



CAPÍTULO 5

AGUAS CONTINENTALES



AGUAS CONTINENTALES

El agua es un recurso natural renovable fundamental para el desarrollo de la humanidad y constituye una parte esencial de todos los ecosistemas. Se estima que la totalidad de recursos hídricos a nivel mundial alcanza los 1,45 millones de km³, de los cuales 90.000 km³ (2,5%) corresponden a agua dulce. De este total, solo el 1% corresponden a aguas superficiales, 30% a aguas subterráneas y 69% a aguas en forma de hielo.

2019 uno de los 3 años más secos en un siglo.



2010 - 2019 Periodo más seco en 150 años.

10 AÑOS de MEGASEQUÍA marcado por un déficit de lluvias en el periodo 2009-2019, en zonas centro hasta el extremo austral.

PRECIPITACIONES

El año 2019 es el más seco en varias estaciones de la zona central, tales como: Ovalle, Valparaíso, Rancagua y Curicó con déficit de precipitaciones entre -70% y -90%

PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACIONES EN SANTIAGO



RECURSOS HÍDRICOS

Aguas superficiales y subterráneas

GLACIARES

El último inventario de glaciares identificó un total de 24.114 ejemplares equivalentes a un área total de 23.641 km², presentes mayormente en la Patagonia Chilena.

RÍOS

El año 2019 todos los ríos reportados por la Dirección General de Aguas (19) presenta caudales inferiores a sus promedios históricos.

LAGOS

La mayoría de los lagos representativos de la zonas Norte y Centro del país presentan descensos en el nivel promedio de agua.

HUMEDALES

En Chile los humedales cubren aprox. 5.589.633 hectáreas donde 3.364.213 ha se encuentran en la región de Magallanes, 655 Mil ha en Aysén, 484 Mil en Los Lagos y 155 Mil en Los Ríos

NAPAS SUBTERRÁNEAS

A nivel nacional se han delimitado 137 acuíferos y 375 sectores hidrológicos de aprovechamiento (SHAC) pero aún existe un escaso conocimiento sobre su extensión y nivel de recarga

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS



SEQUÍA EN CHILE

Al mes de noviembre de 2020, existen 16 decretos de escasez hídrica vigentes que abarcan 79 comunas del país



El 100% de los ríos monitoreados por DGA (19) presenta déficit respecto a su caudal promedio mensual histórico el año 2019



Existen 18 plantas desalinizadoras operando logrando una capacidad de desalación total de 6075 l/s a nivel nacional



Gasto anual gestionado por ONEMI para abastecimiento de agua mediante camiones aljibes: 2011: \$ 2.121 MIL MILLONES, 2019: \$10.556 MIL MILLONES

CONTENIDO

Introducción

1. Antecedentes

2. Estado de los recursos hídricos

2.1. Disponibilidad de recursos hídricos

2.2. Calidad de aguas

2.3. Agua Potable

3. Presiones

3.1. Demanda y uso de los recursos hídricos

3.2. Emisiones a cuerpos de agua

4. Respuestas

4.1. Acciones para contrarrestar la escasez hídrica

4.2. Principales medidas de protección y conservación de los recursos hídricos

4.3. Instrumentos Regulatorios, Normativos y de Control recientes o en desarrollo

Referencias

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el crecimiento de la población y el uso intensivo de las distintas actividades económicas han elevado los requerimientos de agua, ocasionando una fuerte demanda por el recurso hídrico y significativas limitaciones en cuanto a su oferta.

La geografía de Chile y sus distintos climas determinan una irregular disponibilidad de recursos hídricos, una escasa oferta en la zona norte y una distribución mucho más abundante en la zona sur, al punto de contar la zona Austral con una de las reservas hídricas más grande del mundo. Estas condiciones naturales se han visto acentuadas con la variación climática de los últimos años, al verificarse un importante descenso en los patrones de precipitación e incrementos de la temperatura, provocando que desde hace más de una década el país experimente una “mega sequía” que abarca principalmente desde la Región de Coquimbo hasta La Araucanía. Sumado a la falta de eficiencia en el uso del agua se han combinado para dar pie a la escasez hídrica existente en el país.

Para contrarrestar la escasez se han implementado diversas medidas, con una considerable inversión de parte del Estado a través de la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) en abastecimiento de agua por camiones Aljibes que se estima, entre el año 2010-2019, ha superado 132 mil millones de pesos.

A lo largo del presente capítulo, se dará cuenta del descenso que han sufrido en el país la mayor parte de los cuerpos de agua continentales como ríos, embalses, lagos, lagunas, entre otros. Además, se presentarán indicadores nacionales de calidad de aguas superficiales y subterráneas, como también, las principales presiones existentes sobre el recurso hídrico. Para finalizar, se abordarán las principales medidas para mitigar la escasez hídrica, junto con los instrumentos normativos y de control que rigen hoy en día sobre el recurso hídrico.

1. Antecedentes

El agua es un recurso fundamental para sostener la vida en el planeta, ya que es indispensable para desarrollar procesos fisiológicos, el bienestar de la sociedad y la preservación del medio ambiente, debido a que rige los principales ciclos biogeoquímicos a escala mundial. Los ecosistemas dulceacuáticos y marinos proveen diferentes servicios, incluyendo los de provisión (alimentos, agua, fibras, combustibles), regulación (clima, hidrología, purificación), culturales (espirituales, recreativos) y de soporte (transporte de sedimentos, ciclos de nutrientes) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

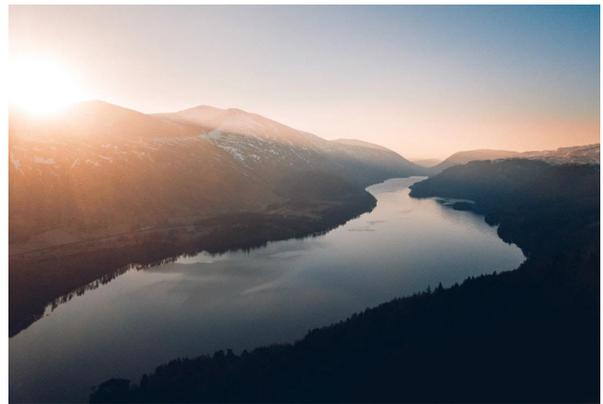
Si bien, el 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua (97% agua salada y 3% agua dulce), la proporción disponible para consumo humano se reduce a menos del 1%, por lo que es considerada como un recurso limitado.



2. Estado de los recursos hídricos

2.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Si bien Chile presenta una posición privilegiada a nivel mundial en oferta de recursos hídricos, la escorrentía media total (volumen de agua proveniente de precipitaciones) equivale a 51.281 m³/persona/año (DGA, 2016) valor que supera la media de América Latina y El Caribe. La disponibilidad de agua existente a nivel nacional muestra una reducción en los principales cuerpos de aguas dulce superficiales y subterráneos.



2.1.1. Balance Hídrico

El balance hídrico nacional ofrece un panorama global del recurso en el país y es una herramienta que permite apoyar la toma de decisiones. Este balance toma en consideración los procesos de entrada y salida de agua dentro de un sistema, donde se estiman las principales variables hidrológicas (precipitación, escorrentía y evapotranspiración); se basa en la ecuación de conservación de masa, la que se aplica sobre una determinada superficie y periodo de tiempo (Dirección General de Aguas [DGA], 2017). El balance hídrico fue actualizado el año 2017 y principales resultados se muestran en Tabla 1.



Ecuación de Balance Hídrico:

$$(\overline{P}) - (\overline{Q}) = (\overline{ET}) + n$$

Donde

P: Precipitación

Q: Escorrentía

ET: Pérdidas o evapotranspiración.

n: Discrepancia¹

La ecuación se aplica sobre una determinada superficie y periodo de tiempo

[1] Usos de agua difíciles de cuantificar en general, extracciones ilegales, etc. Deben considerarse como un término de discrepancia.

Tabla 1. Oferta y demanda de agua por región en base a balance hídrico, 1985-2015

Región	ESCENARIO ACTUAL (M3/S) PROMEDIO DEL PERIODO		
	Oferta	Demanda	Balance
Arica y Parinacota	67	38	30
Tarapacá	45	102	-57
Antofagasta	83	175	-92
Atacama	73	54	19
Coquimbo	187	332	-146
Valparaíso	168	156	12
Metropolitana	243	139	104
Libertador Bernardo O´Higgins	321	230	91
Maule	858	551	307
Biobío+ Ñuble	1640	733	907
Araucanía	1654	620	1035
Los Ríos	1364	481	883
Los Lagos	3883	909	2973
Aysén	8194	874	7320
Magallanes	En estudio		

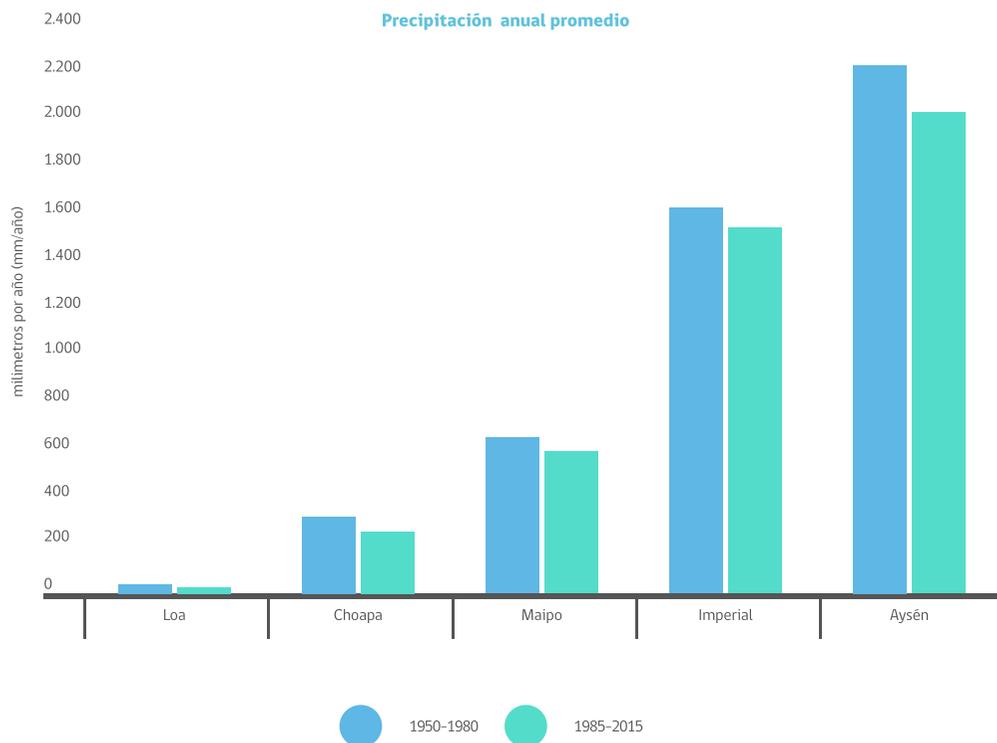
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

En las macrozonas norte y centro, entre los años 1950[CMG1] [fh2] y 2015 las precipitaciones y la escorrentía han disminuido en promedio 35% y 6% respectivamente en comparación con el balance hídrico anterior, descenso que es producto del cambio climático en los valles centrales. En cuanto a la evapotranspiración, se ha reducido 34% a raíz de la menor disponibilidad de agua para las plantas vegetales y superficies de agua evaporable (Cristi, 2020).

En la macrozona sur las estimaciones señalan una reducción de la precipitación en 15% y de la escorrentía en 9% como resultado de las menores precipitaciones. Además, la demanda natural de agua referida a la evapotranspiración ha sufrido una merma de 34% en esta zona.

A nivel de cuencas, se evaluaron 5 cuencas pilotos representativas de las zonas norte, centro y sur. Una comparación entre las variables hidrológicas calculadas entre el balance hídrico de 1987 y el más reciente se presenta en las siguientes figuras.

Figura 1. Principales variables consideradas en Balance hídrico a nivel cuenca, 2017



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Respecto a la cantidad de precipitación anual promedio, todas estas cuencas presentan una disminución en el periodo 1985 - 2015. Las variaciones más significativo están en las cuencas de Choapa y Loa, alcanzando disminuciones del 20% y 33% respectivamente. El resto de las cuencas presenta una disminución menor al 10%. **(Figura 1)**

La evapotranspiración ha disminuido en todas las cuencas, excepto en la de Aysén aumentado un 22% entre ambos periodos pasando de 444 a 541 mm/año **(Figura 2)**. En el caso de la escorrentía, las cuencas del Choapa, Maipo y Loa han mostrado un aumento de un 33 y un 71 y 180%. Respectivamente **(Figura 3)**.

Figura 2. Evapotranspiración anual promedio

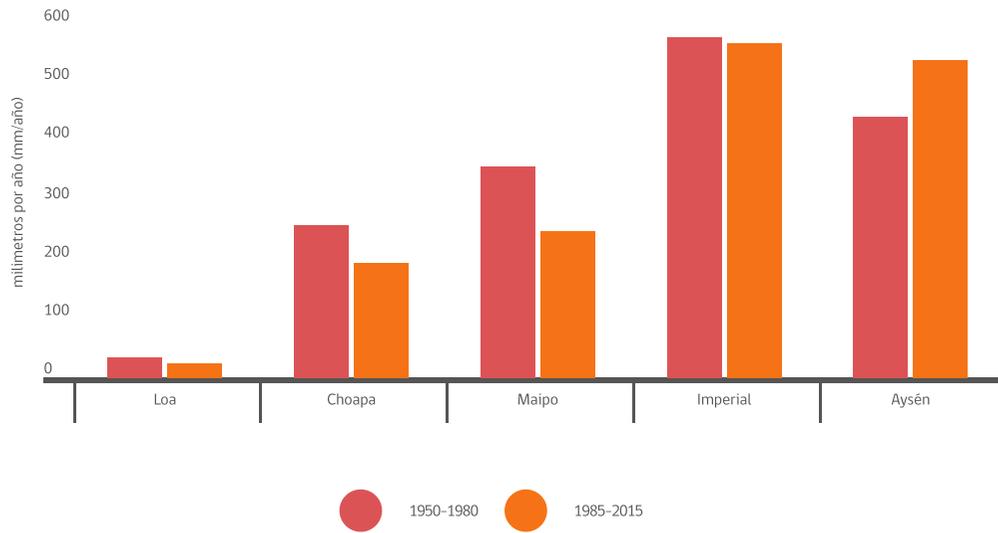
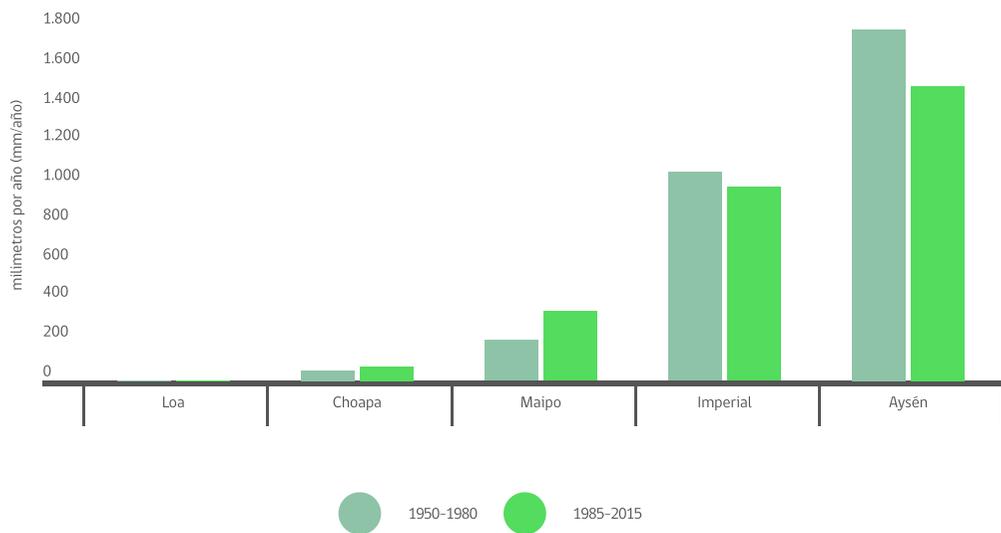


