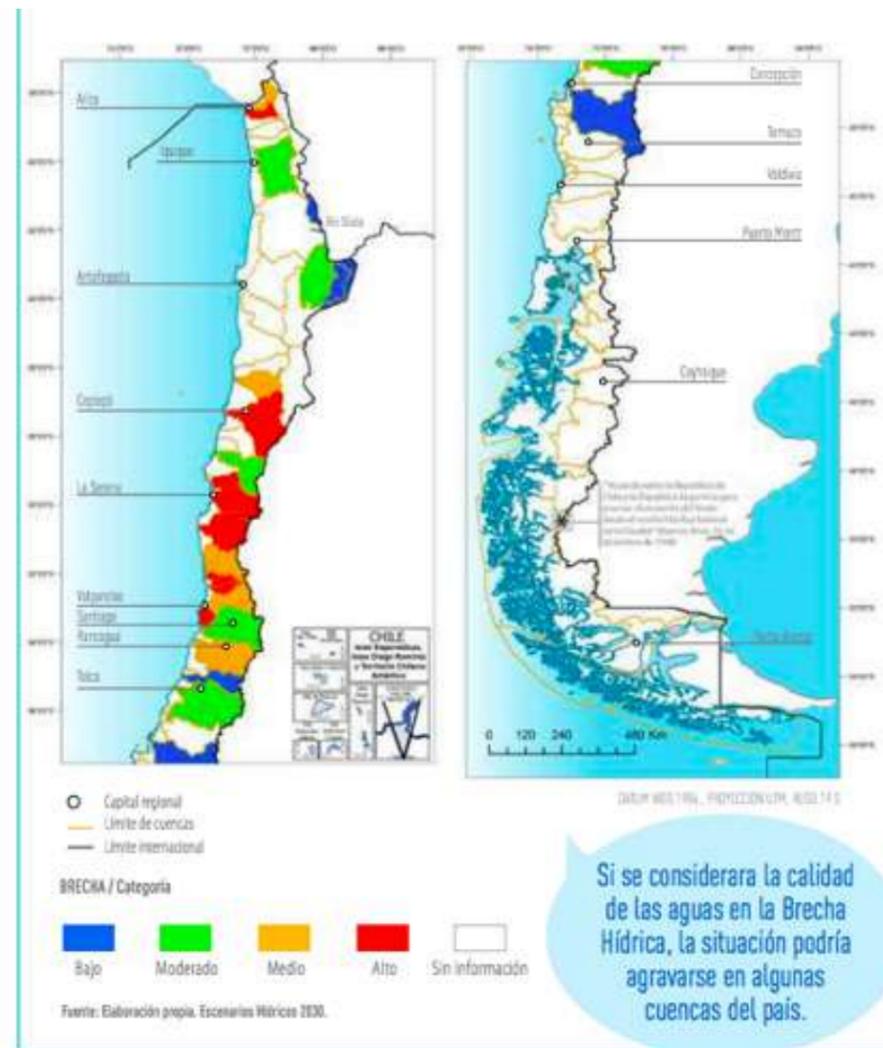
Huella Hídrica azul: La HH azul se refiere al volumen de agua fresca extraída de fuentes superficiales y/o subterráneas, por parte de los diferentes usuarios que no retorna al ambiente de donde se extrajo. Este “no retorno” puede ocurrir por:

- 1) Evaporación o evapotranspiración de agua.
- 2) Incorporación de agua en el producto.
- 3) Agua que no retorna a la misma cuenca de extracción o que se descarga al mar.
- 4) Agua que retorna a la cuenca en un periodo de tiempo distinto al que se extrajo.

Huella hídrica verde: La HH verde se refiere al volumen de agua lluvia utilizada por los sectores que aprovechan esta fuente para riego, principalmente el agrícola y forestal. Esta agua queda temporalmente almacenada en la parte superficial del suelo, la que se puede evaporar, evapotranspirar o incorporar en la vegetación.

Según la oferta referencial de agua, las cuencas excluidas, que carecen de información sobre las aguas subterráneas, se encuentran principalmente en la zona norte, donde destaca la Región de Antofagasta, y en la zona sur y austral, desde la Región de La Araucanía hasta la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Cuando se analiza y compara la relación entre oferta referencial y consumo de agua, se presentan situaciones heterogéneas en el territorio, sin una tendencia o comportamiento mayoritario hacia una condición u otra. Cabe señalar que, si solamente se aplicara la metodología de análisis de Brecha Hídrica con aguas superficiales, reportada en diversos estudios internacionales (Rivera et al., 2004), la totalidad de las cuencas hidrográficas ubicadas al sur del río Rapel quedarían clasificadas con una brecha baja. Es por esto que esta zona, de acuerdo al indicador y a la información utilizada, actualmente no estaría experimentando presiones importantes sobre el recurso hídrico, situación que teóricamente se vería mejorada si se considerara la oferta de agua proveniente de los acuíferos.



Fuente: Escenarios hídricos 2030

En la **zona norte** se presentan los valores más bajos de oferta superficial y subterránea del país y los valores más altos se encuentran en las zonas altiplánicas.

El **área central**, entre las regiones de Valparaíso y Maule, tienen valores más altos y alcanzan en promedio 361 m³/s, pero los números más bajos pertenecen a las cuencas costeras.

En la **zona sur**, de acuerdo a la información encontrada, las ofertas referenciales en las cuencas alcanzan los 1064 m³/s, mientras que en la austral se alcanzan cifras promedio de 3.480 m³/s. Es importante aclarar que estas dos últimas zonas sólo cuentan con los números entregados por el Balance Nacional realizado en 1987.

Con los números en mano, es posible determinar que, cuando se analiza en el territorio la demanda de agua de los diferentes sectores, se puede apreciar que los sectores agrícola y energético (específicamente la hidroelectricidad), presentan la mayor vulnerabilidad para sostener su actual producción, debido a la limitada oferta referencial de agua.

El análisis global de "Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico" prevé en el análisis del componente meteorológico que los episodios de sequía se acentúan, sobre todo en la zona comprendida entre Copiapó y Los Vilos. Las precipitaciones van a disminuir en todo el país, a excepción del Altiplano, por lo que se esperan cambios significativos. Y respecto de los excesos hídricos, también aumentan las alertas de desastres, que aunque históricamente han tenido mayor presencia en la zona norte, en lo que va del siglo XXI han aumentado sus registros en el área centro y sur del país.

Según el **INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE 2016 (MMA)** en relación al balance hídrico del país –que corresponde a la ecuación entre las recargas o aguas que entran a un sistema, y las descargas o aguas que se extraen del sistema, en 1987 la DGA realizó un estudio que permitió estimar y conocer el comportamiento del flujo hidrológico a nivel nacional. Las regiones que recibieron el mayor aporte de precipitaciones correspondieron a las de Aysén (3.263 mm/año) y Magallanes (2.713 mm/año).

En el mismo estudio, las regiones que presentaron los niveles más altos de escorrentía correspondieron también las de Aysén (10.134 m³/s) y Magallanes (10.124 m³/s) y las con menor escorrentía fueron Antofagasta (0,93 m³/s) y Atacama (1,9 m³/s).

En términos totales para el país, este balance permitió estimar un nivel de precipitación de 36.947 m³/s, un nivel de escorrentía de 29.244 m³/s y niveles de evaporación natural de 7.357 m³/s, incluyendo la evaporación desde lagos y salares con 178 m³/s. Según este balance las regiones que presentan un mayor déficit hídrico son las regiones ubicadas en el norte y centro del país (desde la Región Metropolitana hacia el norte), las cuales presentan un balance actual negativo.

BALANCE HÍDRICO REGIONAL (m³/s)			
REGIÓN	DEMANDA ACTUAL	OFERTA ACTUAL	BALANCE ACTUAL
Arica y Paríacota - Tarapacá	16,7	11,9	-7,4
Antofagasta	23	0,9	-22
Atacama	16,7	1,9	-14,8
Coquimbo	35	22,2	-12,8
Valparaíso	55,5	40,7	-27,4
Metropolitana	116,3	103	-35,6
O'Higgins	113,5	205	38,7
Maule	177,1	767	442,5
Biobío	148	1.638	1.249,1
La Araucanía	25,5	1.041	767,3
Los Ríos - Los Lagos	12	5.155	3.905,8
Aysén	24,9	10.134	8.284,9
Magallanes	8,4	10.124	8.394,6
TOTAL PAÍS	772,6	29.244,6	22.962,9

Fuente: DGA, 2011, en base a estudio demanda 1996-2007, basadas en sexto censo nacional agropecuario, PIB según base 2003-2005, anuario Cochilco 2005.

Las regiones que recibieron el mayor aporte de precipitaciones fueron la región Aysén (3.263 mm/año) y Magallanes (2.713 mm/año).

Regiones más afectadas

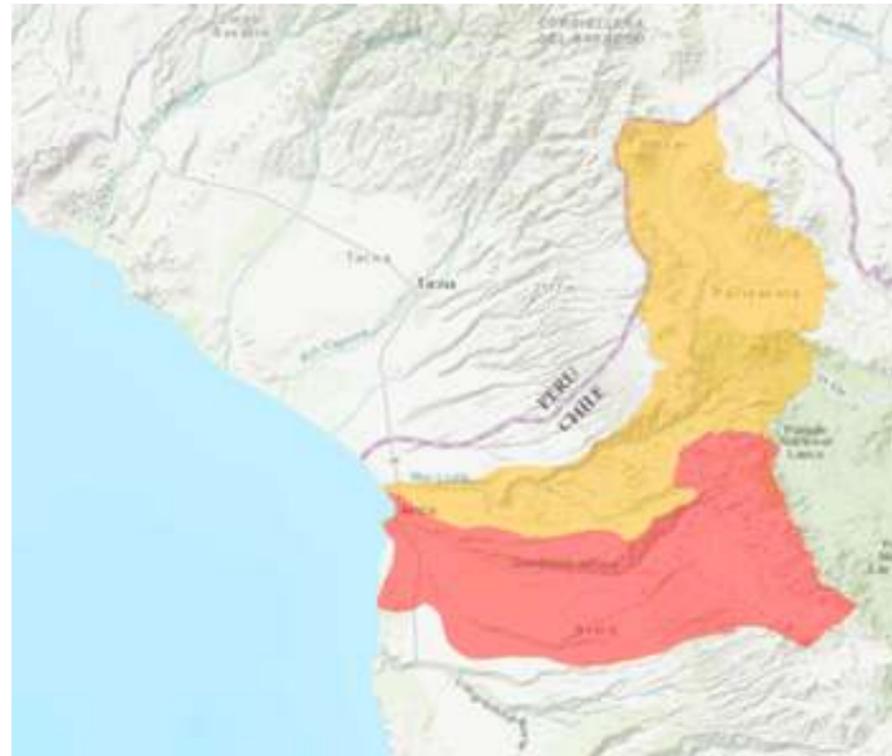
Entrando en profundidad y entendiendo qué regiones se encuentran dentro de las cuencas analizadas y que presentan una Brecha Hídrica Alta (rojo) y Media (amarilla) encontramos las regiones de Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.

Dentro de cada región, se estableció como criterio las comunas que se encuentran en cuencas clasificadas con Brecha Hídrica alta (Rojo) y media (amarillo).

Arica y Parinacota

Dentro de la región, podemos ver que de las cuatro comunas que tiene esta zona, dos se encuentran con una Alta Brecha Hídrica y una se encuentra con una Media Brecha Hídrica

La comuna de Camarones no presenta información sobre la brecha hídrica.



Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Arica y Parinacota	Brecha hídrica alta	Brecha hídrica media
	Arica	General Lagos
	Putre	

Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Adicionalmente, en base al Boletín de la DGA "Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas" del mes de noviembre del 2019, se concluyó que en la región de Arica y Parinacota las variaciones de los niveles de los acuíferos están dentro de lo normal. En lo que respecta a las precipitaciones, la región tuvo un superávit de un 65% con respecto al promedio.

Dentro de la región, podemos ver que de las cuatro comunas que tiene esta zona, dos se encuentran con una Alta Brecha Hídrica y una se encuentra con una Media Brecha Hídrica

Región de Atacama

En la región de Atacama, de las 9 comunas, tenemos la provincia de Copiapó con gran parte de sus comunas en alta Brecha Hídrica (Caldera no dispone información). Asimismo, en la provincia de Chañaral, tanto Diego de Almagro como Chañaral presentan Brecha Hídrica media y la provincia de Huasco presenta una baja Brecha Hídrica (cabe considerar que no se contaba con la información para las comunas de Freirina y Huasco).