Figura 3. Escorrentía media anual

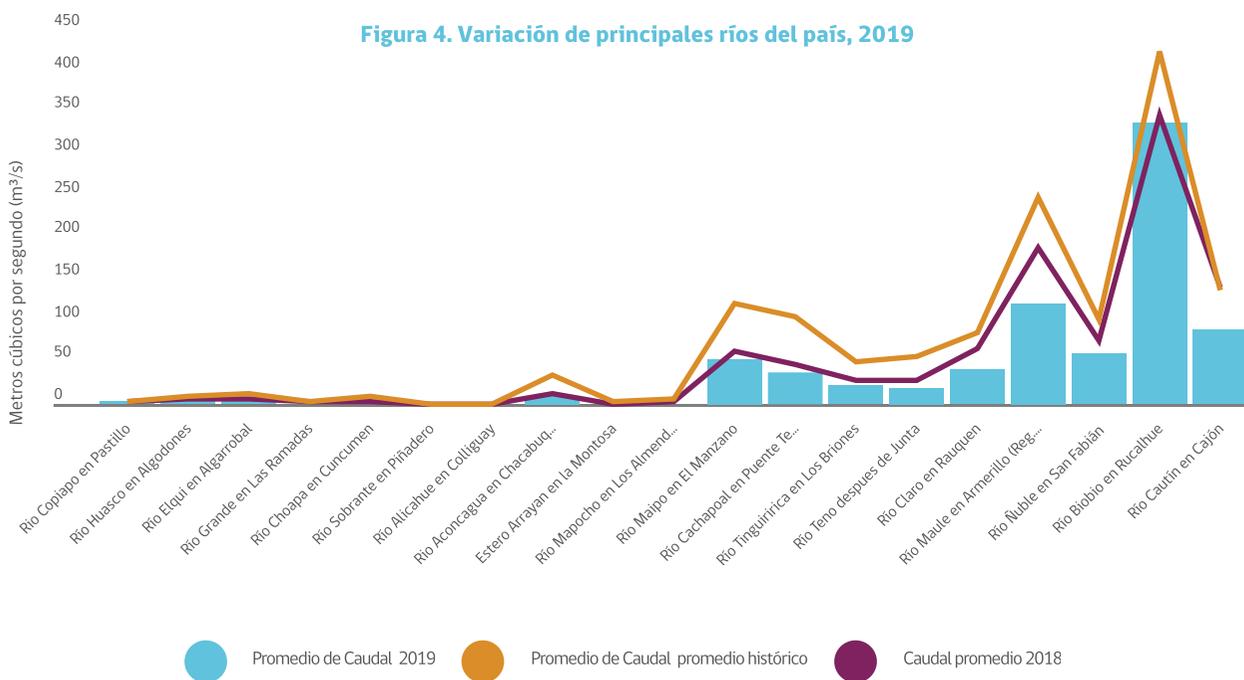


Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

2.1.2. Ríos

Chile posee 101 cuencas hidrográficas que incluyen 1.251 ríos, cuyas aguas superficiales y subterráneas abarcan alrededor de 756.102 km² del territorio (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2020). La Dirección General de Aguas monitorea el caudal de las principales cuencas del país mediante estaciones fluviométricas, reportando el estado de situación a través de los boletines hidrológicos mensuales que consideran 19 cuencas hidrográficas dentro del territorio nacional

Todos los ríos monitoreados tienen en 2019 caudales inferiores a su promedio histórico y entre los ríos Choapa y Maule, la mayoría bajo su mínimo histórico. Los ríos que registran mayor descenso son el Sobrante, Alicahue y el Choapa, que se encuentran, respectivamente, 93%, 90% y 81% bajo su caudal promedio histórico. Por el contrario, los que revelan menos variación son los ríos Biobío y Copiapó, que acusan una caída de 20% y 22% respecto de su caudal promedio histórico. En comparación con el año 2018 todos los caudales son inferiores, la gran mayoría en casi 50% (**Figura 4**).



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

2.1.2. Lagos y lagunas

A lo largo del país se contabilizan 368 lagos y 12.416 lagunas, que se distribuyen de forma desigual en el territorio. Un 97% de los lagos se ubica entre las regiones de La Araucanía y Magallanes y 82% de las lagunas (10.306) se localiza en las regiones de Aysén y Magallanes (DGA, 2016).

En la Tabla 2 se presentan los principales lagos y lagunas presentes en cada región y la superficie del espejo de agua.



Tabla 2. Lagos y lagunas con mayor espejo de agua , 2016

REGIÓN	SISTEMA	SUPERFICIE (KM2)
Arica y Parinacota	Laguna Chungará	20,6
Tarapacá	Laguna Blanca	13,8
Antofagasta	Laguna Miscanti	15
Atacama	Laguna del Negro Francisco	29
Coquimbo	Laguna del Pelado	3,1
Valparaíso	Laguna Peñuelas	11
Región Metropolitana	Laguna de Aculeo	11,7
Libertador Bernardo O'Higgins	Laguna Cauquenes	4,8
Maule	Laguna del Maule	68
Biobío	Laguna de Laja	124
Araucanía	Lago Villarrica	177
Los Ríos	Lago Ranco	**
Los Lagos	Lago Llanquihue	850
Aysén	Lago General Carrera	1840
Magallanes y la Antártica Chilena	Lago del Toro	**

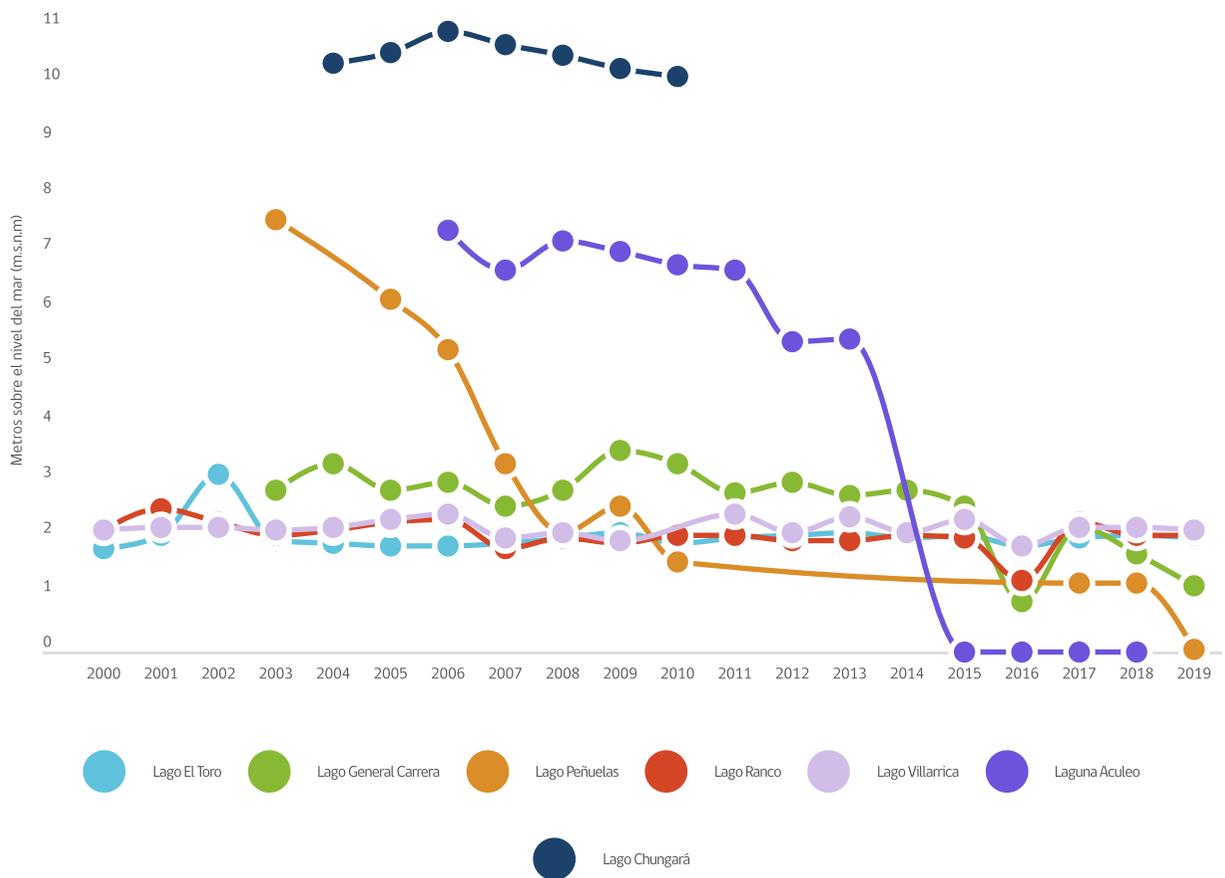
** En el caso de estos lagos, no se cuenta con información sobre la superficie del espejo de agua.

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

En el periodo 2000-2019 la mayor parte de los lagos evidencia una merma en su nivel promedio de agua, a excepción de los lagos Villarrica, Ranco y El Toro, cuya altura se mantiene a lo largo de los años, experimentando sólo diferencias estacionales. Un caso particularmente serio es la laguna de Aculeo, debido a que a partir del año 2015 reporta una altura igual a 0 (Figura 5).



Figura 5. Evolución del nivel promedio de agua en lagos y lagunas seleccionados, 2000-2019



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Al comparar imágenes satelitales recientes con algunas registradas en los años ochenta sobre distintos cuerpos de agua, se puede comprobar que éstos han sufrido reducciones significativas en su espejo de agua, desencadenando una situación crítica para algunos lagos y lagunas de la zona central. Un ejemplo lo ofrecen el

lago Peñuelas, en la Región de Valparaíso, y la ya mencionada laguna de Aculeo, en la Región Metropolitana, que han rebajado drásticamente su espejo de agua en un periodo algo superior a 30 años (**Figura 7**).

Figura 6. Variación de espejo de agua Lago Peñuelas , 1985 y 2019

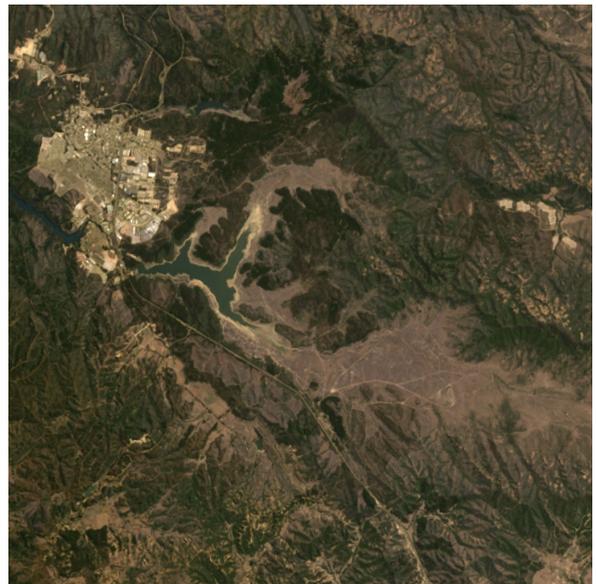
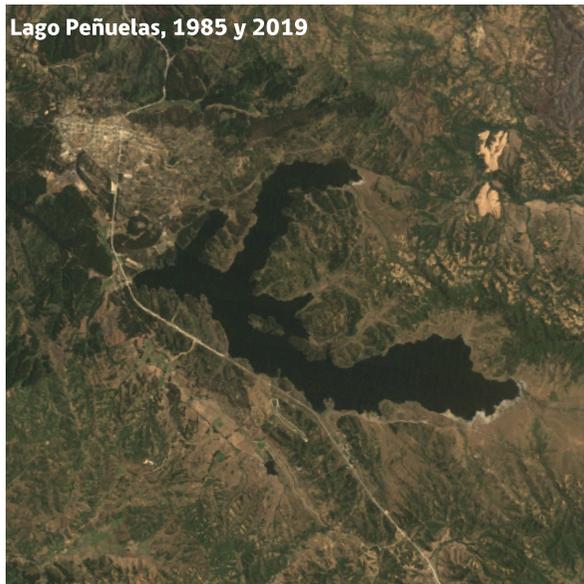
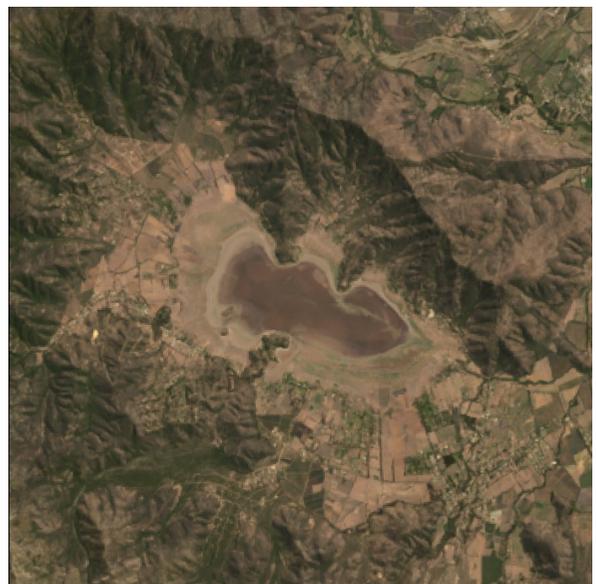


Figura 7. Variación de espejo de agua Laguna Aculeo, 1985 y 2019



2.1.4. Glaciares

El último inventario de glaciares de Chile del año 2014 identificó un total de 24.114 ejemplares, equivalentes a un área de 23.641 km² y ubicados mayormente en la Patagonia. En años muy secos, estos cuerpos de agua, que representan alrededor de 80% de la superficie glaciar de Sudamérica, poseen alta relevancia en el caudal de los ríos, ya que aportan casi 60% del agua que llega al valle central del país (Rojas et al., 2019).

La evidencia científica reciente ha concluido que la capa de nieve y los glaciares manifiestan un retroceso. El 87%

de los glaciares en los que se tiene sistema de registro se ha reducido, mientras que 6% exhibe un estado neto de avance y 7% no ha experimentado cambios significativos. Los factores que explican este fenómeno son el aumento de las temperaturas, los cambios en la ubicación y el momento de la precipitación, y también la deposición de aerosoles absorbentes. Dichos factores están vinculados entre sí y su importancia relativa puede variar sustancialmente entre las diferentes zonas andinas.

Tabla 3. Número y superficie de glaciares por región, 2014

REGIÓN	ÁREA(KM ²)	NÚMERO	VOLUMEN (KM ³)	VOLUMEN EQUIVALENTE (KM ³)
Arica y Parinacota	12,2	174	0,2	0,1
Tarapacá	24,6	244	0,4	0,3
Antofagasta	7,2	139	0,1	0,1
Atacama	89,3	776	1,9	1,5
Coquimbo	46,9	809	0,7	0,4
Valparaíso	135,8	715	4	2,9
Metropolitana	388,3	999	14,4	11,4
O'Higgins	292,3	683	13,2	11,5
Maule	38,2	218	0,9	0,8
Bíobío	45,8	198	1,8	1,6
La Araucanía	53,3	124	2,3	2,1
Los Ríos	42,6	72	2,2	2
Los Lagos	785,5	2602	27,4	24,6
Aysén	10357,4	9556	1.743,10	1568,8
Magallanes y la Antártica Chilena	11321,8	6805	1.719,70	1547,7

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2016.

2.1.5. Humedales

Los humedales son ecosistemas acuáticos que sostienen la biodiversidad y nos proveen importantes elementos para la vida.

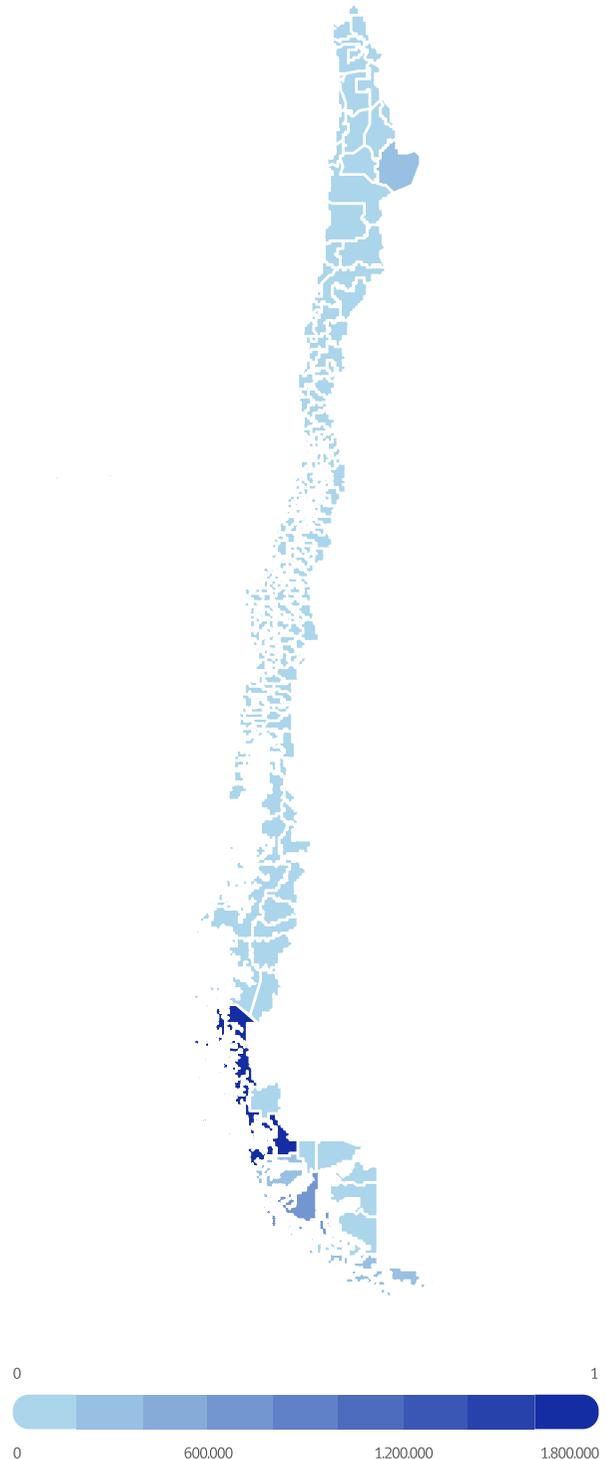
Constituyen importantes fuentes de agua dulce y resultan vitales para la recarga de las cuencas y aguas subterráneas, así como también para la mitigación del cambio climático, el control de las crecidas y el resguardo de la biodiversidad.

Chile es un territorio excepcionalmente diverso en estos ambientes. Se encuentran a lo largo de toda la costa en la forma de estuarios, lagunas costeras y marismas, lo mismo que en toda la extensión de la cordillera de los Andes, como salares, lagunas salobres, bofedales, vegas, ríos, lagos y lagunas. Hacia el sur del país es posible reconocer humedales de turberas, que son grandes sumideros de gases de efecto invernadero, y humedales boscosos, conocidos como hualves o Pitranos. En mayor o menor medida, todos suministran hábitat a peces, crustáceos, anfibios, reptiles y aves migratorias, entre otras especies. (MMA, 2018)

En 2020 el Ministerio del Medio Ambiente encargó una actualización del catastro de humedales existentes a nivel nacional (Edáfica, 2020). Arrojó una superficie total de 5.589.633 hectáreas, en contraste con los cerca de 4,3 millones de hectáreas identificadas en el inventario anterior, de 2016, marcando un aumento de 30% del área reconocida de humedales entre ambos ejercicios (**Figura 8**).

De acuerdo con los nuevos datos entregados por la actualización del catastro de humedales, más de la mitad de esta superficie se ubica en la Región de Magallanes, que reúne 3.364.213 hectáreas de humedales, seguida de Aysén (655.000 ha), Antofagasta (484.000 ha), Los Lagos (291.000 ha) y Los Ríos (155 mil ha). Las comunas que poseen mayor superficie de humedales son: Natales (1.867.867 ha), Punta Arenas (630.598 ha), Cabo de Hornos (363.680 ha) y San Pedro de Atacama (355.359 ha) (**Figura 8**).

Figura 8. Superficie de humedales a nivel comunal, 2020



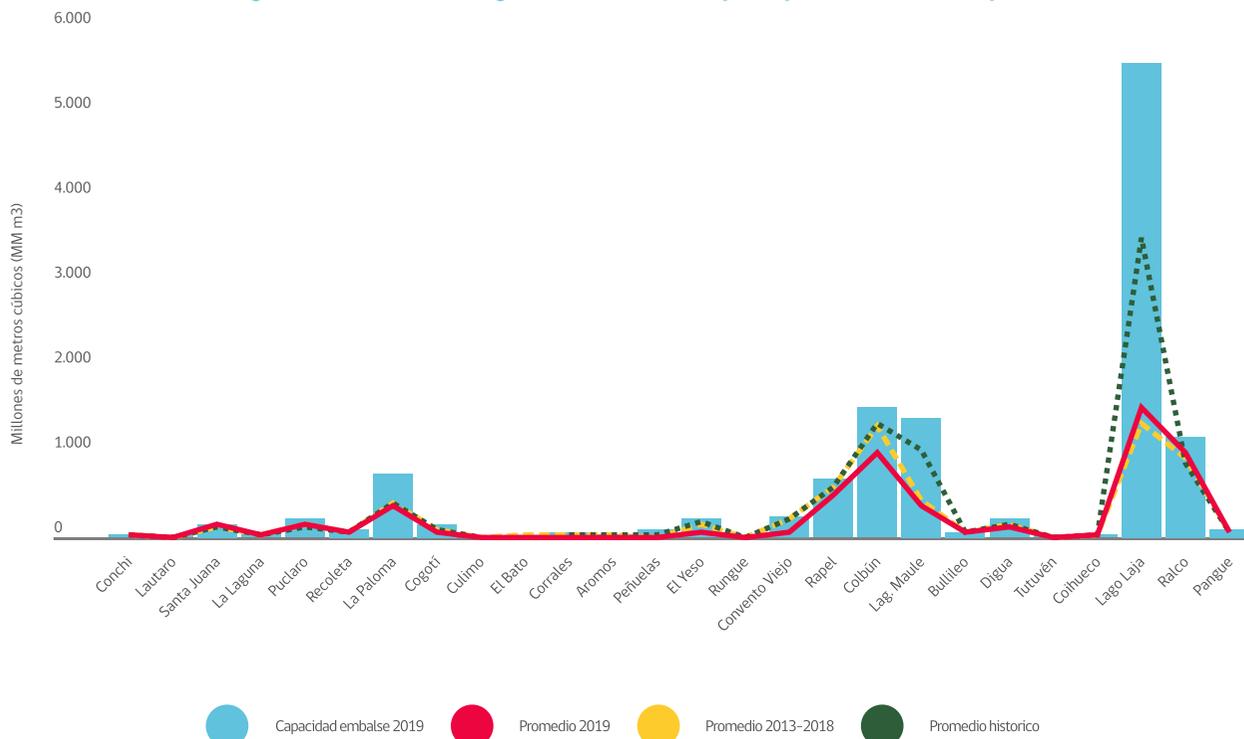
Fuente: Elaboración propia con datos de Catastro de humedales del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

2.1.6. Embalses

Los embalses son cuerpos de agua artificiales donde se acumula el torrente de ríos y esteros por medio de la interrupción de su caudal. Constituyen sistemas esenciales para asegurar la disponibilidad de agua (DGA, 2016). En Chile existen 60 embalses y la Dirección General de Aguas cuenta con el registro mensual de 26 de ellos: 17 son exclusivamente de riego, 3 de agua potable, 3 para generación de electricidad y 3 cumplen funciones mixtas de generación y riego. La capacidad total de agua embalsada de estos depósitos suma 12.961 m³, concentrada principalmente en los embalses Laja, que almacena 5.582 m³, Colbún (1.544 m³), Laguna del Maule (1.420 m³) y Ralco (1.174 m³).

En diciembre de 2019, el 70% de los embalses presentaba un déficit respecto de su volumen promedio histórico (Figura 10). La mayor disminución se observa en los embalses Corrales, con una baja de 71,4% en comparación con su promedio histórico; Convento Viejo (-66,2%) y El Yeso (-65,9%) . En comparación con diciembre de 2018, el volumen total embalsado era menor en 16%. Todos estos descensos se explican primordialmente por la ausencia generalizada de precipitaciones a nivel nacional (**Figura 9**).

Figura 9. Volúmenes de agua existentes en los principales embalses del país, 2019



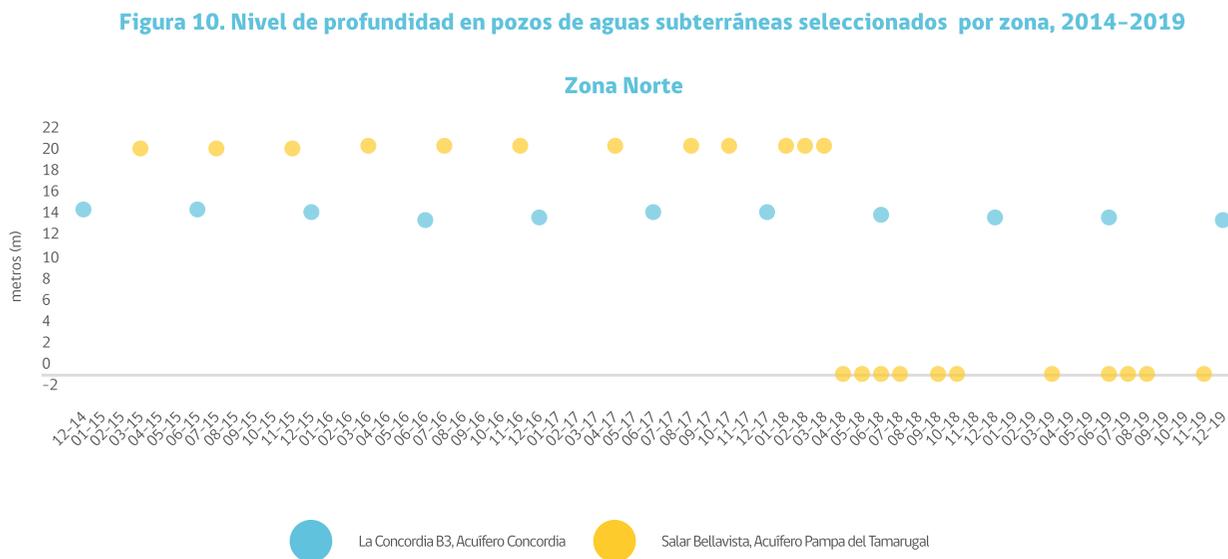
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

2.1.7. Acuíferos

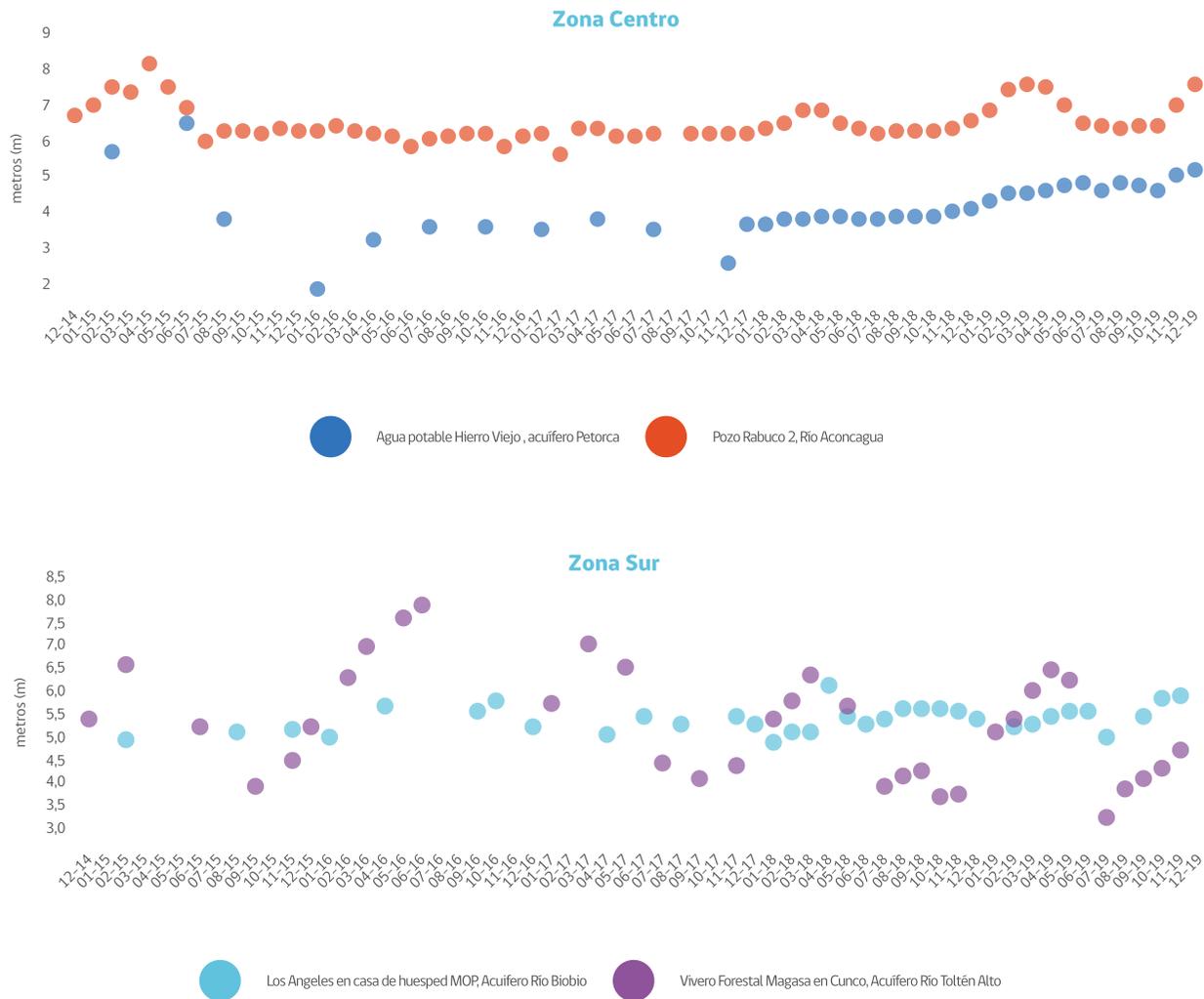
Los acuíferos son definidos como un medio permeable capaz de transmitir y acumular agua en los poros, constituido principalmente por rocas fracturadas y/o depósitos sedimentarios no consolidados o poco consolidados. Estos sistemas almacenan agua subterránea a través de la infiltración de la precipitación desde la capa superior hasta llegar a la napa. En Chile se han delimitado 137 acuíferos y 375 sectores hidrológicos de aprovechamiento (SHAC) pero existen importantes brechas de información en este ámbito principalmente por el escaso conocimiento sobre su extensión y nivel de recarga (DGA, 2016).

La DGA mantiene el monitoreo permanente de 67 pozos ubicados en 20 acuíferos, los cuales fueron divididos en alrededor de 36 sectores (Rojas et al, 2019). La medición del nivel de pozos o aguas subterráneas permite estimar la cantidad de agua almacenada en los acuíferos. Cada estación mide la distancia o profundidad existente entre la posición de la napa freática y la superficie del terreno (DGA,2016).

En la Figura 10 se han seleccionado aquellos pozos con variaciones significativas en estos últimos 5 años, representativos en su mayoría de la zona norte, centro y sur del país.