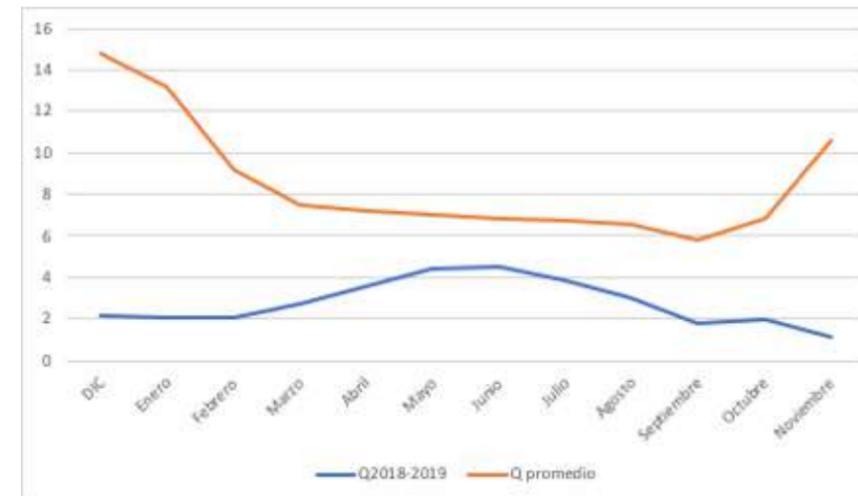


Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Atacama	Brecha hídrica alta	Brecha hídrica media
	Copiapó	Chañaral
	Tierra Amarilla	Diego de Almagro

Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

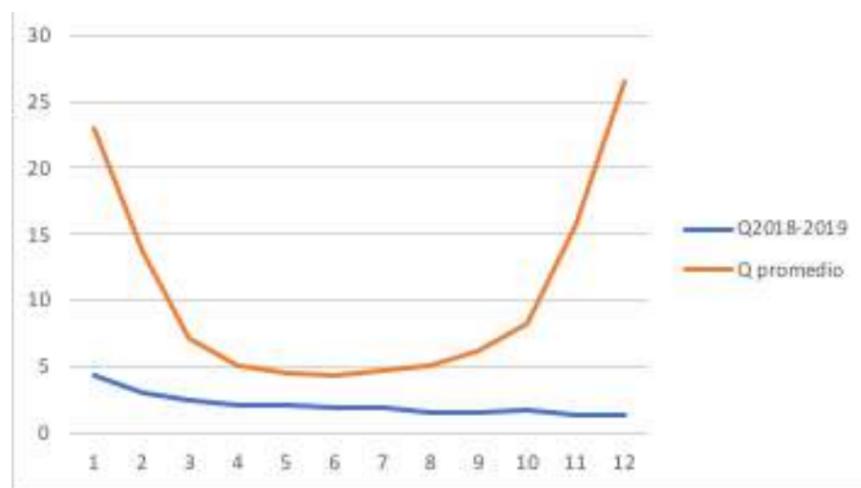
En base al boletín de la DGA del mes de noviembre del año 2019, en la región de Atacama se observa un déficit de precipitaciones de un 99% con respecto al promedio, mientras que los caudales de los ríos Copiapó y Huasco han disminuido en un 21% y un 69% respectivamente.



Fuente: Río Huasco. Elaboración propia, DGA Nov 2019

Por otro lado, el volumen almacenado del embalse Lautaro de la comuna Tierra Amarilla ha permanecido constante y el embalse Santa Juana de la comuna de Vallenar ha ido en aumento en un 15% (149 mill m³).

En base a los datos de la DGA durante el mes de noviembre del año 2019, la región de Coquimbo ha tenido un déficit de precipitaciones acumuladas de un 87% respecto al promedio histórico. Respecto al caudal del Río Chopa, vemos que este ha presentado una disminución de un 79% respecto al promedio histórico.



Fuente: Río Choapa. Elaboración propia en base a datos DGA.

Los volúmenes almacenados de los embalses varían dependiendo de la cuenca. La cuenca del Elqui aumentó sus niveles en comparación al promedio histórico llegando a niveles de 173 mill m³ versus 129 mill m³. La cuenca del Limarí disminuyó sus niveles en sus tres embalses, siendo los más dramáticos los embalses La Paloma (de 428 mill m³ a 407 mill m³) y Cogotí (85 mill m³ a 55 mill m³).

El embalse Culimo, en la cuenca del Quilimari, presenta un aumento de 4,7%. La situación más compleja se ve en la cuenca del Choapa con el embalse Corrales, que disminuyó en un 62% su volumen respecto al promedio histórico y el embalse El Bato que se encuentra al 50% de su capacidad.



Región de Valparaíso

La región de Valparaíso presenta 38 comunas de las cuales 11 presentan Alta Brecha Hídrica, principalmente en las provincias de Petorca y San Antonio.

Adicionalmente, 17 comunas presentan una Brecha Hídrica media principalmente en las provincias de San Felipe, Los Andes y Quillota. No se tiene información sobre Isla de Pascua ni Juan Fernández.



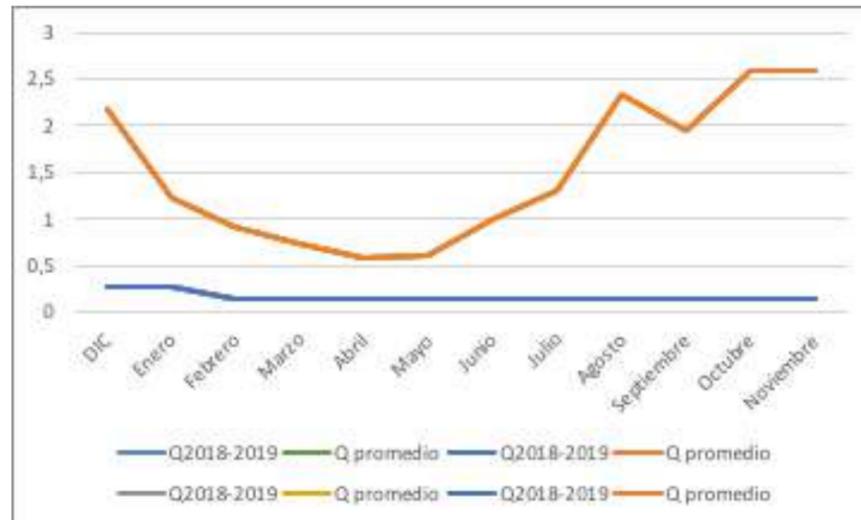
Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Valparaíso	Brecha hídrica alta	Brecha hídrica media
	Algarrobo	Calera
	Cabildo	Calle Larga
	Cartagena	Catemu
	Casa blanca	Concón
	El Quisco	Hijuelas
	El Tabo	La Cruz
	La Ligua	Limache
	Petorca	Llay Llay
	Quilpué	Los Andes
	Valparaíso	Nogales
	Putendo	Olmué
		Panquehue
		Quillota
		Rinconada
		San Esteban
		San Felipe
		Santa María

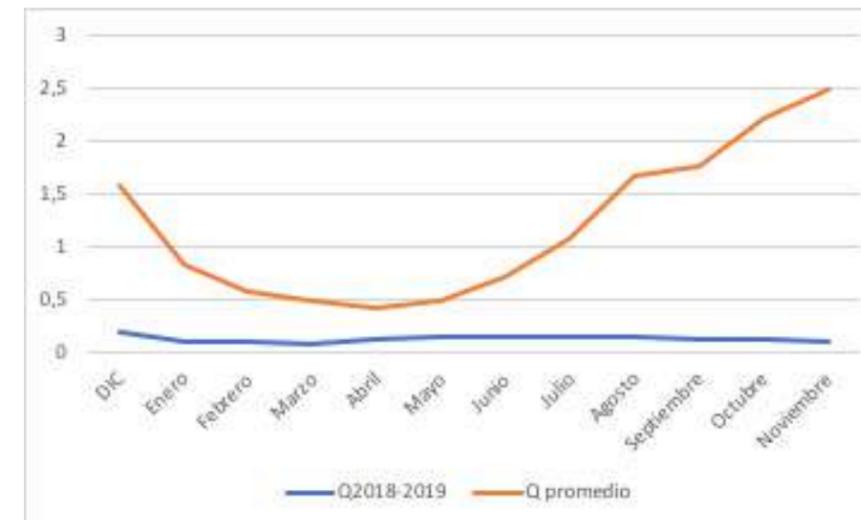
Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

En base al informe de la DGA del mes de noviembre del año 2019, la región de Valparaíso ha tenido un déficit de precipitaciones acumuladas de un 79%.

Respecto a los caudales de los ríos de la región de Valparaíso, vemos que Alicahue y Sobrante han presentado una disminución de sus caudales de un 89% y 90% respectivamente.



Fuente: Río Alicahue, Colliguay. Elaboración propia en base a datos DGA.



Fuente: Río sobrante, Piñadero. Elaboración propia en base a datos DGA.

Así mismo, el río Aconcagua presenta una disminución de sus caudales respecto al promedio histórico de un 67,12% (promedio historico 421 mill m3 versus 138,5 mill m3).

Los embalses el Aromo y Peñuelas han decaído sus volúmenes almacenados, siendo el de Peñuelas el más afectado con una disminución de un 84% en su volumen respecto al promedio histórico.

Brecha hídrica Moderada

A pesar que el informe se centra en las cuencas con brecha hídrica Alta o Media, incluimos el análisis de la Región Metropolitana y del Maule, donde la brecha hídrica es Moderada, pero se ha acentuado la escasez de agua en los últimos meses.

Región Metropolitana

La región Metropolitana tiene 52 comunas, de las cuales 18 son rurales. Según el informe Escenarios Hídricos 2030, todas las comunas de la cuenca del Maipo presentan una brecha hídrica moderada, es decir, tan solo un 10-20% de su oferta hídrica utilizada.



Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Sin embargo, las provincias de Chacabuco y Melipilla son conlidentes a zonas con Alta o Media brecha hídrica.

Provincia de Chacabuco



Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

Provincia de Melipilla

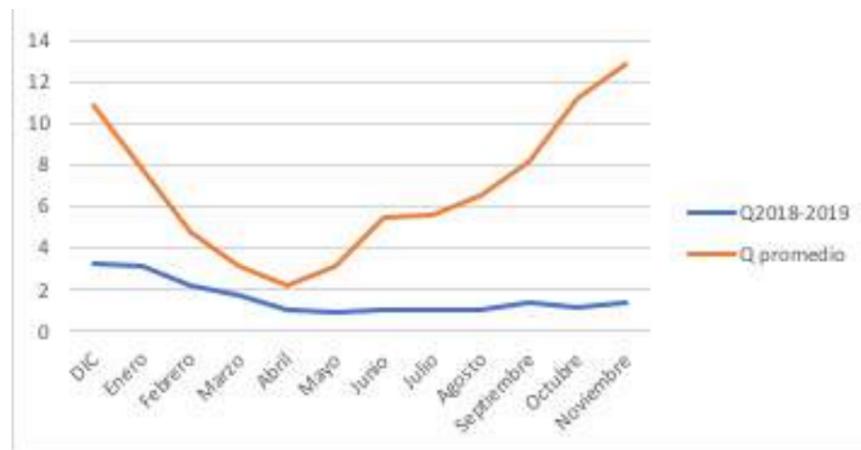


Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

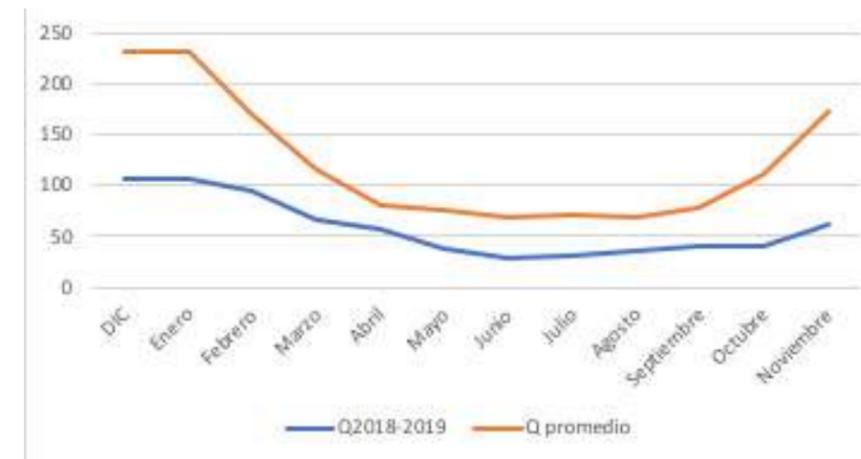
En base al informe de la DGA del mes de noviembre del año 2019, la región Metropolitana ha tenido un déficit de precipitaciones acumuladas de un 79% respecto al promedio historico.

El embalse El Yeso alcanzó 27% de su capacidad y el embalse Rungue 0% por segundo año consecutivo.

Respecto a los caudales de los ríos de la región, vemos que el río Mapocho ha presentado una disminución de sus caudales de un 76%, mientras que el caso más dramático se presenta en el río Maipo, cuyo caudal disminuyó de 1,471 mill m³ a 703 mill m³, en los últimos 12 meses.



Fuente: Río Mapocho. Elaboración propia en base a datos DGA



Fuente: Río Maipo. Elaboración propia en base a datos DGA

En relación al volumen de agua almacenada en el embalse El Yeso, podemos decir que solo alcanzó un 27% de su capacidad, mientras que el embalse Rungue está con 0% de volumen de agua almacenada, desde al menos el 2018, según datos de la DGA.

Río Teno y río Claro han presentado una disminución de sus caudales en los últimos 12 meses.

Región del Maule

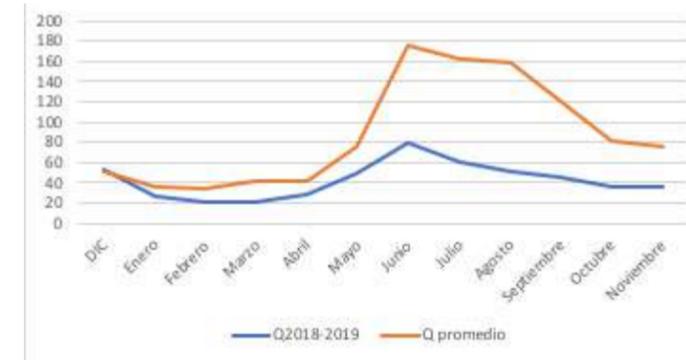
La región del Maule presenta 30 comunas, distribuidas en 4 provincias. Según el informe Escenarios Hídricos 2030, prácticamente todas las comunas de la cuenca presentan una brecha hídrica moderada, es decir, tan solo un 10-20% de su oferta hídrica utilizada. La provincia de Curicó presenta una baja brecha hídrica.



Fuente: Elaboración propia en base a Escenarios Hídricos 2030 (2018).

En base al informe de la DGA de noviembre de 2019, la Región del Maule ha tenido un déficit de precipitaciones acumuladas de un 50% respecto al promedio histórico

Respecto a los caudales de los ríos de la región, vemos que en los últimos 12 meses tanto el río Teno como el río Claro han presentado una disminución de sus caudales de 66% y 52%



Fuente: Río Claro. Elaboración propia en base a datos DGA

En relación a los embalses de la región, la mayor parte de los embalses presentan niveles muy similares a los históricos, salvo el embalse Colbún que presenta una disminución de sus volúmenes de agua almacenada de 994 mill m³ a 446 mill m³, en los últimos 12 meses.

Vulnerabilidad y acceso a agua potable

Entendiendo que las cuencas con mayor Índice de escasez hídrica o brecha hídrica son aquellas cuyo indicador es Alta, realizamos un levantamiento de información en torno a la vulnerabilidad de dichas comunas.

Para realizar el análisis de vulnerabilidad se utilizaron los segmentos D y E definidos por la “Asociación de Investigadores de Mercado”, a través de la “Encuesta de Presupuestos Familiares” y “Encuesta CASEN 2015” que miden tres indicadores, el cual permite jerarquizar los hogares de Chile según su nivel de bienestar, y es la base para definir los grupos socioeconómicos a nivel nacional (GSE). Ambos segmentos podemos diferenciarlos a través de los recursos del principal sostenedor del hogar descritos a continuación:

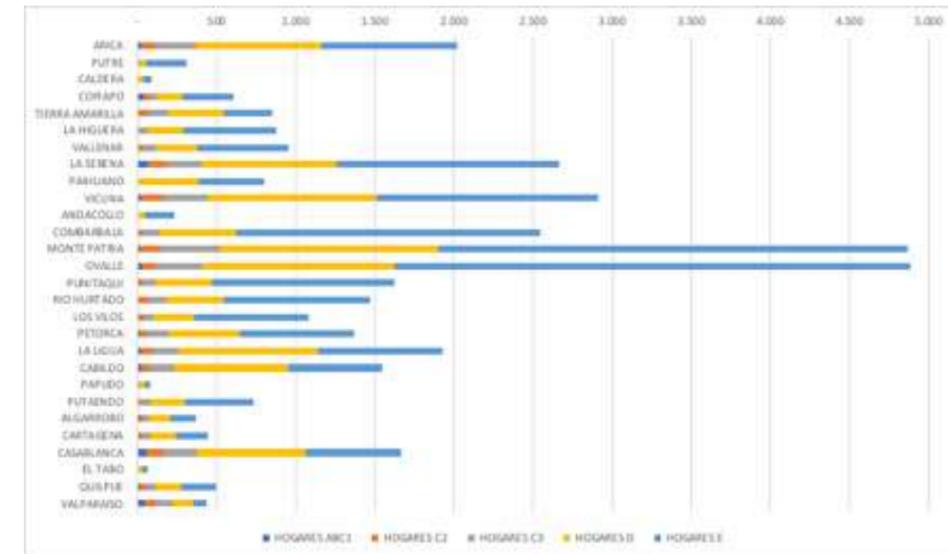
La comuna de Camarones no presenta información sobre la brecha hídrica.

Grupo	Ingreso promedio familiar	Educación	Ocupación	Sistema de Salud	Tarjeta de crédito bancaria	Vehículo particular	Teléfono móvil
D	562 mil pesos mensual	54% no supera la enseñanza media.	98% trabaja en oficios sin requisito de educación formal.	95% público FONASA	5%	14%	84% posee celular prepago y 8% con prepago
E	324 mil pesos mensual	La mayoría (54%) llega a la enseñanza media pero no va más allá.	93% trabaja en oficios sin requisito de educación formal.	90% público (niveles A y B de FONASA)	10%	22%	74% posee celular prepago y 17% con prepago

Fuente: “Nueva metodología de segmentación y clasificación socioeconómica 2018”. Asociación Investigadores de Mercado.

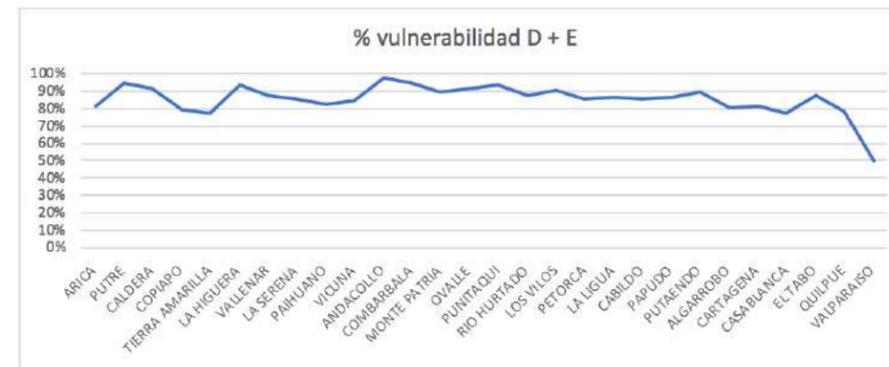
Alta brecha hídrica y vulnerabilidad

De las 26 comunas pertenecientes a las zonas de Alta Brecha Hídrica, vemos que gran parte de su segmentación socioeconómica rural pertenece los segmentos D y E.



Fuente: Elaboración propia

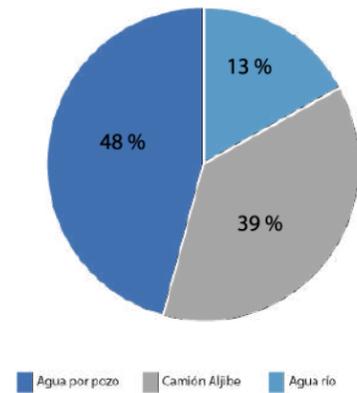
Si sumamos los segmentos D y E, vemos que las 26 comunas analizadas tienen en promedio sobre un 80% de viviendas vulnerables. Solo Valparaíso escapa a la regla con un 50% de sus hogares rurales vulnerables.



CARENTES

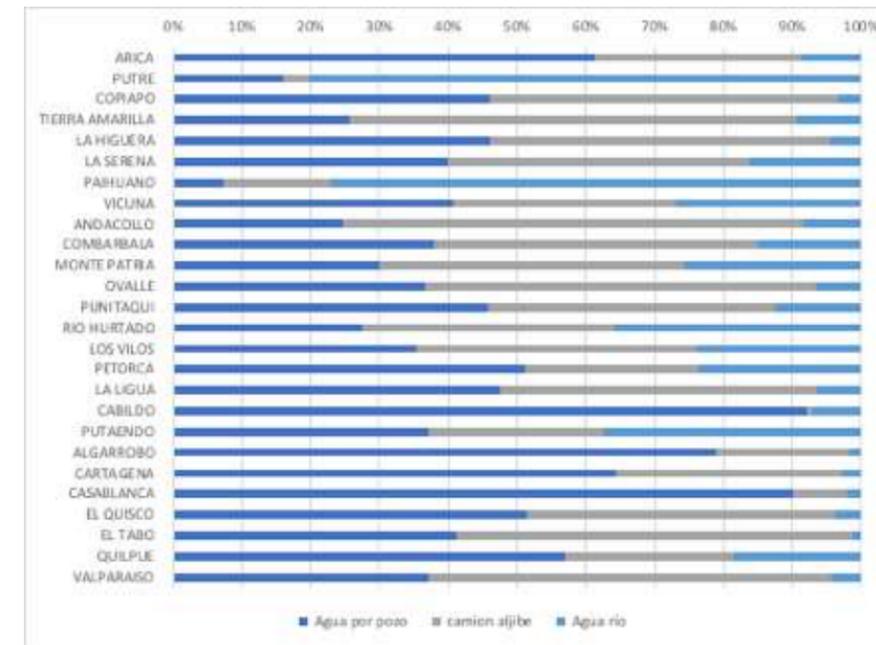
Para poder entender las condiciones en que se abastecen las personas de cada una de las regiones y comunas afectadas, definimos como carentes todas aquellas viviendas que no cuentan con abastecimiento por red de agua potable, es decir, aquellas viviendas que utilizan pozos o norias, camiones aljibes o ríos, vertientes, esteros o lagos.

La distribución de estas fuentes informales tiene directa relación con la condición geográfica de las cuencas. Por esta razón, vemos que la principal fuente de abastecimiento es el pozo o noria, seguido por un 41% de las viviendas que se abastecen de camiones aljibes y finalmente solo un 14% de las viviendas se abastecen por fuentes superficiales como ríos, esteros o lagos.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2017

En la siguiente tabla vemos cómo se abastecen cada una de las comunas analizadas:



Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2017

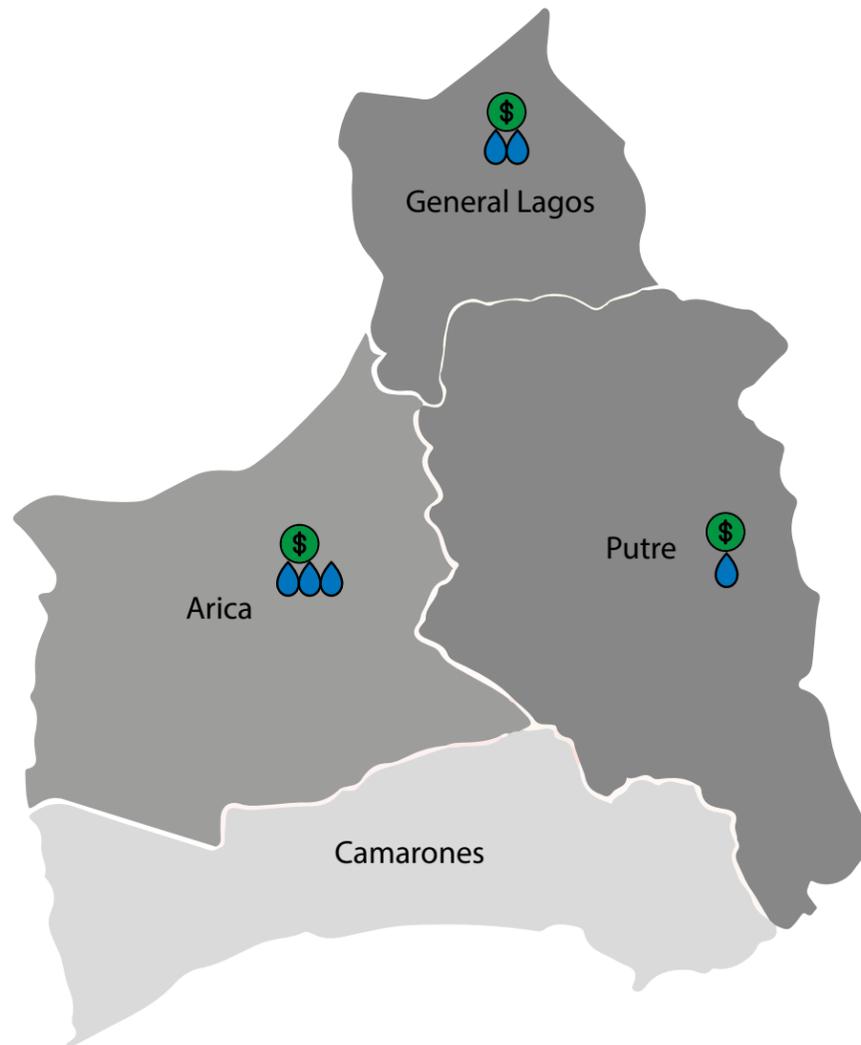
La condición de carencia de aguas tanto superficiales como subterráneas hacen que el consumo de agua a través de camión aljibe sea más alto que el promedio nacional (39% versus 15% de promedio nacional). Cabe destacar comunas como Caldera, Tierra Amarilla y Andacollo, entre otras, donde su abastecimiento por camión aljibe es más de la mitad del abastecimiento informal.