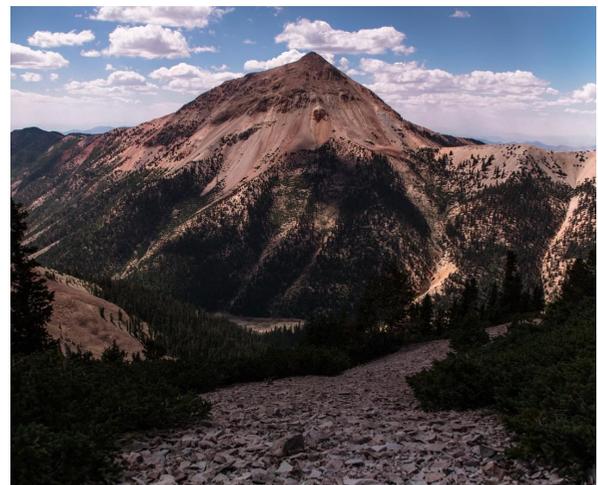


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Se observa que, en la zona norte, el acuífero de la Pampa del Tamarugal se encuentra seco desde mediados del 2018, mientras que el acuífero de La Concordia se ha mantenido constante en ese tiempo. En la zona central, los acuíferos de la zona de Petorca presentan niveles de agua bajos que no han presentado reducciones significativas. Sin embargo, en la cuenca del río Aconcagua hubo una tendencia a la baja hasta mediados de 2015, cuando se produjo una estabilización del nivel de agua. Los acuíferos de los ríos Biobío y Toltén, ubicados en el sur del país, tienen fluctuaciones sin tendencia definida.



2.2. Calidad de aguas

La calidad de un cuerpo de agua se aborda desde dos perspectivas: la salud humana y la conservación del medio ambiente. Los estándares para resguardar la salud humana se definen en función del uso a que se destine (consumo humano, riego, recreación con contacto directo, entre otros). En la normativa se definen estándares o valores de referencia expresados, generalmente, en unidades de concentración de los elementos, compuestos u organismos presentes o no (DGA, 2019). Por otra parte, con el objetivo de proteger el medio ambiente se regula por medio de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, las cuales buscan protección y conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza. La calidad del agua posee constantes variaciones, por lo que un mismo cuerpo de agua puede tener distinta calidad dependiendo de la ubicación y la estación en que se realice el muestreo.

2.2.1. Calidad de aguas superficiales

Naciones Unidas define como aguas de buena calidad ambiental a aquellas que fluyen en nuestros ríos, lagos y acuíferos sin causar daño a la salud humana o a los ecosistemas (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2020).

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el objetivo 6 persigue garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. En este contexto, se han establecido metas para asegurar la calidad del recurso hídrico, por lo que se han elaborado índices de calidad de agua para monitorear los cambios en el tiempo.

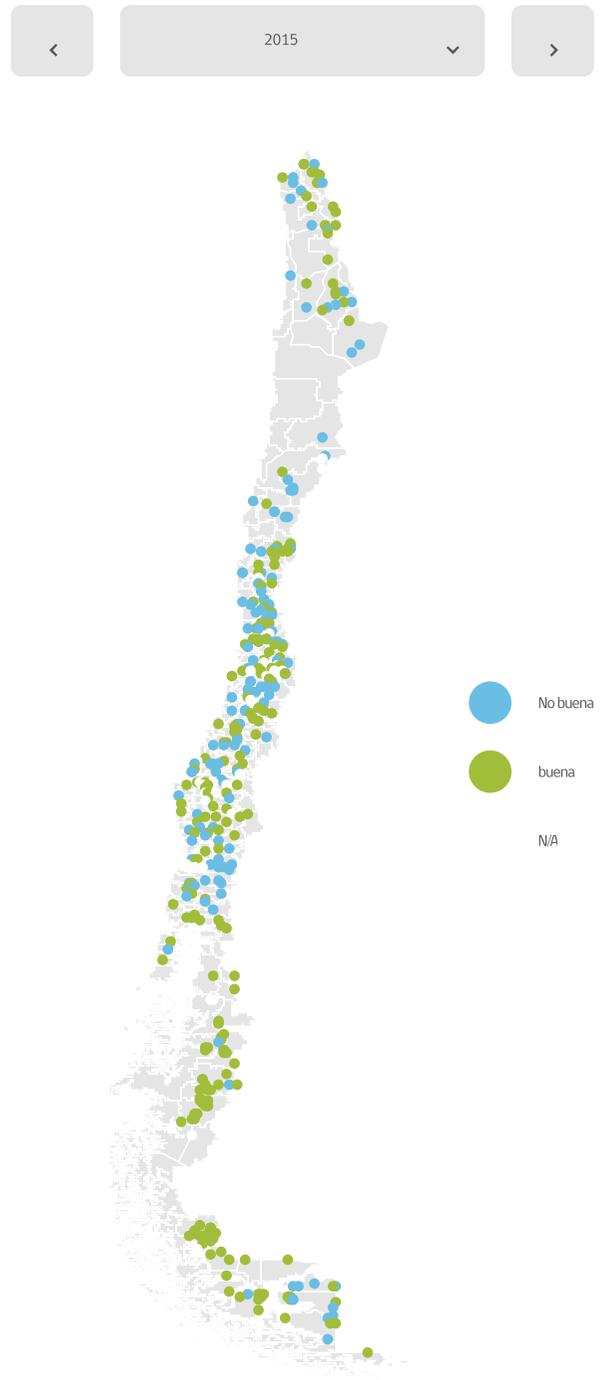


En Chile se han hecho importantes esfuerzos para caracterizar la calidad del recurso hídrico. En esta línea, el Ministerio del Medio Ambiente realiza un constante monitoreo sobre humedales costeros para caracterizar la salud trófica de los ecosistemas acuáticos que permite medir la calidad de agua y la condición ecológica, recogiendo parámetros fisicoquímicos y biológicos en 21 humedales costeros. Por su parte, la DGA posee una amplia red que monitorea de forma permanente los distintos cuerpos de agua existentes en nuestro país.

En virtud de lo anterior, la DGA elaboró un indicador de calidad que abarca 50 cuencas del país, y que considera los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, ortofosfato y nitrógeno oxidado total (nitrito más nitrato) (**Figura 11**). Se considera una buena calidad ambiental cuando el indicador posee un porcentaje de cumplimiento igual o superior al 80% considerando el cociente entre el número de valores monitoreados que cumplen con valores de referencia, respecto al total de valores monitoreados. Los valores de referencia varían dependiendo de la cuenca. En algunos casos se toman los establecidos en las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), mientras que en aquellos sistemas que no son regulados mediante las NSCA, se calculó un valor de referencia considerando valores históricos en dicho cuerpo de agua mediante el percentil 95% (CEDEUS-DGA, 2020)

La **Figura 11** muestra especialmente las estaciones de monitoreo que fueron consideradas para el cálculo del indicador, que permiten identificar los parámetros que fueron considerados para el cálculo, junto con el valor que determinó su clasificación de buena o no buena calidad.

Figura 11. ODS. 6.3.2 Porcentaje de cuerpos de agua con buena calidad ambiental



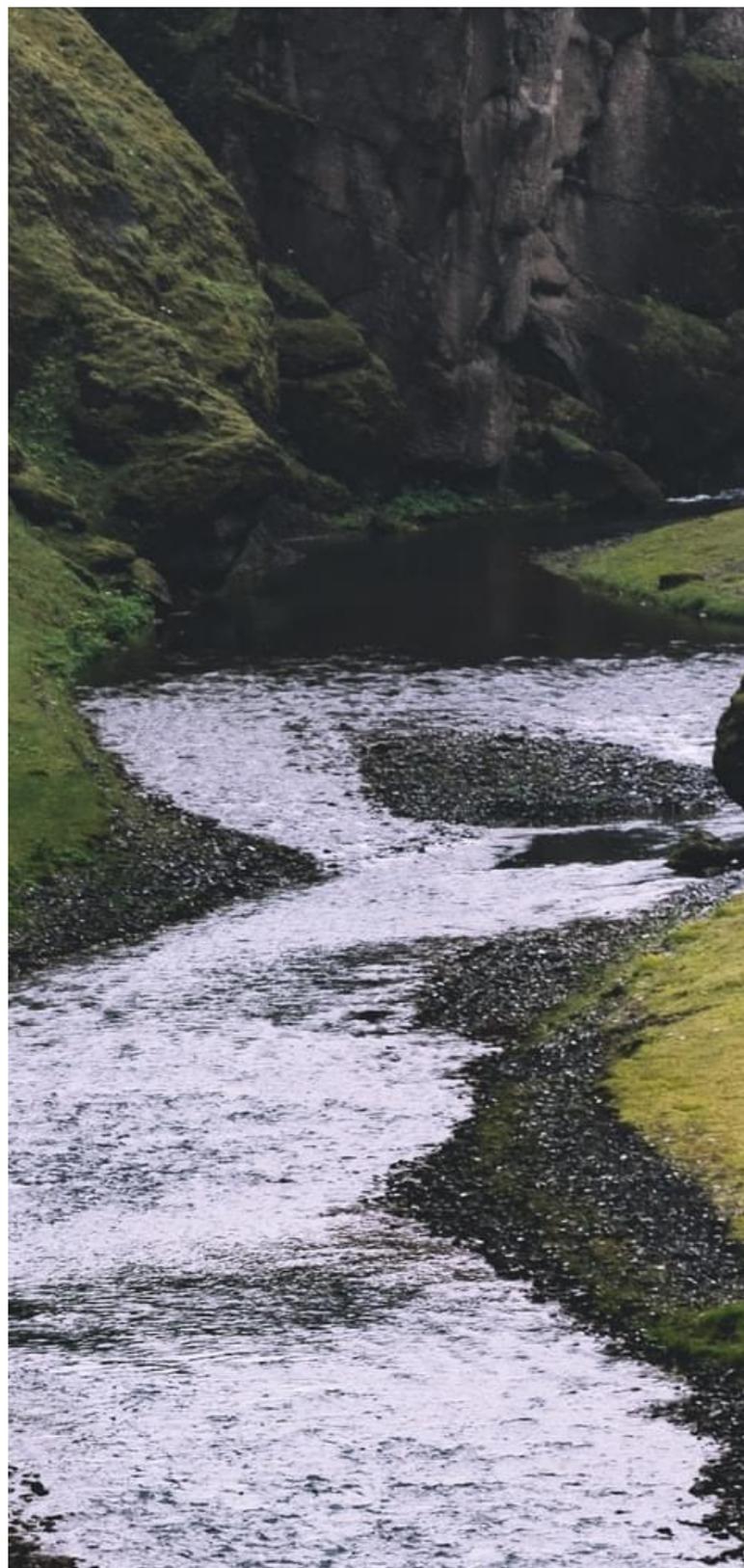
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Fueron analizadas alrededor de 390 estaciones de monitoreo, circunscritas en 50 cuencas que forman parte de la red del Banco Nacional de Aguas. En la **Tabla 4** se evidencia que el año 2015, las estaciones de buena calidad representaron un 61% del total de estaciones. El año 2016 este porcentaje aumentó ya que hubo 281 que mostraron una buena calidad de las 389 que fueron consideradas para el cálculo. El año 2017 y 2018, el indicador arrojó un 67% y 72% de estaciones con buena calidad de aguas según los monitoreos realizados permanentes en cada estación.

Tabla 4. Estaciones de monitoreo con buena calidad de aguas, 2015-2018

	ESTACIONES C/BUENA CALIDAD	ESTACIONES TOTALES	%
2015	223	364	61,26
2016	281	389	72,24
2017	260	387	67,18
2018	275	384	71,61

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.



2.2.2. Calidad de agua en humedales costeros

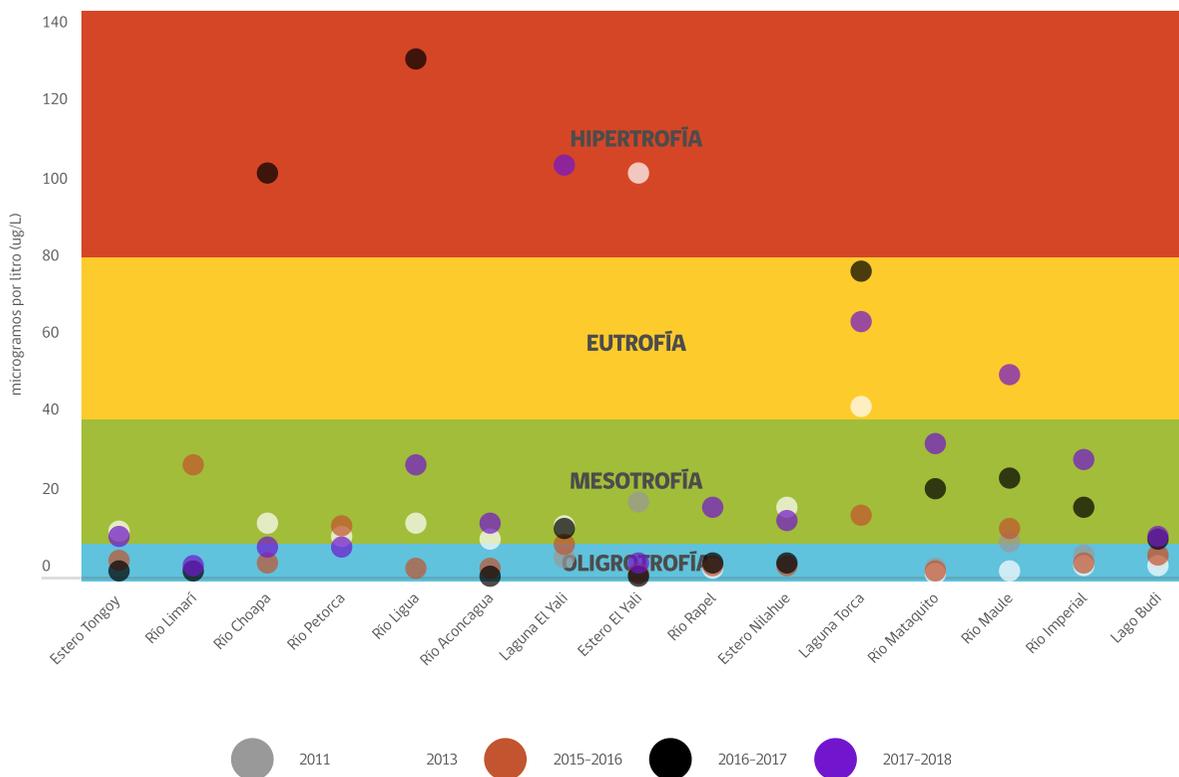
Entre los ecosistemas de relevancia a nivel nacional e internacional, están los humedales, tanto continentales como costeros. Estos últimos corresponden a ecosistemas únicos desde el punto de vista de su productividad, dinamismo y fragilidad. La pérdida estimada de humedales naturales en el siglo XX fue de entre 62% y 63% (Davidson, 2014). En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente diseñó e implementó una red de monitoreo de humedales, dentro y fuera de las áreas protegidas, para conocer su estado.

El diagnóstico ambiental, realizado en distintas campañas entre los años 2011 y 2019, ha analizado 22 parámetros fisicoquímicos de calidad del agua (in situ, metales pesados, nutrientes, biológicos y otros de interés ambiental). Se analizó, evaluó y discutió la condición trófica de cada cuerpo acuático a través de los índices

propuestos por Nürnberg, Dodds y por Bricker que utilizan como parámetros las concentraciones de clorofila-a, fósforo y nitrógeno totales para ecosistemas de agua dulce continentales (ríos y lagos) y ecosistemas estuarinos (Latusz-Abarzúa 2020).

La **Figura 12** muestra el nivel trófico de estuarios que se han obtenido en las principales campañas de monitoreo de humedales costeros, determinado por medio de la concentración de clorofila a. De acuerdo con los resultados, se observa que los sistemas monitoreados presentan diferentes categorías tróficas que van desde la oligotrofia hasta la hipertrofia. No obstante, la mayoría de los valores se concentran en estados oligotróficos y mesotróficos, excepto casos como el Estero El Yali (año 2013), Río Choapa (2016-2017), Río La Ligua, y el Lago el Yali (2017-2018) que presentan niveles hipertróficos

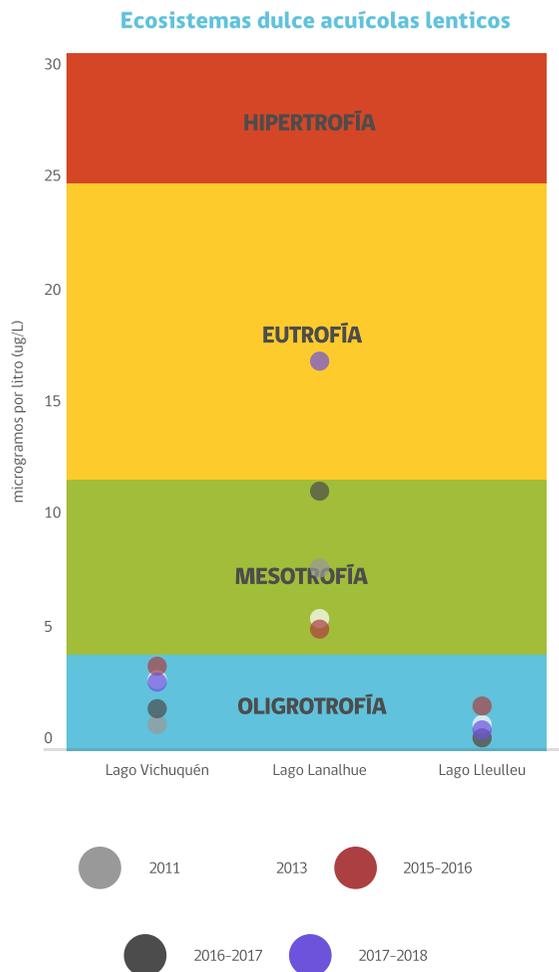
Figura 12. Estado trófico de estuarios según concentración de clorofila , 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

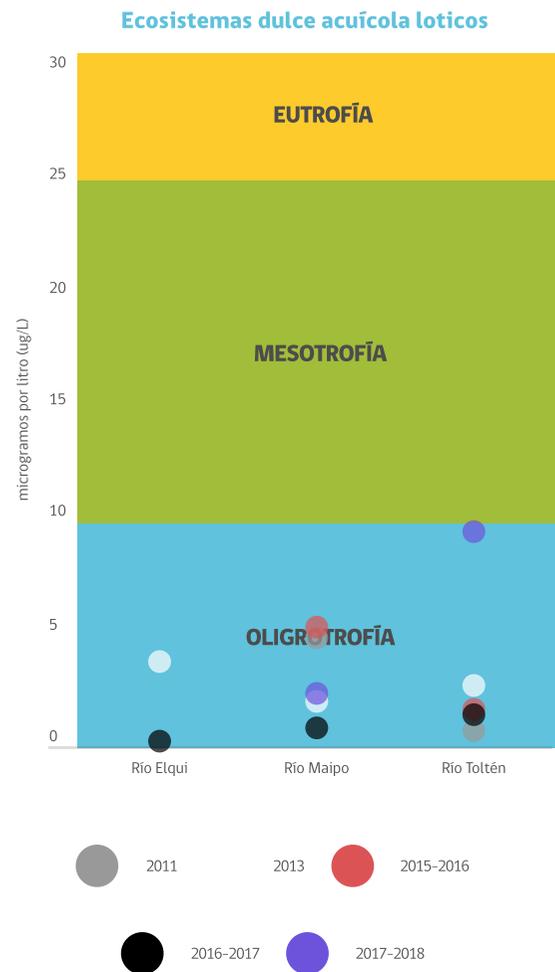
Por su parte, los sistemas lénticos - aquellos cuerpos cerrados y que no fluyen - como los lagos Vichuquén, Lanalhue y LLeu LLeu, se encuentran en niveles de oligotrofia y mesotrófica, de acuerdo a las distintas campañas de monitoreo (Figura 13), a excepción de la condición eutrófica que muestra el lago Lanalhue en el último muestreo realizado entre el año 2017 y 2018.

Figura 13. Estado tróficos según concentración de clorofila, 2011-2018



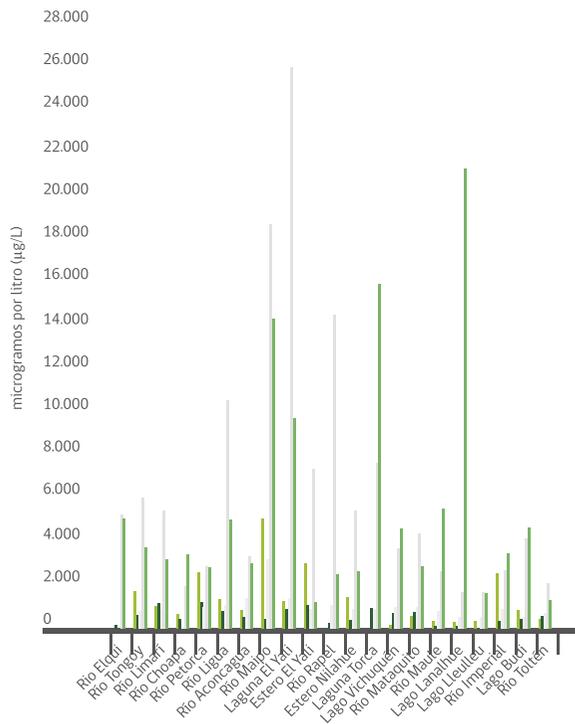
En ecosistemas dulceacuícolas lóticos - es decir, que fluyen siguiendo un curso - se advierten niveles de oligotrofia en todos los muestreos realizados en los ríos Elqui, Maipo y Toltén, a excepción del cambio en el estado trófico que registró este último en el muestreo de 2017 (Figura 14).

Figura 14. Nivel trófico en ecosistemas dulceacuícolas lóticos



En el caso de los nutrientes como nitrógeno total, se observan tendencias de aumento de este compuesto a lo largo de las campañas, siendo el río Petorca y el Lago Lleu Leu los que presentan la menor tasa de incremento y, además, presentan las menores concentraciones con respecto al resto de los sistemas inferiores a 3.000 y 2.000 mg/l respectivamente (**Figura 15**).

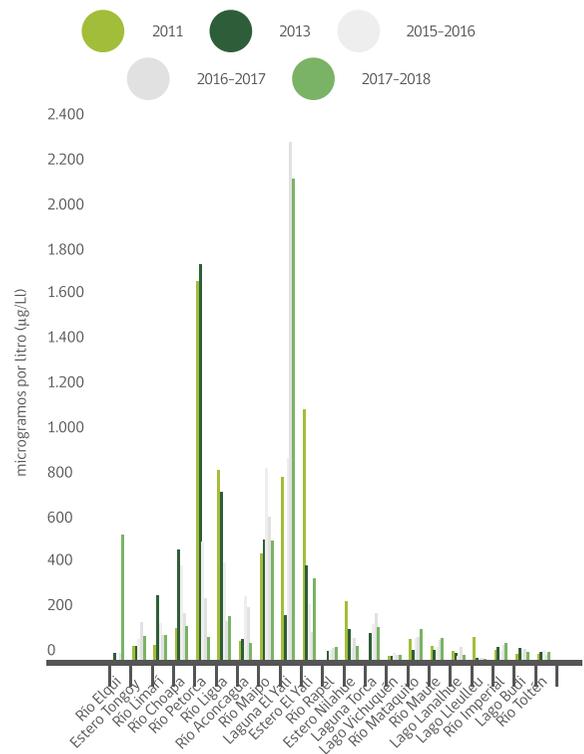
Figura 15. Nitrógeno total en humedales, 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

En el caso del fósforo total se advierte una mayor variabilidad en los resultados del muestreo (**Figura 16**).

Figura 16. Fósforo total en humedales, 2011-2018



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.



2.2.3. Calidad de aguas subterráneas

El monitoreo realizado a nivel nacional por la Dirección General de Aguas (DGA) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios abarca no sólo los recursos superficiales, sino también los cuerpos de agua subterráneos.

La DGA ha realizado diagnósticos de calidad del agua en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Bernardo O'Higgins y Maule, utilizando para ello los pozos de agua potable rural (APR) por tres razones principales: tienen infraestructura para extraer el agua, funcionan constantemente y no presenta problemas de acceso. El índice de calidad de aguas por pozos ha sido elaborado considerando los siguientes parámetros: sólidos disueltos totales, cloro, sulfatos, calcio, sodio, nitratos, arsénico y magnesio. Luego de los análisis fisicoquímicos se evalúa la calidad del agua según los requisitos contenidos en la norma chilena NCh 409/05, y el uso en riego, cuyas condiciones establece la NCh 1333/78 (DGA, 2019b). Así, el agua se califica en distintos niveles de calidad: excepcional, buena, regular, insuficiente e intratable (**Tabla 5**).

La Figura 17 muestra distintos niveles de calidad según categorías descritas en la Tabla 5.

Tabla 5. Categorías del Índice de Calidad de Aguas subterráneas

ÍNDICE DE CALIDAD (IC)	INTERPRETACIÓN
Excepcional	Según recomendaciones de OMS respecto a la calidad del agua de uso humano.
Buena	Norma Chilena con respecto a la calidad de aguas de uso potable.
Regular	Norma para actividad agrícola, y norma chilena de riego.
Insuficiente	Norma para actividad agrícola, y norma chilena de riego.
Intratable	Aguas cuyo tratamiento es posible mediante procesos costoso o complejos.

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2019a.

Los parámetros considerados y las concentraciones de referencia utilizadas para calificar el agua se detallan en la Tabla 6.

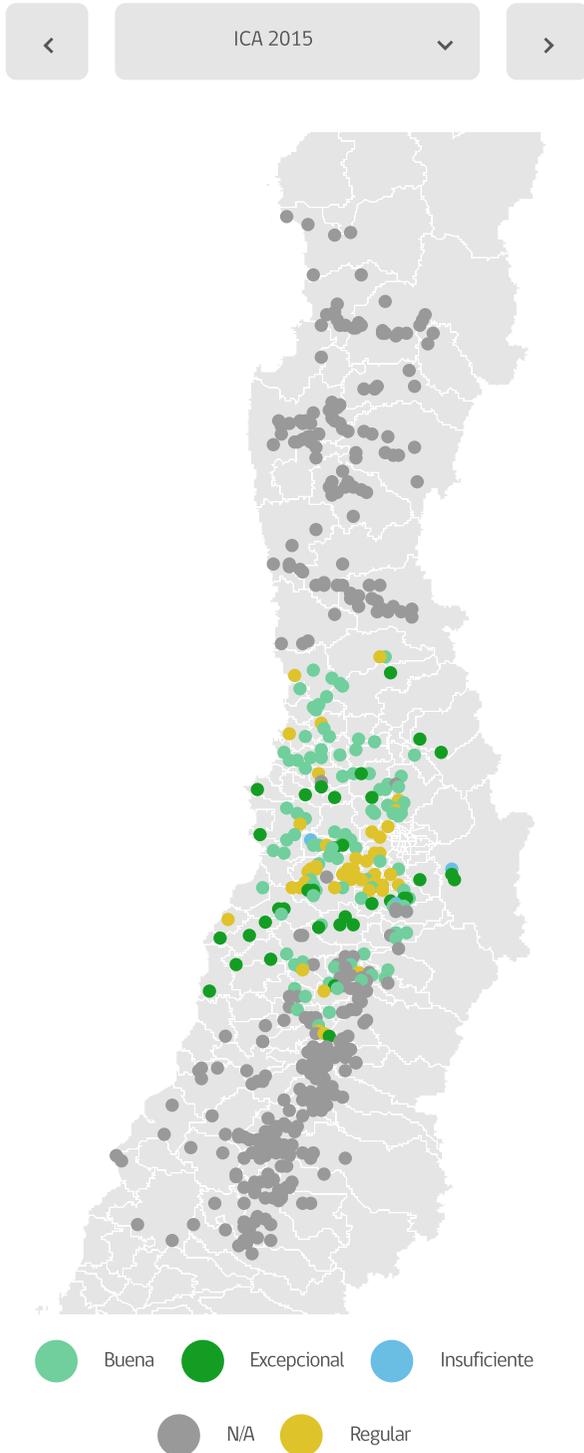
Tabla 6. Parámetros de referencia para el cálculo del índice de Calidad de Aguas

Nº	CLASE	CLORURO (MG/L)	SULFATO (MG/L)	CALCIO (MG/L)	SODIO (MG/L)	MAGNESIO (MG/L)	NITRATO (MG/L)	ARSENICO (MG/L)	SDT (MG/L)
1	Excepcional	250	250	100	200	100	10	0,01	1200
2	Buena	400	500	200	200	125	50	0,01	1500
3	Regular	1064	961	401	920	250	133	0,10	2000
4	Insuficiente	1600	10000	4000	6000	2500	200	4,00	6000
5	Intratable	>1600	>10000	>4000	>6000	>2500	>200	>4,00	>200

 **Download data**

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2019a.

Figura 17. Índice de calidad de agua subterránea en pozo APR, 2015-2018

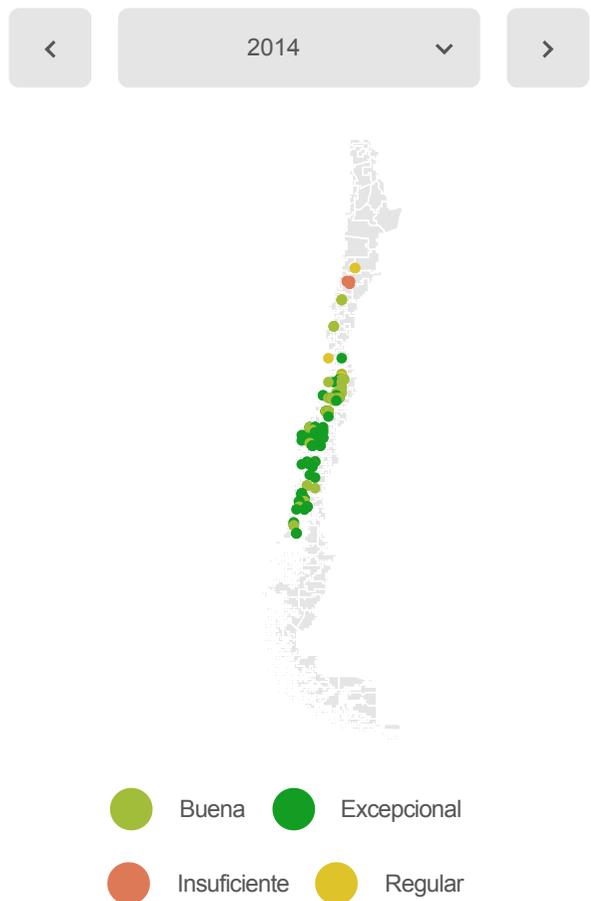


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Con respecto al monitoreo realizado por las Empresas de Servicios Sanitarios a los puntos de captación de agua subterránea, por orden de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), fue posible replicar el cálculo del Índice de Calidad para aquellos puntos de captación que se circunscriben en punteras, norias y sondajes donde se extrae agua subterránea para las principales empresas a nivel nacional.

Para el cálculo de este indicador se utiliza como referencia la metodología del indicador de pozos antes descrito, exceptuando los parámetros relativos a sodio y calcio, puesto que no son medidos dentro del monitoreo de la SISS.

Figura 18. Índice de calidad de agua subterránea en puntos de captación de sanitarias, 2014 -2018

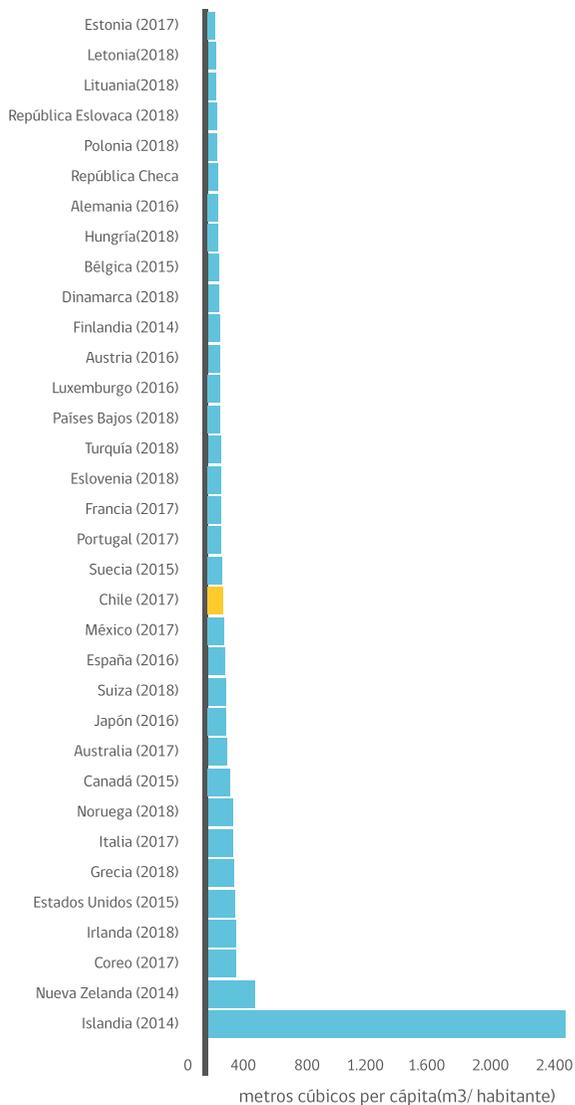


Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3. Agua Potable

Entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Chile se ubica en el lugar número 15 respecto al volumen de agua extraída para suministro de agua potable per cápita, con 94,5 m³ per cápita (**Figura 19**).