Las comunas de Putre y Paihuano tienen un alto abastecimiento a través de ríos, esteros, lagos o vertientes. Estas comunas ven fuertemente afectadas sus fuentes de abastecimiento en situaciones de sequía como la que estamos viviendo en el presente año. Lo mismo ocurre en viviendas que se abastecen por pozos de aguas subterráneas.

VULNERABILIDAD MÁS CARENCIA

Si realizamos el cruce de las comunas con mayor carencia de agua potable y con mayor vulnerabilidad, podemos hacer un cruce de datos y determinar cuáles son las regiones con una situación tanto de acceso como de vulnerabilidad sumado a la alta brecha hídrica.

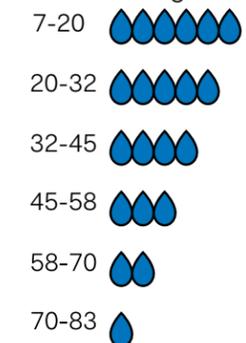
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA



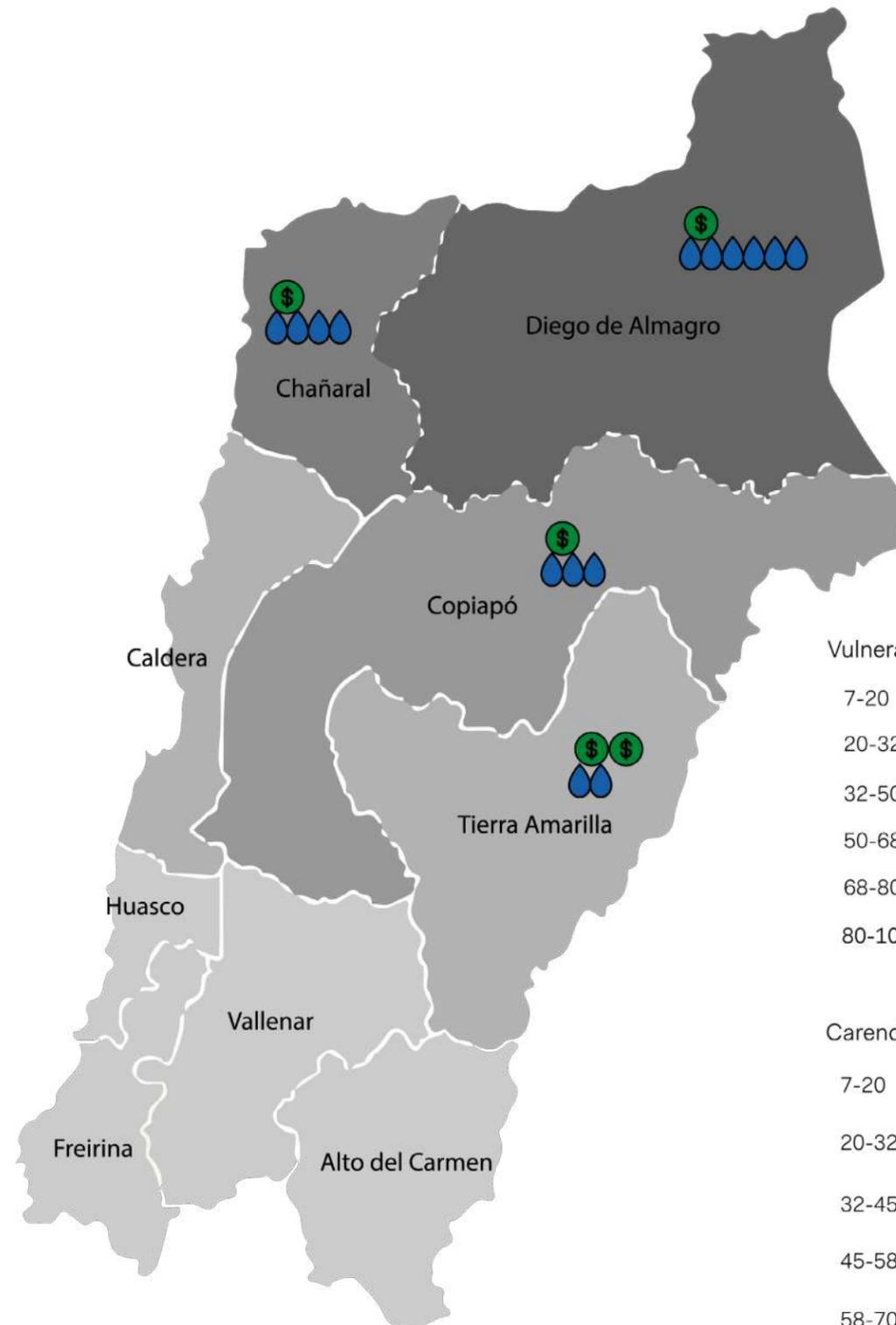
Vulnerabilidad %



Carencia de agua %



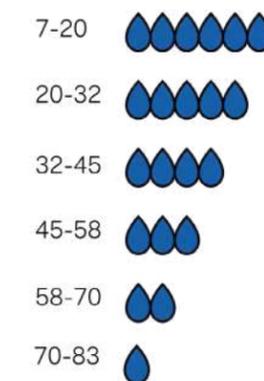
REGIÓN DE ATACAMA



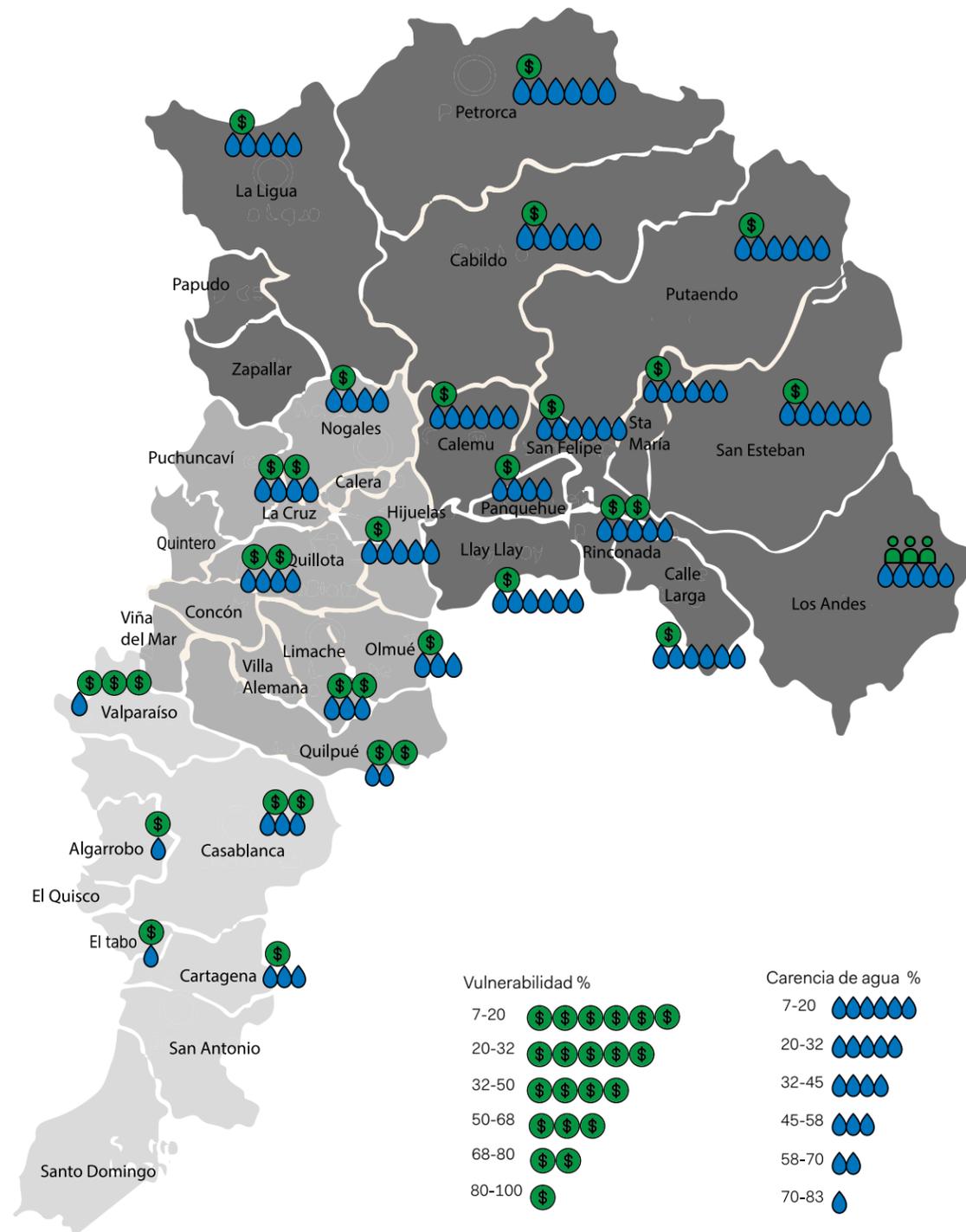
Vulnerabilidad %



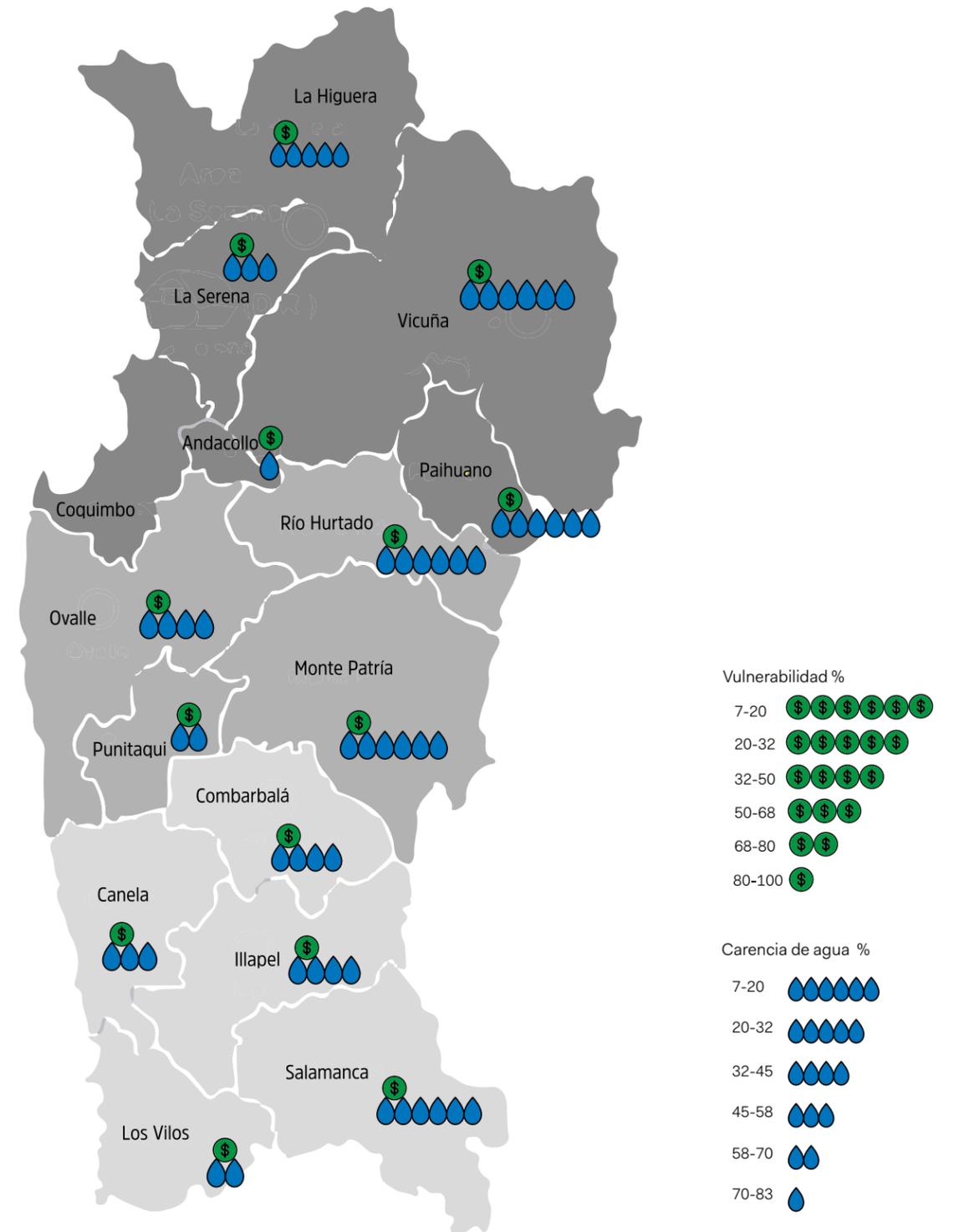
Carencia de agua %



REGION DE VALPARAISO



REGIÓN DE COQUIMBO



PROYECCIÓN CLIMÁTICA: ¿DÓNDE ESTÁN LOS AFECTADOS?