Figura 19. Extracción de agua dulce para suministro de agua potable



Fuente: Elaboración propia con datos de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2020.



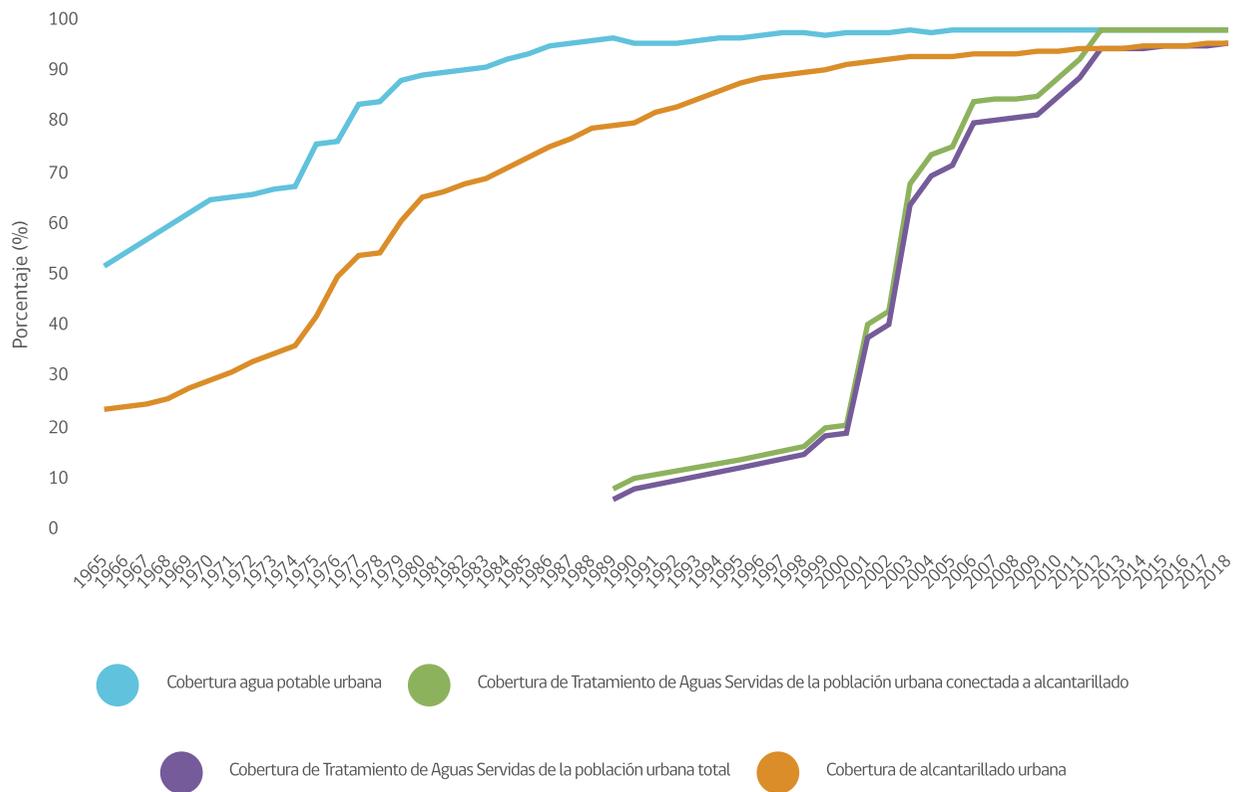
Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo las fuentes para la producción de agua potable son principalmente subterráneas; en la zona central, desde Valparaíso a Los Lagos se trata de fuentes mixtas (superficiales y subterráneas) y en el extremo sur, mayoritariamente corresponden a agua superficial. Un caso particular de fuente de abastecimiento es el agua de mar, equivalente a 1% del total nacional, que se desala en la Región de Antofagasta.

Más de 80% de la población del país habita en zonas urbanas donde los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas son provistos por empresas concesionarias o explotadoras de

concesiones. El informe más reciente del sector, con cierre a diciembre de 2018, da cuenta de la existencia de 58 concesionarias, de las cuales 53 están en operación, abarcando un universo de 5.496.121 clientes (SISS, 2019).

A diciembre de 2018 la cobertura de agua potable, respecto del total de la población urbana que reside en el territorio operacional de las empresas concesionarias, es de 99,93%; la de alcantarillado de 97,17% y la cobertura de tratamiento de aguas servidas, de 99,98% (**Figura 20**).

Figura 20. Coberturas de Agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en áreas concesionadas, 1965-2018



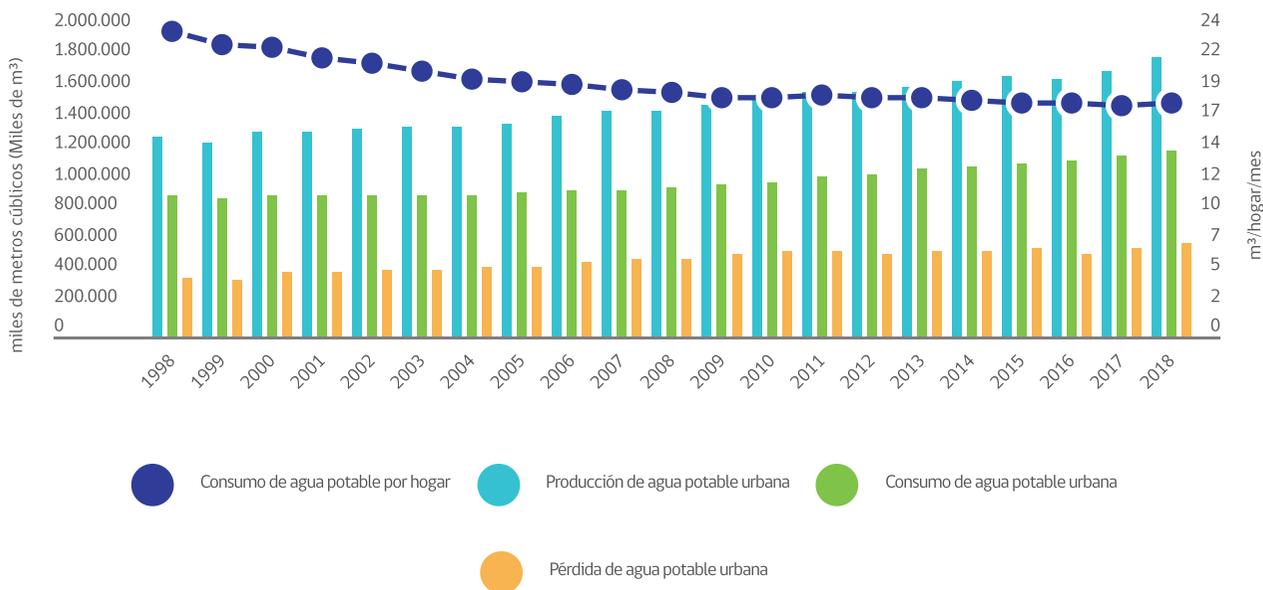
Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3.1. Producción, consumo y pérdida de agua potable urbana

De acuerdo con la información reportada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en 2018 el consumo anual de agua potable en localidades urbanas concesionadas fue de 1.201 millones de m³, lo que se traduce en un consumo promedio de 18,3 m³ por cliente al mes. Esta cifra representa un aumento de alrededor de 3% respecto del año anterior. La producción de agua potable va en constante ascenso: en 2018 totalizó un volumen de 1.740 millones de m³, marcando un incremento de 2,5% en relación con 2017. El consumo de agua (volumen registrado en medidores) es inferior a la producción, por lo que la diferencia entre ambos es considerada como la pérdida de agua. En 2018 esta agua no facturada representó 33,8% del volumen de agua producida (**Figura 21**).



Figura 21. Evolución anual de producción, consumo y pérdida de agua



Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2020.

2.3.2. Cumplimientos de requerimientos de calidad de agua potable (%)

Con el objetivo de verificar que el agua potable cumpla las condiciones estipuladas en la normativa, se realizan monitoreos permanentes, que apuntan tanto a la calidad que tiene que presentar el agua como al muestreo que se debe realizar para verificarla. En 2019, el cumplimiento a nivel nacional en los atributos de muestreo y calidad del agua potable fue de un 97,89% (Tabla 7).

El año 2019, el portal canadiense globehunters publicó un estudio basado en datos del Centro para el Control de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, que destaca a Chile y Costa Rica como los únicos países de Latinoamérica donde es seguro beber agua potable (Globehunters,2019).

Tabla 7. Cumplimiento de requerimientos de agua potable

CATEGORÍA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Calidad	99,60%	98,80%	98,50%	99,50%	99,20%	99,10%	97,16%
Bacteriología	99,90%	99,70%	99,90%	99,90%	99,30%	100%	100%
Cloro libre residual	99,90%	99,80%	99,30%	99,40%	99,70%	97,30%	99,88%
Parámetros críticos	98,30%	98%	97,60%	98,70%	98,90%	99,20%	98,77%
Parámetros no críticos	99,80%	99,80%	99,70%	99,70%	99,50%	99,60%	99,73%
Turbiedad	99,90%	96,50%	96,20%	99,50%	98,70%	99,30%	87,70%
Muestreo	98,80%	97,60%	98,40%	98,90%	98,30%	99,60%	98,61%
Bacteriología	98,90%	94%	99,50%	97,20%	97,60%	99,70%	96,41%
Cloro libre residual	97,20%	98,20%	99,30%	99,40%	97,60%	99,30%	99,15%
Parámetros críticos	99,30%	99,10%	97,60%	98,70%	98,80%	99,40%	98,58%
Parámetros no críticos	99,90%	99,90%	99,70%	99,70%	99,60%	99,70%	99,81%
Turbiedad	98,90%	96,60%	96,20%	99,50%	97,80%	99,70%	99,09%
Total general	99,20%	98,20%	98,50%	99,20%	98,70%	99,30%	97,89%

 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia en base a SISS, 2020.

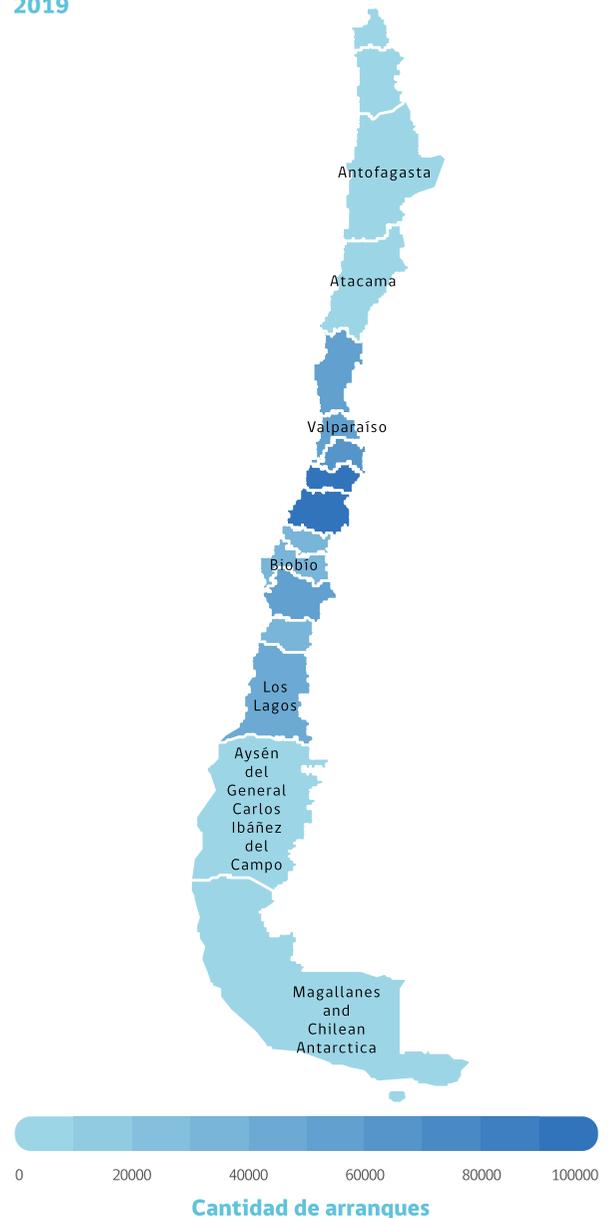
2.3.3. Agua Potable Rural

La principal forma de abastecimiento de agua en áreas rurales de Chile es el Programa de Agua Potable Rural (APR) del Ministerio de Obras Públicas, cuyo objetivo es abastecer y asegurar la calidad del agua según las normas chilenas que rigen para el agua potable. En este programa, las cooperativas y comités de agua potable rural (APR) son las organizaciones sociales que abastecen de este recurso a cada localidad; cada organización está compuesta por un equipo administrativo y uno técnico, que se hacen cargo de la infraestructura, asegurando el acceso continuo de agua.

A diciembre de 2019 se contabilizan 1.939 sistemas de agua potable rural que abastecen a 1.843.919 beneficiarios. Las regiones que tienen mayor cantidad de sistemas APR son Maule (293 sistemas), O'Higgins (253) y Araucanía (221). Por el contrario, entre Arica y Parinacota y Atacama se presenta el menor número de sistemas (Figura 22). Según cifras de la Dirección de Obras Hidráulicas, el año 2019 el Programa de Agua Potable Rural, tuvo una ejecución presupuestaria de 109.754 millones de pesos. Para 2020, la Ley de Presupuestos más ajustes establece una inversión de 158.337 millones de pesos (Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2020).



Figura 22. Sistemas de agua potable rural en Chile, 2019



Nota: arranque corresponde al tramo de la red pública de distribución, comprendido desde el punto de su conexión a la tubería de distribución hasta la llave de paso colocada después del medidor inclusive.

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) 2020.

3. Presiones

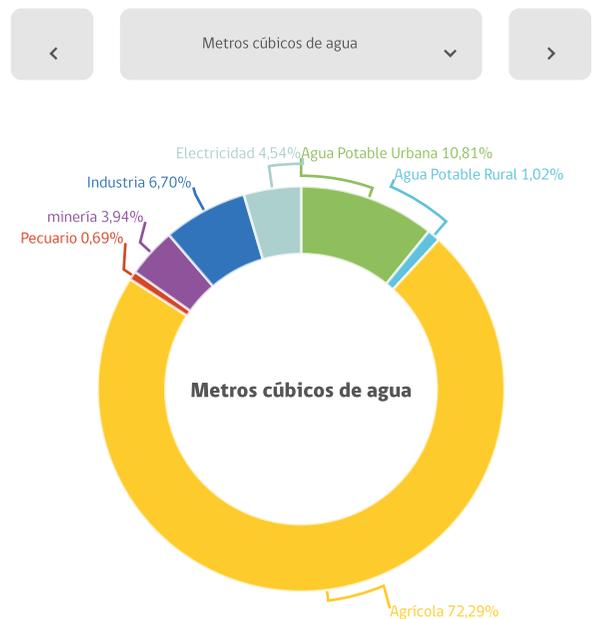
Entre las principales presiones existentes a nivel nacional sobre el recurso hídrico, destacan el uso creciente de agua por parte de los sectores productivos y las emisiones de Residuos Industriales Líquidos (Riles) vertidas en cuerpos de aguas superficiales y subterráneos.