“Los cambios esperados en la disponibilidad hídrica por efecto climático, pueden afectar las distintas facetas de seguridad hídrica, ya sea porque disminuye la cantidad de agua disponible para distintos usos productivos, para el sostén de medios de vida y ecosistemas valiosos o porque aumentan los efectos negativos en términos de calidad de agua u ocurrencia de eventos extremos como desastres de origen hidrometeorológico” (MMA, 2016).

APR (Agua Potable Rural)

Los sistemas de agua potable rural, que es por donde la mayor parte de la población rural accede a agua, pueden verse expuestos a distintos factores que ocasionan fallas en el sistema, y a su vez producen cortes. Las causas generales de cortes ya se enumeraron en la sección anterior, por lo que es necesario identificar causas que se atribuyen a factores climáticos. Las causas climáticas, y/o relacionadas con factores climáticos a considerar, son:

- Desplazamiento de terreno, que corresponde a una falla por agentes externos involucrados (por fenómenos de la naturaleza que produzcan, por ejemplo, aluviones).
- Bajo nivel de agua en estanques, asociado a deficiencias en la producción y disminución del caudal de producción debido a sequía. El corte se considera como un corte interno por falta de agua.
- Causas de fuerza mayor como fenómenos de la naturaleza imposibles de prever (ya sea terremotos, crecidas inusuales de ríos, eventos extremos de precipitación, inundaciones, frentes climáticos, etc.).

Con el objetivo de establecer alguna clase de atribución específica entre las fallas por razones climáticas y las sequías, es necesario determinar la relación presente entre el número de Sequías y la cantidad de fallas por APR. Con este fin primero se analiza la ocurrencia reciente de sequías a lo largo del país.

Análisis de sequías en el período reciente

Existen diferentes definiciones de sequía, las que responden al contexto e interés de quien la define según lo que se pretende informar. Por ejemplo, algunas definiciones se basan en variables hidrometeorológicas, otras en factores socioeconómicos, otras en las variaciones demográficas que afectan la demanda de agua, entre otras.

De acuerdo al Vocabulario Meteorológico Internacional propuesto por la Organización Mundial de Meteorología (WMO, por sus siglas en inglés) en conjunto con las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, se identifican tres distintos tipos de sequía y/o déficit hídrico (WMO Unesco Panel on Terminology, 2012):

- **Sequía meteorológica:** ausencia prolongada o escasez acusada de precipitación.
- **Sequía hidrológica:** Período de tiempo más seco que lo normal, lo suficientemente prolongado para ocasionar escasez de agua, que se refleja en una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas por debajo de sus valores normales.
- **Déficit hídrico:** Diferencia acumulada entre evapotranspiración potencial y precipitación durante un periodo determinado en el cual la precipitación es la menor de las dos variables.

Por otra parte, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), reconoce que no existe una forma exclusiva de definir el concepto “Sequía”. La definición general es: *Periodo de condiciones anormalmente secas durante suficiente tiempo para causar un desequilibrio hidrológico grave*. Este fenómeno, por ejemplo, puede afectar la agricultura, por lo que se denomina “Sequía Agrícola”; así también puede afectar la escorrentía y percolación, por lo que se denomina “Sequía hidrológica”. Y, a modo más general, todo período con déficit anormal de precipitaciones lo define como “Sequía meteorológica” (Stocker et al., 2013).

La sequía puede ser caracterizada en términos de su duración y tiempo, ubicación y cuán severa es. Los impactos de este fenómeno pueden ser tan variados como las causas que lo ocasionan, por consiguiente, puede afectar las actividades agrícolas, la seguridad alimentaria, la industria energética, la salud humana y animal, entre muchas otras.

Monitorear estos impactos es importante para determinar sistemas de alerta temprana y planes de mitigación y preparación frente al fenómeno de sequía. Por esto, existen diversos índices e indicadores que permiten cuantificar una sequía.

¹ Un indicador es una variable o parámetro utilizado para describir las condiciones de sequía, como por ejemplo precipitación, temperatura, escorrentía, etc. Un índice, por otro lado, es una representación numérica que mide de forma cualitativa estado actual de un paisaje dado, durante un tiempo determinado.

En general, prácticamente todos los índices de sequía incluyen el parámetro precipitación tanto de forma individual como una combinación con otros parámetros meteorológicos (Mishra and Singh, 2010), a modo de ejemplo la Tabla 4 muestra estos indicadores..

Ejemplos de índices de sequía y los parámetros principales a utilizar para el cálculo de cada índice.

Índice de Sequía	Parámetros
Índice de Sequía de Palmer (PDI)	Precipitación y temperatura
Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)	Precipitación
Índice estandarizado de escorrentía (SRI)	Precipitación y escorrentía
Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI)	Precipitación y evapotranspiración

Utilizando las proyección climática de nuestro reporte “Pobres de Agua: Radiografía del Agua Rural de Chile”, vemos que el indicador SPEI (Beguería et al., 2010; Beguería et al., 2014) que es una extensión del SPI (McKee et al. 1993), el cual es ampliamente utilizado y es uno de los que la Organización Meteorológica Mundial (WMO) recomienda para monitorear sequías. A diferencia del SPI, que solo incluye la precipitación, el SPEI tiene en cuenta tanto la precipitación como la evapotranspiración potencial (PET) para determinar la magnitud, intensidad y duración de los eventos de sequía. Por lo tanto, a diferencia del SPI, el SPEI captura también el impacto asociado al aumento de las temperaturas en la demandas de agua por evapotranspiración (Beguería et al., 2013).

Esto último resulta de vital importancia para detectar cambios atribuibles a incrementos de temperatura y disminución de precipitaciones hacia el futuro. Los modelos de cambio climático pronostican que efectivamente ocurrirán estos cambios y serán mucho más representativos en las zonas centro-norte y centro sur de nuestro país (DGA, 2016).

Para realizar el análisis de sequías recientes, se obtuvieron las series completas para el periodo 1986–2016 tanto en las estaciones meteorológicas como en el producto espacialmente distribuido que se utiliza en la Actualización del Balance Hídrico de Chile (DGA, 2017) y se calculó el SPEI para toda la serie agregada a 12 meses. Los valores resultantes fueron utilizados para calcular los siguientes indicadores:

- 1) Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos para el periodo 2012–2016, a escala mensual.
- 2) Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos para el periodo 2014–2016, a escala mensual (este periodo coincide con el periodo en donde están registradas las fallas, limitada por el hecho de que el producto grillado de la DGA (2017) solo posee datos hasta 2016).
- 3) Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos para el periodo 1986–2016 (todo el periodo de datos, de modo de corroborar la tendencia central del indicador).

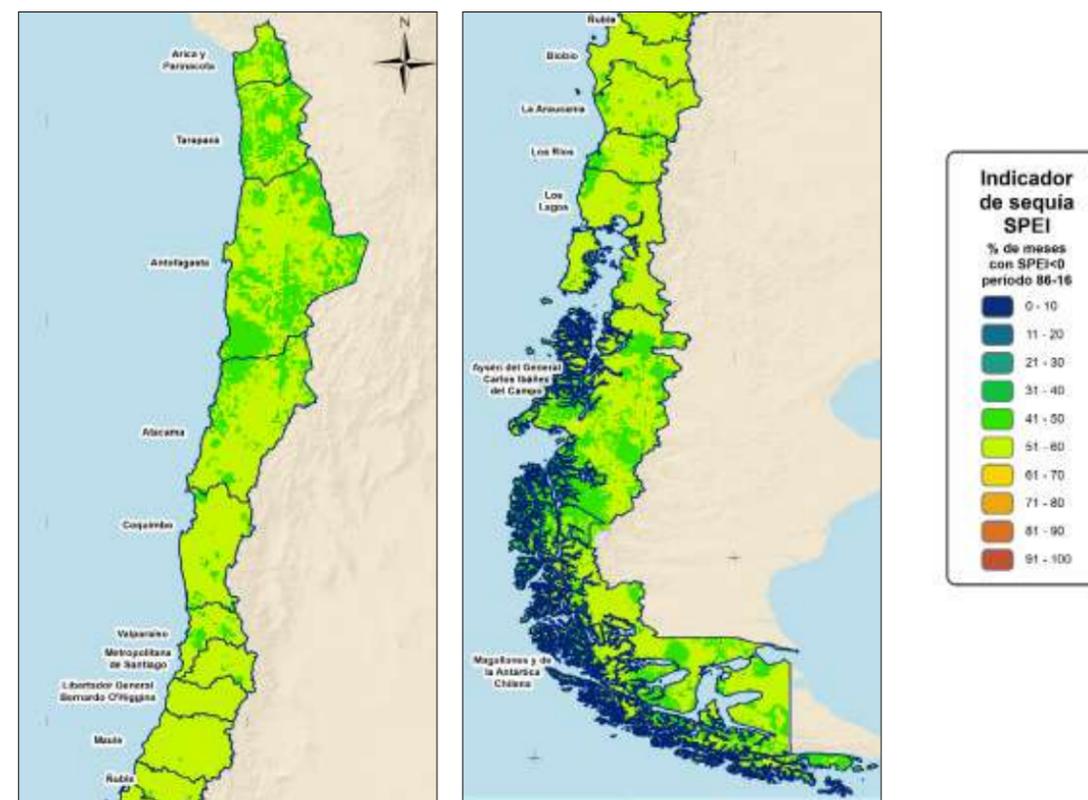
¹ La metodología de estimación del SPEI se presenta en el anexo metodológico.

² Un valor de SPEI negativo indica la presencia de una anomalía seca respecto de las condiciones esperadas en el lugar de análisis en términos de la relación precipitación y evapotranspiración.

Estos indicadores entregan una idea del comportamiento de la sequía meteorológica tanto a largo plazo como en los últimos años, y las posibles implicaciones físicas que esto podría tener. Para el caso específico del periodo histórico, se observa que al considerar toda la línea temporal de la información (1986–2016) la zona centro sur (desde la región Metropolitana hasta la región del Biobío) presenta una frecuencia de valores negativos para todo el periodo mayor que el 50%, lo que tiene consistencia con los escenarios actuales de déficit hídrico existentes para esta zona.

Porcentaje de meses con SPEI negativos para el periodo 1986-2016

*El indicador fue calculado en un agregado a 12 meses para este mismo periodo



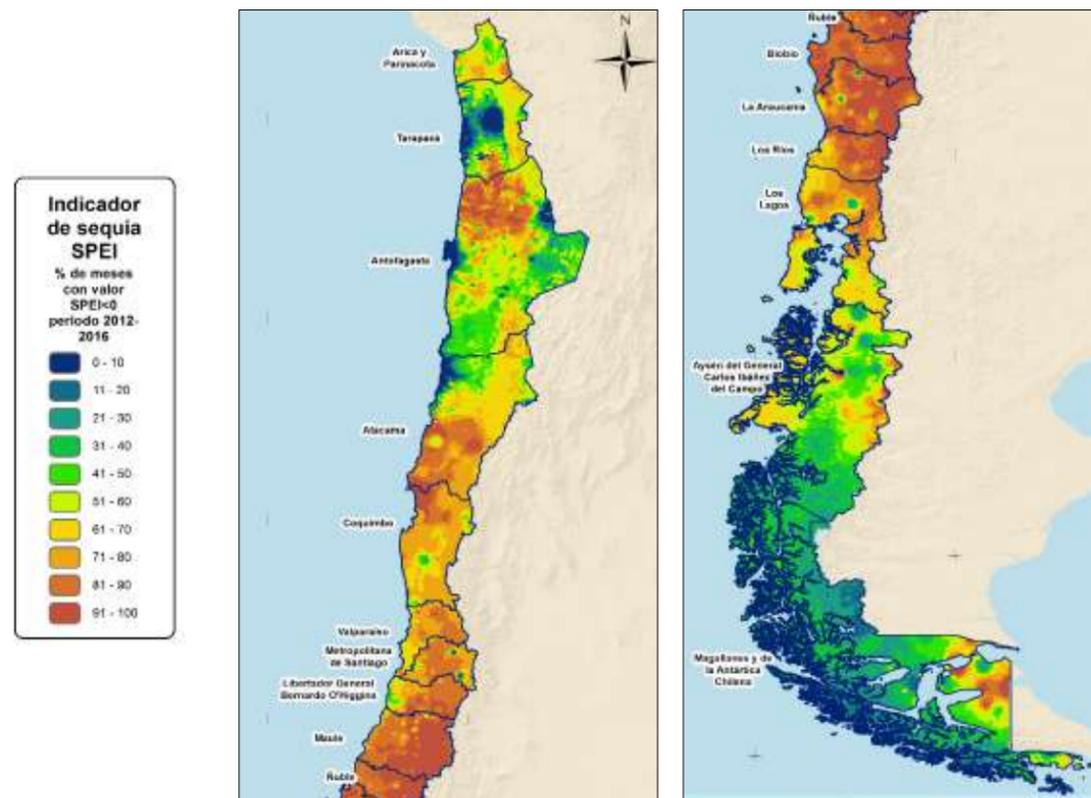
Fuente: Elaboración propia

Para el caso del análisis en los años 2014–2016, que a su vez es coincidente con la información asociada a fallas por factores climáticos /meteorológicos en las APR, existe una reducción del número de meses negativos en la parte norte de la región de Atacama y en tramos importantes de la región de Coquimbo y de Valparaíso, pero aun así la frecuencia de meses que presentan anomalías negativas supera el 50%. Si bien en la zona centro sur pareciera haber una mejora (menos meses con SPEI negativos en el periodo) esto parece no ser suficiente para dejar de hablar de escasez hídrica en aquellos sitios (Figura 39).