3.1. Demanda y uso de los recursos hídricos

La demanda hídrica se refiere a la necesidad de agua para consumo directo o indirecto en el desarrollo de actividades humanas definidas a través de diferentes usos. La DGA realizó una estimación de este uso para agua potable y para los sectores agrícola, minero, industrial, hidroeléctrico, forestal, acuícola, turístico y ambiental, en todas las regiones del país. Los resultados arrojaron que los sectores que más demandan agua consuntiva, es decir aquella que el titular del derecho de aprovechamiento puede consumir totalmente sin devolverla a la fuente de la cual fue extraída, son: agrícola que explica un 70% de la demanda, Agua potable urbana (11%) y sector industrial (7%). Estos tres sectores demandan cerca del 90% del agua a nivel nacional, equivalente a unos 9,8 mil millones de metros cúbicos de agua al año (**Figura 23**).

Figura 23. Demanda y uso de agua consuntiva por actividad económica, 2015



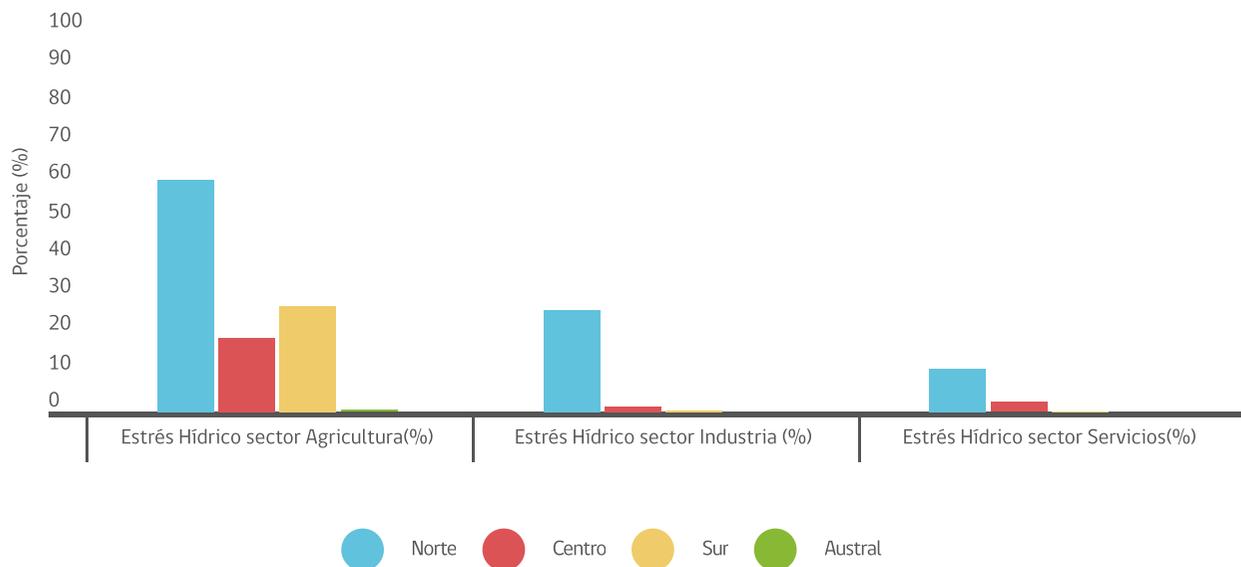
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2018.

3.1.1. Estrés Hídrico

El nivel de estrés hídrico se define como la “extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles”. (Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Para su cálculo se estima la extracción de agua dulce total por todas las actividades económicas (sobre la base de las categorías de la CIU) y se divide por la estimación de los recursos renovables en agua dulce totales, después de haber tomado en cuenta las necesidades hídricas ambientales. En el caso de Chile, los principales sectores, como se ha visto anteriormente, corresponden a la agricultura, silvicultura y pesca; industria de electricidad.

Los resultados presentados en la Figura 24 son coherentes con la información actual sobre la disponibilidad del recurso hídrico relacionada a la diversidad geográfica del país, evidenciando un mayor estrés hídrico en la macrozona norte y un casi nulo estrés en la macrozona austral. Se observa que, en relación con el sector de agricultura, la zona norte presenta un 62% de estrés hídrico, seguido por un 28% que curiosamente se presenta en la zona sur. En la zona central en cambio, se presenta el menor porcentaje de estrés hídrico. Respecto a los sectores industrias y servicios, de igual forma se evidencia que la zona norte representa el estrés hídrico más significativo con 26% y 12% respectivamente (FAO, 2018).

Figura 24. ODS 6.4.2. Nivel de estrés por escasez de agua :Extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles



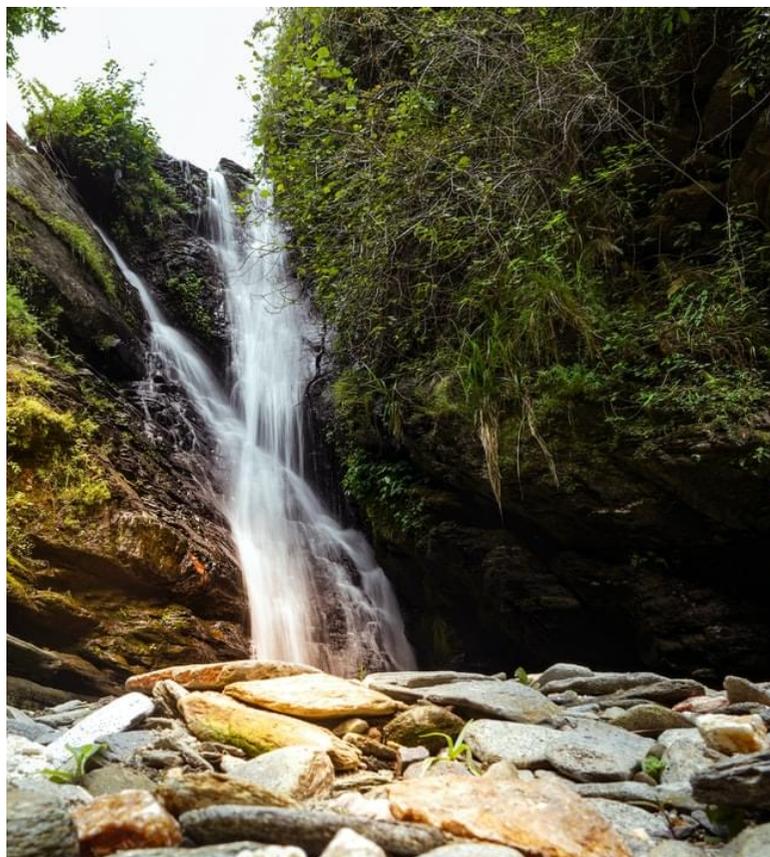
Fuente: Elaboración propia con datos de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Dirección General de Aguas (DGA) , 2018.

3.1.2. Derechos de agua

En Chile, para utilizar agua de origen superficial o subterráneo es necesario contar con un derecho de aprovechamiento de agua. Este derecho consiste en la facultad de usar y gozar del recurso conforme con los requisitos indicados en el Código de Aguas. Existen dos tipos de derechos de aprovechamiento de aguas: consuntivo² y no consuntivo³

De acuerdo con las cifras reportadas por la DGA, a nivel nacional existen alrededor de 130 mil derechos de agua concedidos, de los cuales cerca de 56 mil corresponden a derechos de agua superficiales y 60 mil subterráneos de tipo consuntivo. El universo restante, que asciende a 13 mil derechos de aprovechamiento son de carácter no consuntivo.

Respecto al otorgamiento por actividad económica, el 56% de los derechos de agua son usados en agricultura, mientras que alrededor del 15% es destinado a bebida o uso doméstico. Caso similar muestran los derechos de aguas subterráneas donde prima el otorgamiento en agricultura y uso doméstico.

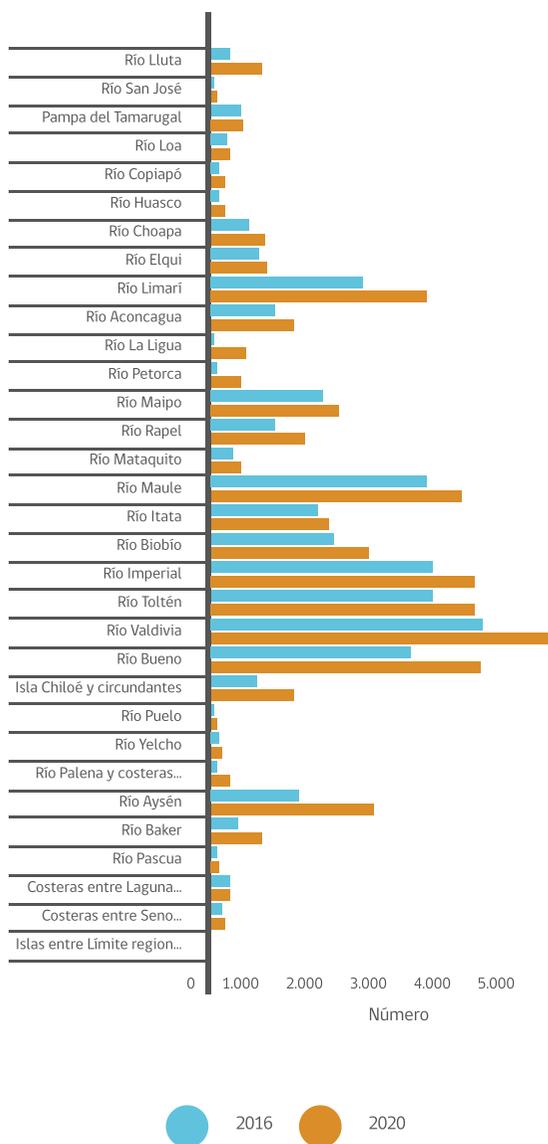


[2] Derecho de aprovechamiento consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad.

[3] Es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho.

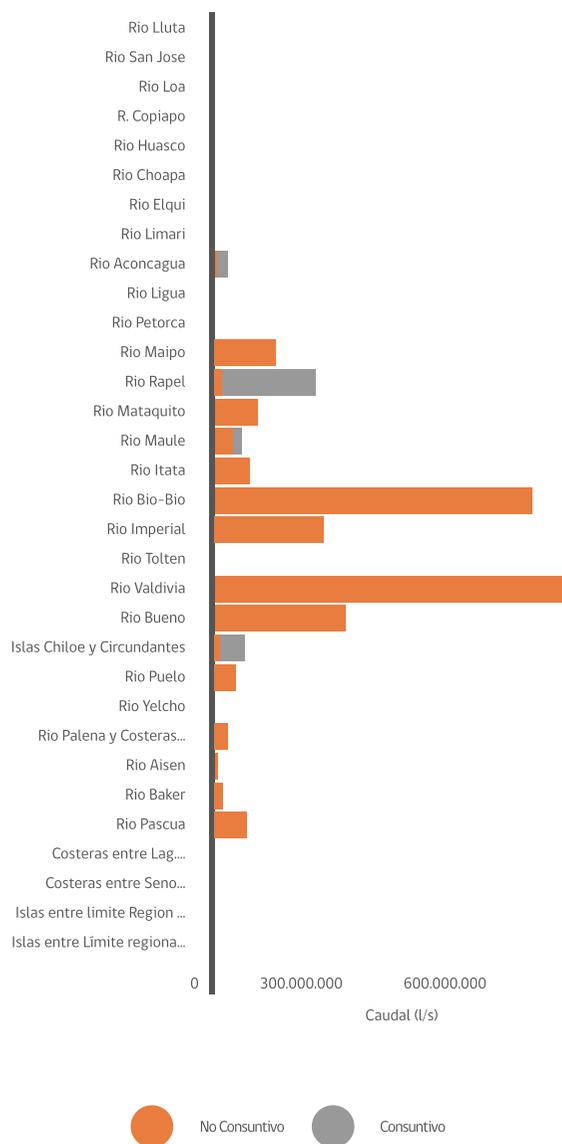
Entre 2016 y 2020 el número de derechos de agua otorgados ha aumentado en todas las cuencas, a excepción de Islas entre el límite regional, canal Ancho y estrecho de La Concepción, en la Región de Magallanes. Este incremento ha sido de diez veces para la cuenca del río La Ligua y de cuatro veces en el caso del río Petorca (Figura 25).

Figura 25. Cantidad de derechos de agua por cuenca, 2016 y 2020



Respecto al caudal otorgado mediante derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, las cuencas donde existen mayores caudales a enero de 2020 son los ríos Biobío, Valdivia y Bueno con 288 mil, 95 mil y 50 mil litros por segundo de agua, respectivamente. Estos valores consideran la suma de los caudales inscritos por titulares autorizados por la DGA (Figura 26).

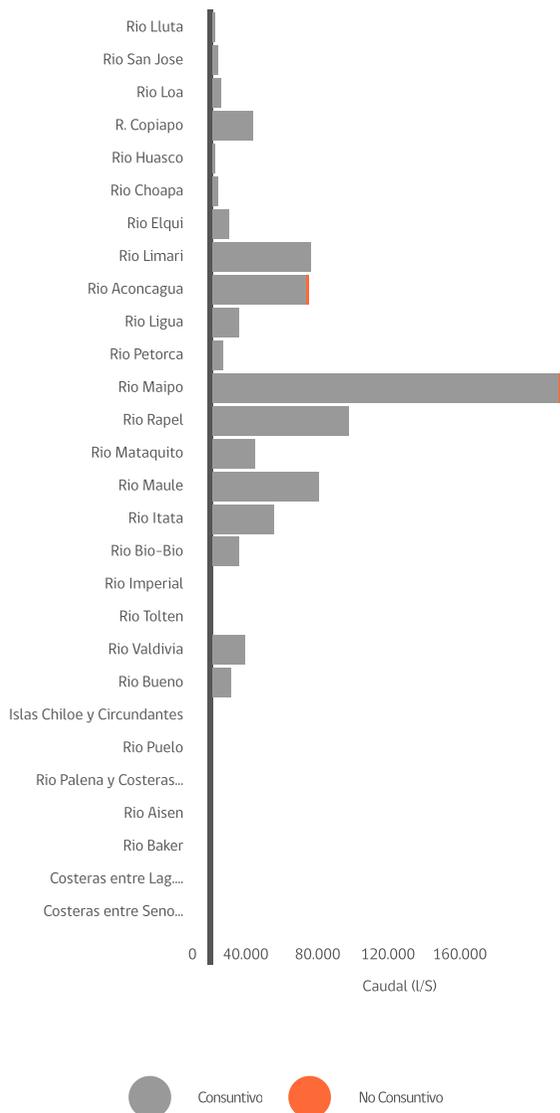
Figura 26. Caudal otorgado en derechos de agua superficiales por cuenca y tipo



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Por otra parte, en relación con los derechos de aguas subterráneas (**Figura 27**) las cuencas en las que se ha otorgado mayores caudales para el aprovechamiento de aguas son Río Maipo, Rapel y Maule con aproximadamente 191.443, 74.927 y 58.686 litros por segundo respectivamente.

Figura 27. Caudal otorgado en derechos de agua subterráneos por cuenca y tipo



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

3.2. Emisiones a cuerpos de agua

Las emisiones hacia cuerpos de agua son reguladas a través de distintos decretos que rigen según la naturaleza del cuerpo de agua receptor. Las emisiones a cuerpos de agua superficiales y marinas son reglamentadas por el decreto supremo N°90/2000, mientras que las descargas a aguas subterráneas están normadas por el decreto supremo 46/2002.

Parámetros que son determinantes en el estado de los ecosistemas son los nutrientes (nitrógeno y fósforo totales), hidrocarburos totales y metales pesados como

plomo, arsénico y mercurio. Respecto al nitrógeno y fósforo totales, la actividad económica con mayores emisiones es la de suministro y tratamiento de aguas, explicadas fundamentalmente por las emisiones de plantas de tratamiento de aguas servidas. En cuanto a los hidrocarburos totales, alrededor del 80% es retornado a fuentes de aguas marinas y continentales a través de la actividad de generación de energía. En el caso de metales pesados, los sectores que emiten mayor cantidad de arsénico, mercurio y plomo son la pesca y la generación de energía (**Figura 28**).