Si bien los aumentos son generalizados en la zona central, a diferencia de lo que ocurre en las zonas de más al norte y austral, se debe tener presente que el indicador considera un balance entre el agua disponible para evaporar y la recarga del recurso por efecto de las precipitaciones, de modo que existe un factor de intensidad de sequía que no se encuentra representado en las figuras. De todas formas, lo que este ejercicio busca es un análisis de los cambios en los patrones de sequía meteorológica hacia el periodo actual.

Porcentaje de meses con SPEI negativos para el periodo 2012-2016

*El indicador fue calculado en un agregado a 12 meses para el periodo 1986-2016).



Fuente: Elaboración propia

FALLAS POR SEQUÍAS EN LOS APR EN EL PERÍODO ACTUAL

Para el periodo actual, y con motivo de establecer alguna clase de atribución específica, resulta útil analizar la relación presente entre el número de sequías y la cantidad de fallas por APR, de modo de evaluar si existe una potencial atribución de una variable sobre la otra.

Para ello, se obtuvo el número de fallas atribuibles a condiciones meteorológicas y se comparó con el SPEI reportado como el número de meses con valores negativos del indicador por sobre el total de meses en análisis, en este caso los periodos 2012-2016

(escogidos pensando en ciertos desfases que pueden existir entre la ocurrencia de sequía meteorológica y la falla en el APR) y 2014-2016, que pese a tener una cantidad inferior de información es coincidente en periodo con los reportes de las fallas.

Casi el 100% de los cortes declarados por sequía ocurren cuando en un 50% o más del tiempo el indicador SPEI, se encuentra en valores negativos (Tabla 5). Por otra parte, esta tabla muestra que el 92.6% de las APR se encuentran en localidades en donde el número de meses negativos para el indicador en el periodo 2014-2016 es superior al 50%, o sea bajo una condición de sequía en al menos la mitad de este periodo. De hecho, un 64.8% de las APR se ubican en zonas donde se ha estado en condición de sequía para más del 70% del tiempo en el periodo descrito.

Considerando solo a las APR que han presentado al menos una falla, el 91.7% de ellas se encuentra en localidades en donde se ha estado en condición de sequía más del 50% del tiempo en el periodo 2014-2016. Ningún APR ha presentado fallas atribuibles a sequía cuando menos de un 20% del tiempo existen valores de SPEI negativos, lo cual tiene sentido ya que en la mayoría del tiempo se estaría en una condición de disponibilidad relativamente alta de agua.

Respecto del valor esperado de fallas por APR dadas ciertas condiciones de escasez hídrica, se espera un promedio de 1.3 fallas por APR cuando el SPEI es negativo entre un 20% y 50% del tiempo para el periodo 2014-2016. Cuando el indicador es negativo entre un 50% y un 80% del tiempo se esperan 4.1 fallas promedio por APR. Finalmente, solo considerando el periodo 2014-2016, si en más del 80% del periodo el SPEI es negativo se espera un promedio de 8 fallas por APR.

Si bien se desprende que existe una asociación entre la cantidad de tiempo en que se encuentra un APR en condición de sequía con la cantidad de fallas que ocurren en ellas, no parece existir un patrón espacial asociado, de modo que la cantidad de fallas que un APR puede tener dadas condiciones de sequía no parece ser atribuible a una zona geográfica particular, sino más bien a la cantidad de tiempo en la cual esta condición ocurre.

Distribución de frecuencias del número de fallas y APRs asociadas con el porcentaje de meses en que el SPEI posee valores negativos para el periodo 2014-2016.

% de meses con SPEI <0 entre 2014 y 2016	Fallas atribuibles a sequía	N° total de APRs	N° total de APRs con al menos una falla	% Fallas asociadas a sequía	%_APR con fallas asociadas a sequía
(0-10)	0	13	0	0.0%	0.7%
[10-20)	0	5	0	0.0%	0.3%
[20-30)	1	14	1	0.3%	0.8%
[30-40)	7	42	4	1.8%	2.3%
[40-50)	4	59	4	1.0%	3.3%
[50-60)	139	209	31	35.6%	11.6%
[60-70)	75	290	26	19.2%	16.1%
[70-80)	118	447	24	30.3%	24.9%
[80-90)	16	493	17	4.1%	27.4%
[90-100)	30	225	2	7.7%	12.5%

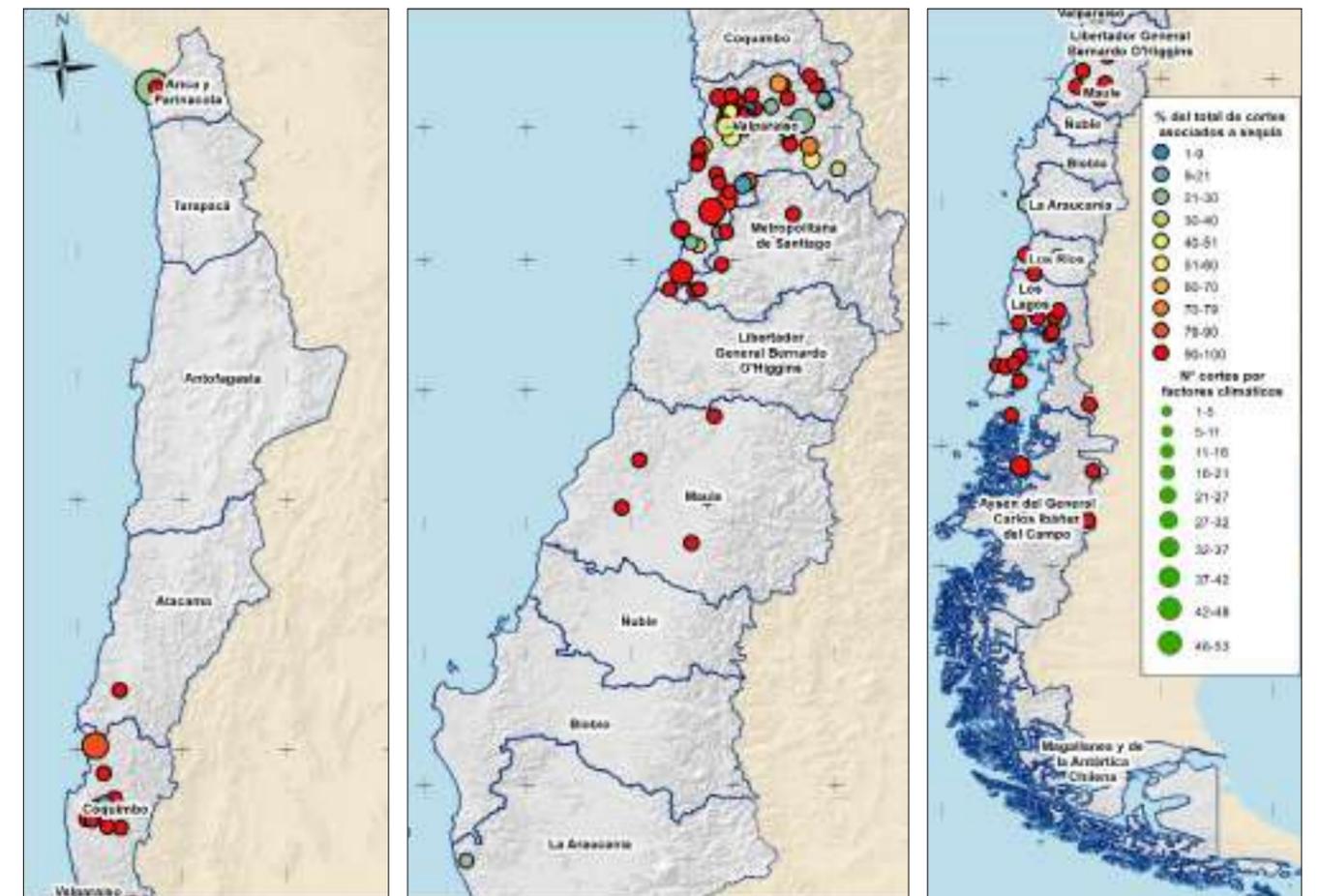
64,8%

de los APR se ubica en zonas donde se ha estado en condición de sequía por más del

70%

del tiempo en el periodo descrito.

Fallas asociadas a factores climáticos y la proporción de estos que se encuentran atribuidos a sequías



Según se aprecia en la gráfica, existe un alto número de cortes por sequía en relación con el número total de cortes por razones climáticas en las regiones de Valparaíso, Biobío, Maule y La Araucanía, la que coincide con la zona que presenta un mayor % de meses con indicador SPEI negativo para el periodo histórico 2012-2016 y 2014-2016.

Fuente: Elaboración propia

Proyecciones climáticas del abastecimiento de agua

Es de interés evaluar la situación esperada respecto del abastecimiento de agua potable a las localidades rurales.

Para realizar este análisis, se lleva a cabo una proyección climática para un periodo futuro cercano tomando en cuenta los cuatro modelos de cambio climático considerados en la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017) que buscan representar matemáticamente el sistema climático de la Tierra, mediante procesos físicos fundamentales de la atmósfera, la superficie terrestre, el océano y la criosfera. Estos modelos son:

- Sensibilidad baja extrema: CSIRO-Mk3-6-o (En adelante CSIRO)
- Sensibilidad baja moderada: CCSM4 (En adelante CCSM4)
- Sensibilidad alta moderada: MIROC-ESM (En adelante MIROC)
- Sensibilidad alta extrema: IPSL-CM5A (En adelante IPSL)

Estos modelos fueron seleccionados a partir de una metodología que permitiera elegir aquellos que fuesen lo más contrastante posibles, de modo de abarcar un abanico importante de trayectorias hacia el futuro, siempre considerando el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero RCP8.5.

Una vez seleccionados los modelos y ajustados sus valores al escenario histórico (1985-2016), se proyecta el cálculo del indicador SPEI hacia el año 2060. Con la serie continúa obtenida del indicador, se realizó una comparación entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 a partir de la estadística de la razón porcentual del número de meses para cada periodo en que los valores del SPEI son negativos. Para tener una aproximación de los cambios esperados en esta ventana de tiempo se calculó la tasa de cambio porcentual de este indicador respecto del presente, de la siguiente forma

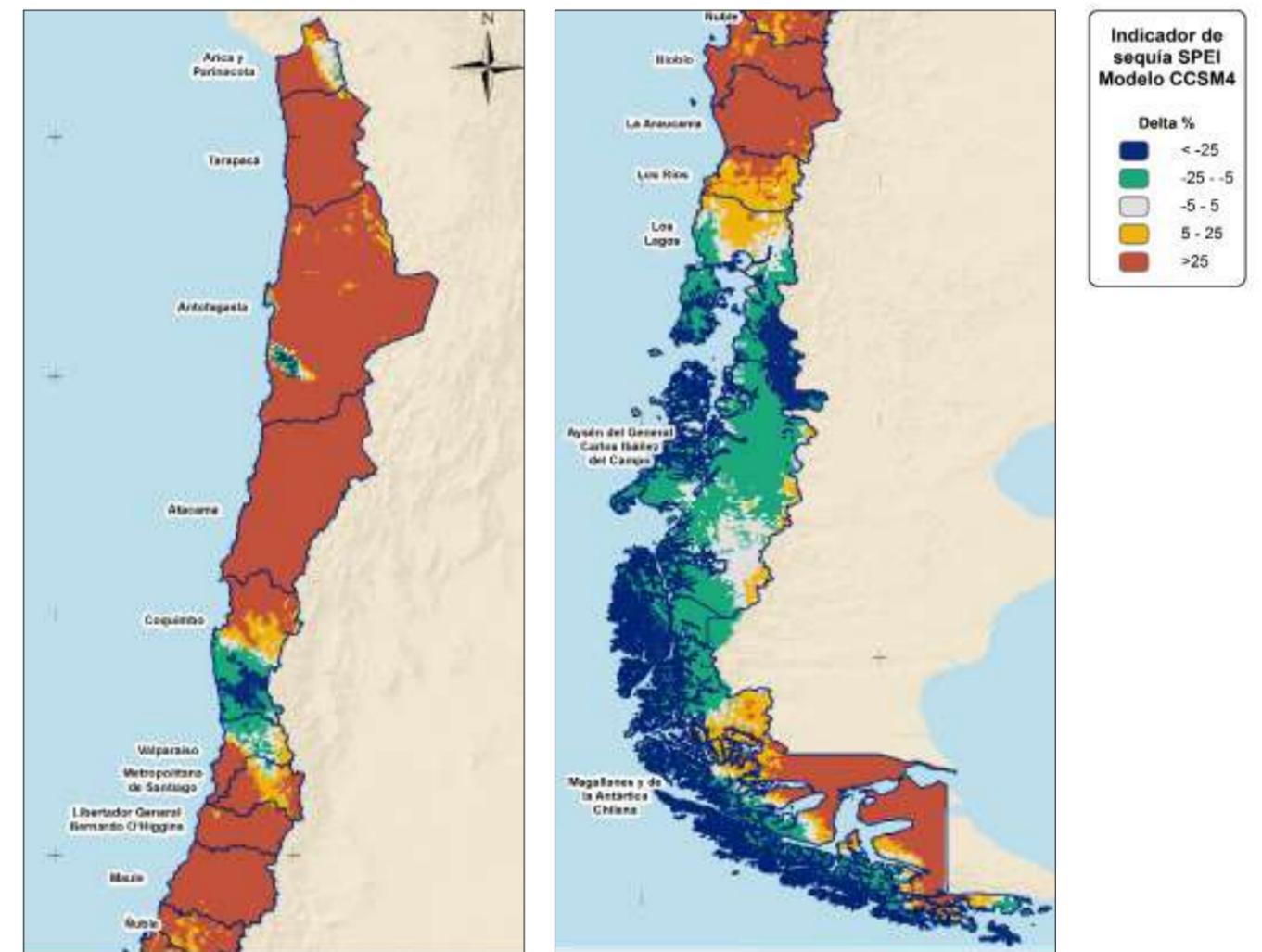
$$\Delta\% = \frac{n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2020 a 2030)} - n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2005 a 2015)}}{n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2005 a 2015)}}$$

Si este delta de cambio es positivo, se espera para el periodo 2020-2030 una mayor proporción de meses bajo condición de escasez hídrica. Por el contrario, si es negativo, se esperarían condiciones de mayor superávit hídrico para este futuro cercano definido.

Se observa que existe un bajo a medio grado de convergencia entre modelos para posibles variaciones esperadas. Pareciera que en la zona del norte grande aumentará la tasa de meses en condición de sequía en mucho mayor grado que para lo que existe

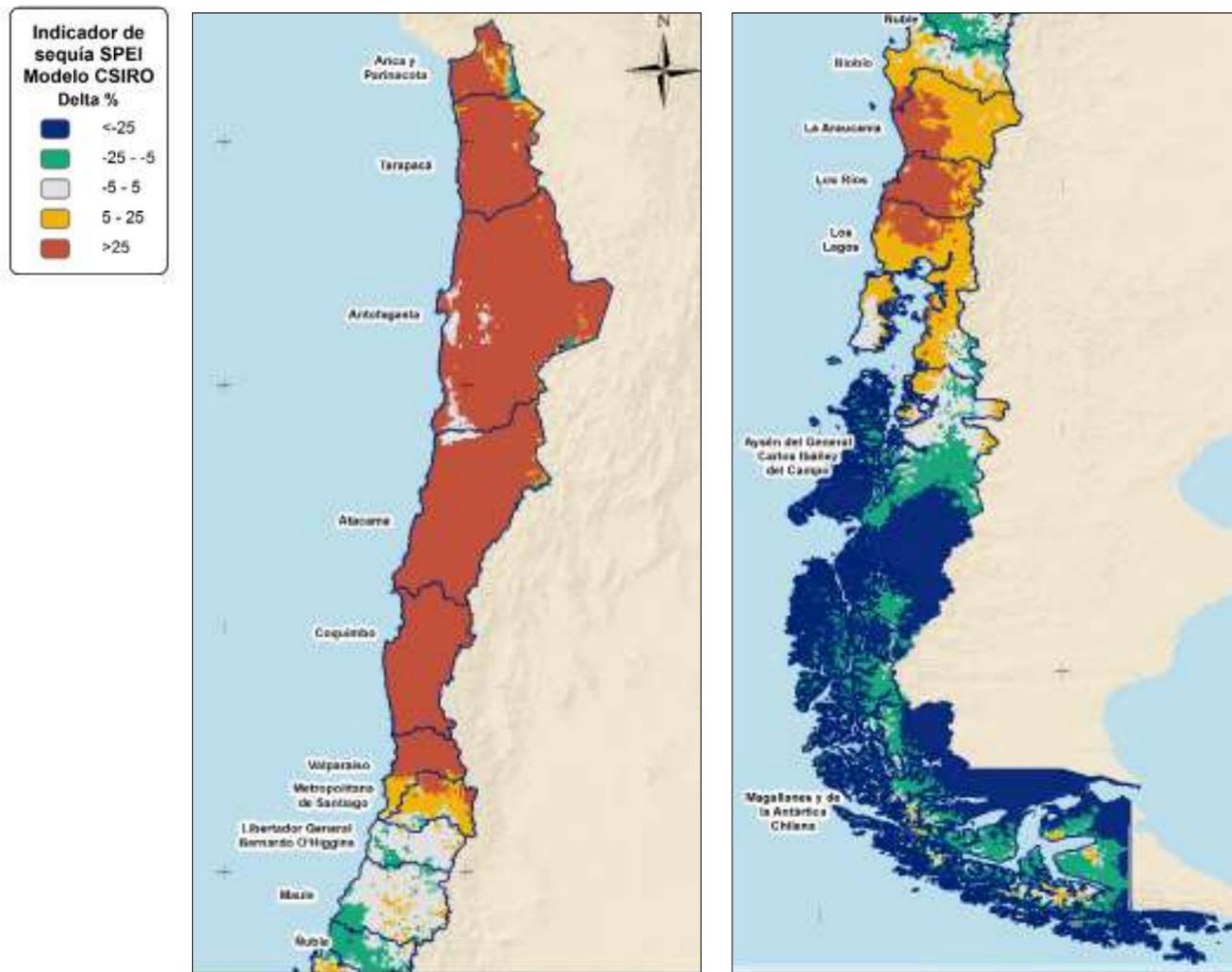
en el periodo actual analizado (2005-2015), y eso resulta transversal casi en los cuatro modelos (Modelo OPSL muestra reducciones hacia el altiplano). Estos incrementos, para el modelo CCSM4 aun serán patentes en la zona centro y centro sur, pero por el contrario se espera mayor cantidad de meses en condición de régimen húmedo para la zona austral.

Delta de cambio del número de meses en que SPEI<0 entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo CCSM4



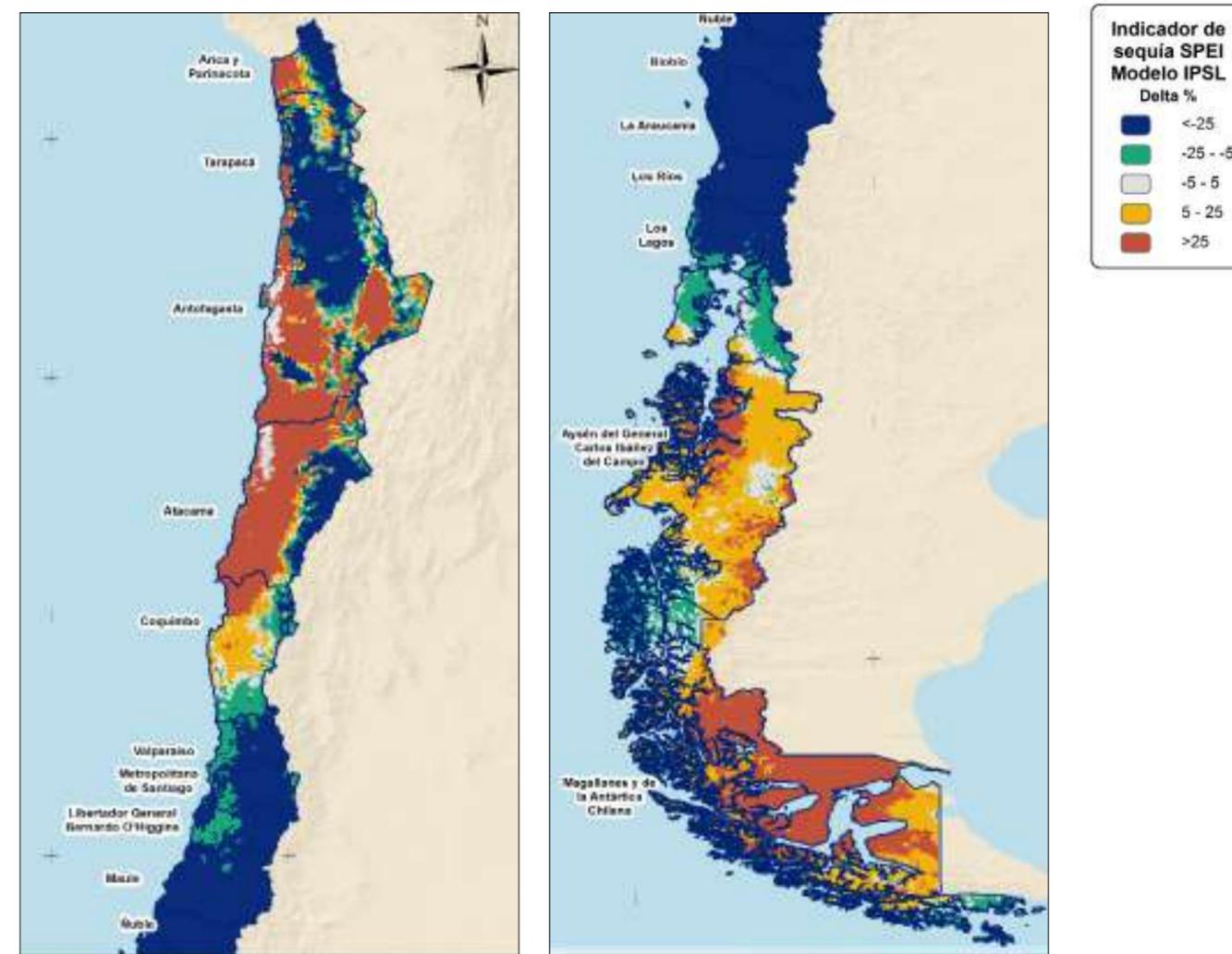
Fuente: Elaboración propia

Delta de cambio del número de meses en que SPEI<0 entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo CSIRO



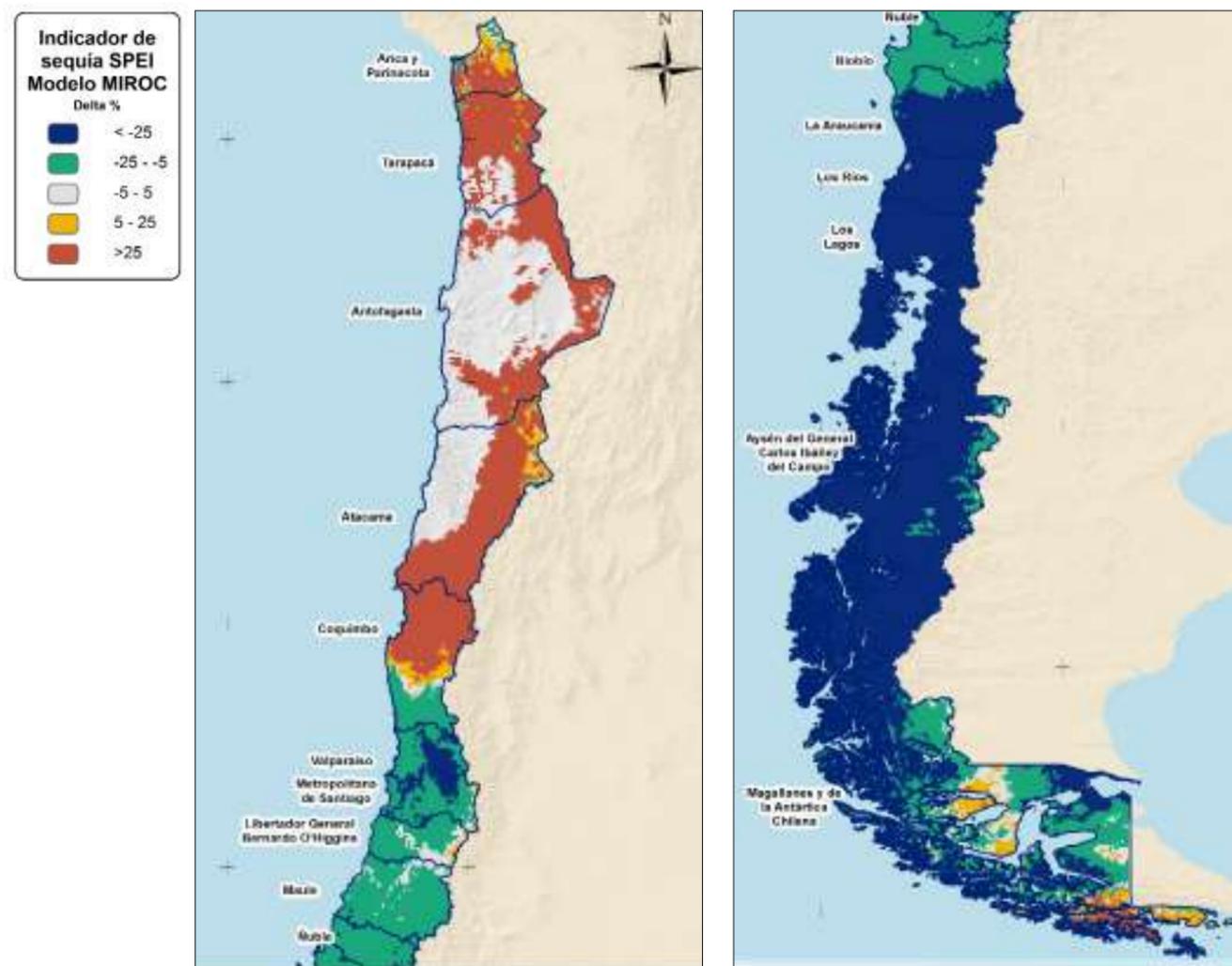
Fuente: Elaboración propia

Delta de cambio del número de meses en que SPEI<0 entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo IPSL



Fuente: Elaboración propia

Delta de cambio del número de meses en que SPEI<0 entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo MIROC



Fuente: Elaboración propia

El modelo CSIRO muestra algo similar para la zona del norte grande pero una menor intensidad en los aumentos de los meses en condición de sequía para el futuro. El modelo IPSL, al tener una sensibilidad extrema alta, muestra por un lado que hacia el futuro disminuirán los periodos secos en pos de mayor cantidad de meses bajo condición húmeda en la zona centro y centro-sur, mientras que en la zona austral se esperaría un aumento de meses secos hacia el futuro cercano (2020-2030). Este modelo es el más divergente respecto del resto de los modelos.

Finalmente, el modelo MIROC muestra la misma tendencia común para la zona del norte grande (aunque con bastantes celdas que poseen cambios nulos) y por el contrario un aumento de la cantidad de meses con superávit hídrico para prácticamente todo el resto de Chile.

Si bien los modelos presentan estas divergencias que pueden aumentar la incertidumbre en las interpretaciones, se debe tener presente que en periodos de 10 años no es posible tener un patrón de tendencia específico de atribución. La Organización Meteorológica Mundial (WMO) recomienda al menos 30 años de datos para realizar comparaciones.

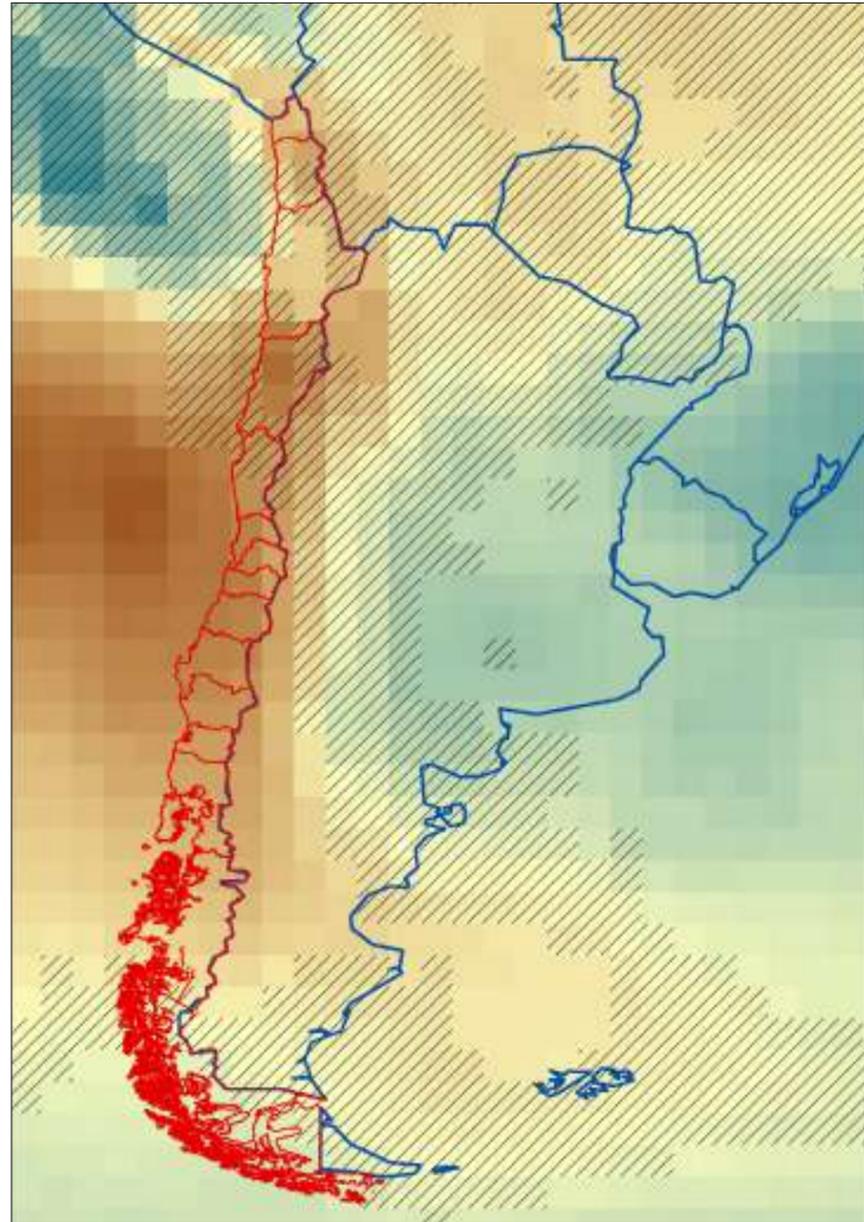
Una forma de corroborar esto, es evaluar el grado de certidumbre (y de incertidumbre también) de los modelos en su conjunto respecto de los cambios esperados en temperatura y precipitación. Por eso, se hizo un contraste similar pero ahora utilizando como periodo histórico el intervalo de años 1985-2015 y como periodo futuro 2030-2060. La Figura 45 muestra que para el caso de las precipitaciones, prácticamente todo el territorio chileno (con excepción de algunas zonas del norte grande) tiene un consenso respecto de reducción en las precipitaciones. Mientras que para temperatura también prácticamente en todo Chile (con excepción de la zona austral) los modelos prevén aumentos de temperatura de al menos 1°C (Figura 46).



De esta forma, y dado que el periodo de comparación es más largo, se debe tener cierto grado de mesura en las conclusiones que se puedan desprender desde los análisis mencionados tanto para la zona del norte grande como para la austral, por el mayor grado de incertidumbre de los modelos en aquellas zonas. Vale decir, si bien es posible extraer tendencias generales hacia el futuro, en periodos cortos de tiempo las relaciones y potenciales atribuciones se vuelven más inciertas.

Delta porcentual de precipitaciones como un ensamble de 30 modelos GCM comparados entre 1985-2015 con 2030-2060

*La zona achurada indica mayor incertidumbre entre modelos, vale decir, no existe certeza en que si las tendencias serán negativas y/o positivas.

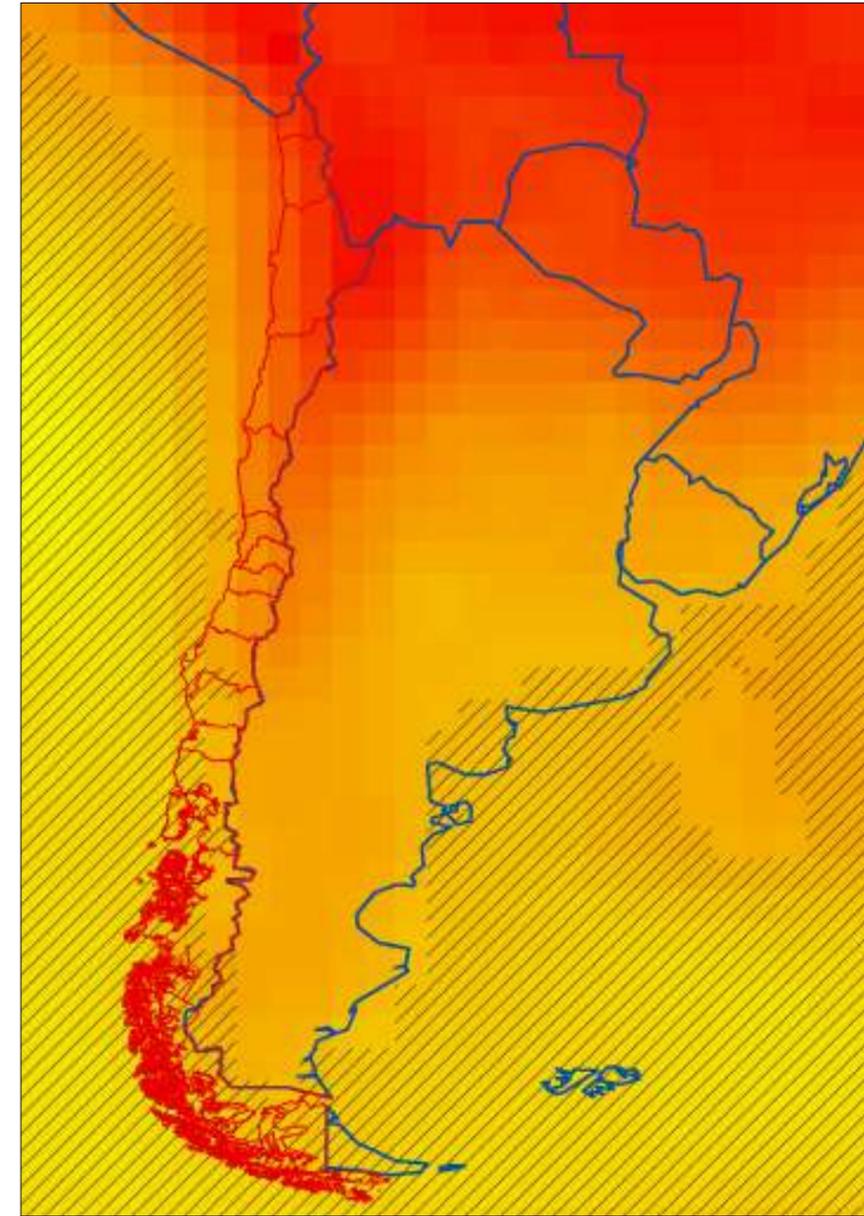


//// Mayor incertidumbre entre modelos (p-valor < 0.05)

<-16 -12.8 -9.6 -6.4 -3.2 0 3.2 6.4 9.6 12.8 >16 (%)

Delta de temperaturas como un ensamble de 30 modelos GCM comparados entre 1985-2015 con 2030-2060.

* La zona achurada indica mayor incertidumbre entre modelos, vale decir, no existe certeza en que si las tendencias serán negativas y/o positivas para un aumento de al menos 1°C.



//// Mayor incertidumbre entre modelos Temp > 1°C (p-valor < 0.05)

0.9 1 1.1 1.3 1.4 1.6 1.7 1.9 2 2.1 2.3 (°C)

CONCLUSIONES

Dentro de las cuencas analizadas, las regiones que presentan la mayor cantidad de comunas con una alta brecha hídrica son las regiones de Arica y Parinacota, Copiapó, Coquimbo y Valparaíso. En estas regiones, son 26 las comunas afectadas con alta brecha hídrica, concentrándose principalmente éstas en las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

En relación con el cruce de dichas comunas y su vulnerabilidad, definiendo como vulnerables a los segmentos socioeconómicos D y E, en el total de las comunas analizadas, el nivel de vulnerabilidad es muy alto: más del 50% de sus habitantes pertenecen a los segmentos socioeconómicos D y E, con un promedio superior al 80% de sus habitantes en dicha categoría.

En zonas rurales de dichas comunas, como Andacollo y Putre, más del 90% de la población pertenece a los segmentos socioeconómicos D y E y presentan carencia de agua potable mayor al 80%. En zonas rurales de La Serena y Ovalle, más de 1.200 viviendas se abastecen por camión aljibe, casos en los cuales la vulnerabilidad es mayor al 85%.

Las principales fuentes de abastecimiento informal son pozo o noria (48% de las viviendas) y camión aljibe (39% de las viviendas). Las viviendas que se abastecen por camión aljibe promedian un índice mucho mayor que el promedio nacional (39% versus 15%). Esto se debe a la carencia del agua como oferta hídrica de la cuenca hace que se deba complementar con camiones para asegurar el consumo humano.

Las proyecciones no son optimistas. Según el indicador SPEI, que mide las precipitaciones versus evotranspiración, se encuentran proyecciones robustas de reducción de precipitaciones y aumento de temperaturas para la zona centro sur del país, lo que indica que en el largo plazo las condiciones de disponibilidad de agua para zonas rurales en parte importante de Chile serían más complejas que la situación histórica. La zona desde Copiapó a Los Vilos presenta un déficit hídrico más grande en orden de magnitud debido a la prolongación de la sequía.

Respecto a las fallas en los sistemas de APR en distintos sectores rurales a lo largo de nuestro país, si bien se desprende que existe una asociación entre la cantidad de tiempo en que se encuentra un APR en condición de sequía con la cantidad de fallas que ocurren en ellas, no parece existir un patrón espacial asociado, de modo que la cantidad de fallas que un APR puede tener dadas las condiciones de sequía no parece ser atribuible a una zona geográfica en particular, sino más bien a la cantidad de tiempo en la cual esta condición ocurre.