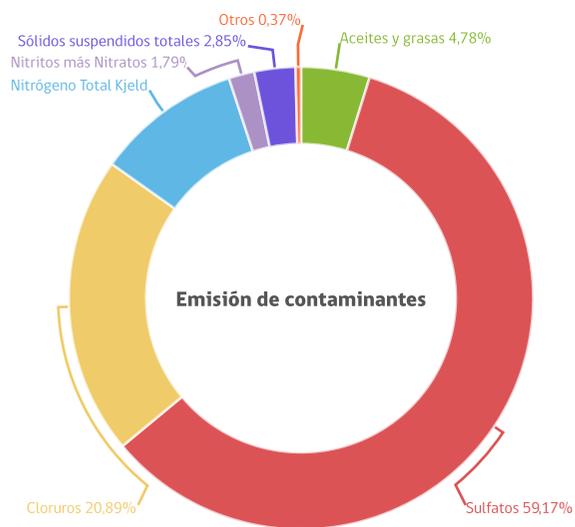
Figura 28. Emisiones de contaminantes en aguas superficiales por actividad económica, 2018



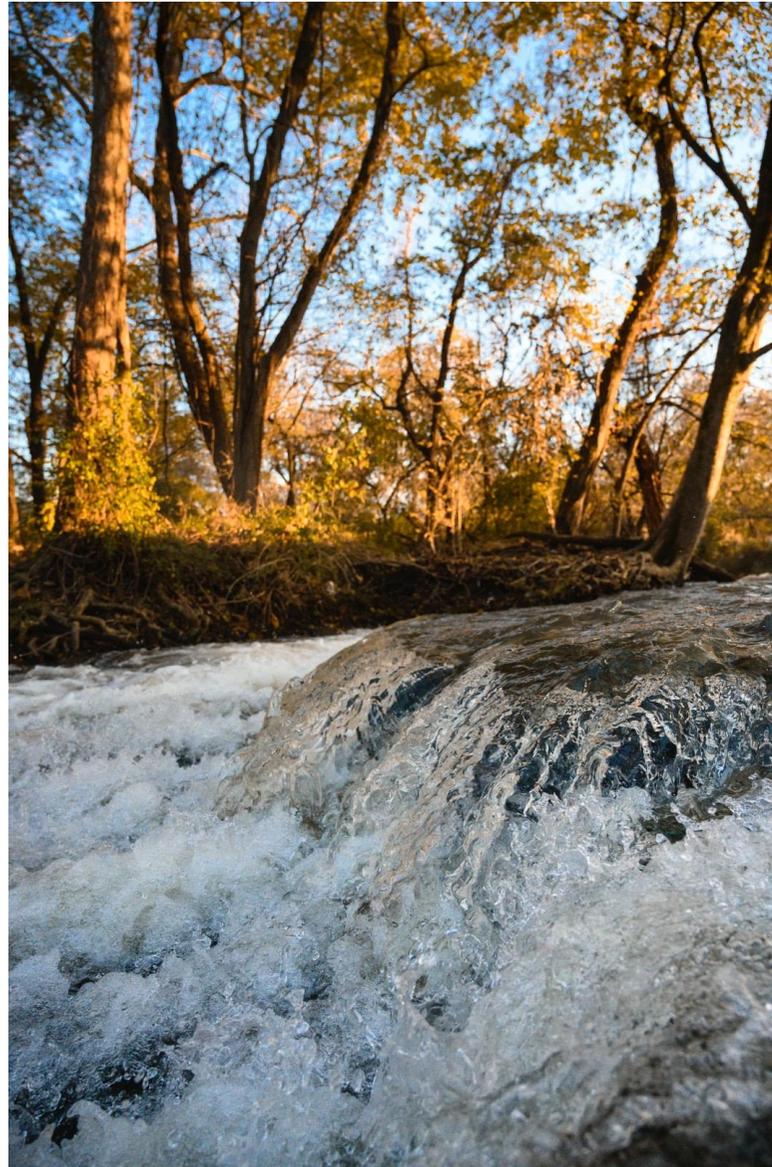
Fuente: Elaboración propia con datos de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), 2020.

Los contaminantes emitidos en mayor proporción a aguas subterráneas para el año 2018 son sulfatos, con 312 toneladas (59% del total), cloruros, con 110 toneladas (21%) y nitrógeno total, con 53 toneladas, equivalentes al 10% del total de emisiones (**Figura 29**).

Figura 29. Emisiones de contaminantes en aguas subterráneas por actividad económica, 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), 2020.



4. Respuestas

4.1. Acciones para contrarrestar la escasez hídrica

Entre las principales medidas implementadas para mitigar la escasez hídrica a nivel nacional, figura el suministro de agua por parte de camiones aljibe que hoy en día abastecen a gran parte de las zonas rurales.

Igualmente destaca la instalación de nuevas fuentes de agua potable, mediante la construcción de plantas desaladoras que tratan el agua de mar, instaladas mayoritariamente en la zona norte y centro del país.

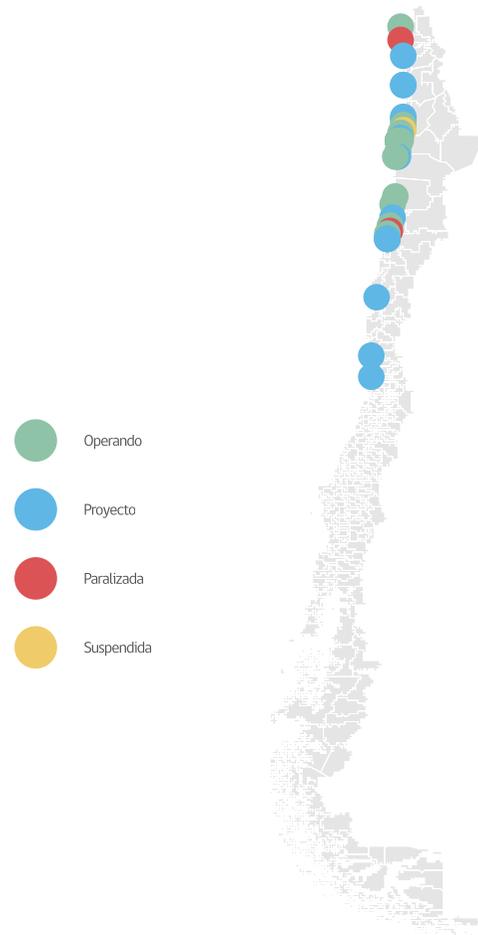


4.1.1. Plantas desaladoras

Las plantas desaladoras de agua se han convertido en una alternativa que permite explotar nuevas fuentes de agua y asegurar el suministro tanto para el consumo humano como para actividades productivas. En Chile, las plantas se destinan al abastecimiento de agua potable para la población, para la minería y para el enfriamiento de las turbinas de centrales termoeléctricas. Según un catastro del Ministerio de Minería⁴, a diciembre de 2019 se encuentran operando 18 plantas alcanzando una capacidad desaladora cercana a 6000 l/s. De ellas, 4 son para abastecimiento de agua potable, mientras que los 14 restantes son para minería principalmente de cobre, acero, hierro y yodo. Adicionalmente, existen 18 proyecto de plantas que se encuentran en etapa de construcción (4) o como proyecto donde se está evaluando su factibilidad (14) por medio de Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental (DIAS o EIAS) (**Figura 30**).

Estas plantas captan agua, eliminan la sal, agrega minerales dejando el agua disponible para las personas a través de un proceso denominado osmosis inversa, donde el agua es sometida a alta presión y se enfrenta a membranas semipermeables que retienen la sal. El líquido que atraviesa la membrana sin sal entra a un proceso de tratamiento donde el agua queda disponible para su distribución.

Figura 30. Plantas desalinizadoras en Chile, año 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Minería (MinMinería), 2020.

[4] <http://www.mineriaabierta.cl/mapa/es>

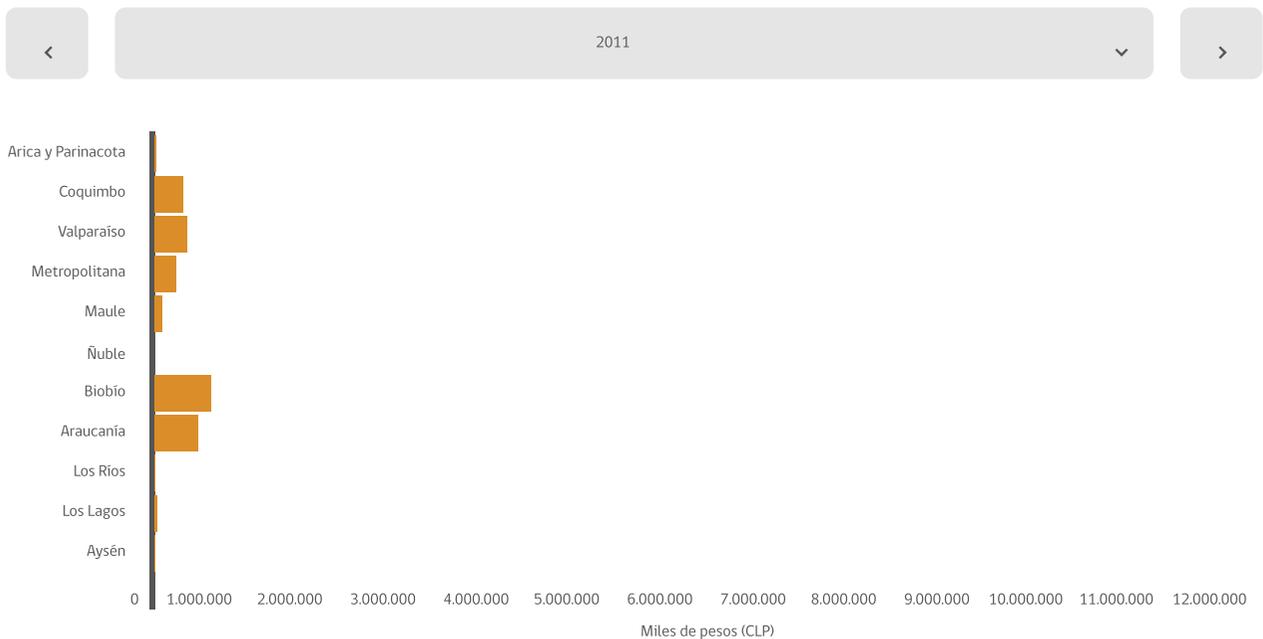
4.1.2. Camiones aljibe

El sistema de suministro de agua potable mediante camiones aljibe comprende la captación de agua, su traslado y entrega en el punto de distribución, cumpliendo con la calidad establecida en el reglamento del Ministerio de Salud (2018) sobre condiciones sanitarias para la provisión de este servicio.

En el período 2011-2019 la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi) destinó poco más de 132 mil

millones de pesos al abastecimiento de agua mediante camiones aljibe (**Figura 31**). Sin embargo, este monto posiblemente no represente el total, debido a que las intendencias regionales y las gobernaciones provinciales, a cargo de realizar estas contrataciones, podrían haber suplementando dichos gastos. Además, desde 2018 hay regiones que realizan la solicitud de recursos por déficit hídrico directamente a la Subsecretaría del Interior, por lo que no estarían incluidos en el monto de Onemi.

Figura 31. Recursos gestionados para el abastecimiento de agua por camiones aljibe, 2011-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio de Interior (ONEMI), 2020.

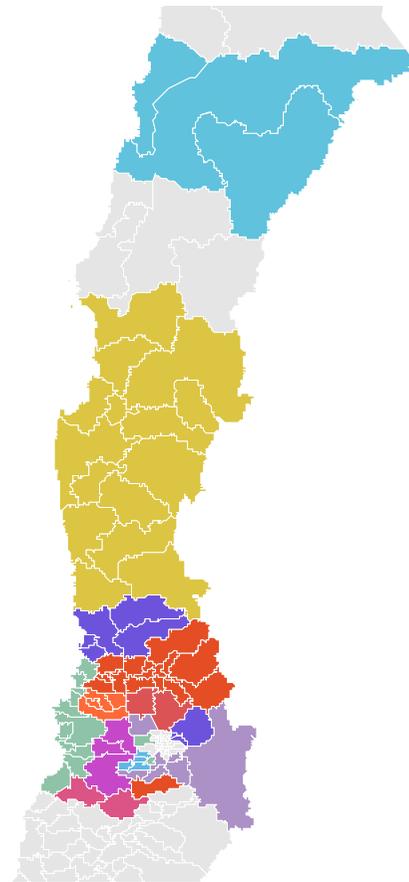
4.2. Principales medidas de protección y conservación de los recursos hídricos

4.1.2. Decretos de escasez

Los decretos de escasez hídrica emanados por la Presidencia de la República comenzaron a implementarse el año 2008 con el objeto de proveer a usuarios del agua y a la población en general de herramientas que les permitan distribuir de mejor manera el recurso en aquellas localidades donde escasea. Las medidas pueden contemplar desde la limitación de autorizaciones para extracción de agua, la redistribución del recurso entre usuarios de una cuenca, hasta la entrega de fondos de emergencia a la población afectada. Estos decretos son emitidos cuando se cumplen criterios que permiten verificar la condición de sequía en una determinada zona, ya se trate de una comuna, una provincia o una región completa. Estos criterios se vinculan con parámetros objetivos de tipo hidrológico, como son el índice de precipitación estandarizada (IPE) y el índice de caudales estandarizados (ICE), que consideran diferentes umbrales dependiendo de la zona.

A noviembre del año 2020 hay vigentes 16 decretos de escasez hídricas que abarcan 79 comunas del país, cubriendo un área de 104.034 km², en la cual existe una población rural de 573.612 habitantes. Estos instrumentos tienen una vigencia de 6 meses y abarcan unidades administrativas a diferentes escalas, ya que puede decretarse una comuna, a una región completa (**Figura 32, Tabla 8**).

Figura 32. Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

Tabla 8. Decretos de escasez hídrica vigentes a noviembre de 2020

Nº DECRETO	ZONA DECRETADA	ÁREA (KM2)	POBLACIÓN RURAL
72	Región de Coquimbo	40634	142470
73	Comunas de Curacaví, María Pinto, Melipilla	2431	58045
81	Provincia de Petorca	4596	25587
82	Comunas de Colina y Tiltil	1623	34431
85	Comuna de Lampa	450	21273
90	Comunas de Padre Hurtado, Peñaflores, Talagante El Monte	393	35565
92	Provincia de Valparaíso y San Antonio	3533	37031
95	Comunas de San Pedro y Alhué	1637	13386
100	Provincias de San Felipe de Aconcagua, Quillota y Los Andes	6827	84757
102	Comunas San José de Maipo, Puente Alto, Pirque, San Bernardo, Buin e Isla de Maipo	6075	49890
108	Comuna de Pudahuel	198	4155
109	Provincia de Marga Marga	1158	15524
118	Comuna de Paine	676	26006
125	Comunas de Lo Barnechea, Vitacura y las Condes	1152	2699
131	Comuna de Calera de Tango	73	13847
132	Provincia de Copiapó	32577	8946
	16 decretos que aplican sobre 79 comunas	104.034	573.612

 **Download data**

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.2.2. Áreas de restricción de aguas subterráneas

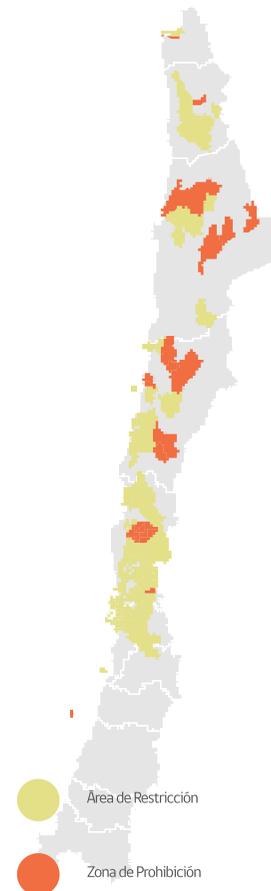
Esta es una medida de carácter preventivo para la protección de acuíferos y los derechos de aprovechamiento ya constituidos dentro del mismo, limitando la extracción de agua desde un sector hidrológico de aprovechamiento común (SHAC) que ha presentado un descenso significativo en los niveles de agua del acuífero. Actualmente existen 146 sectores declarados como áreas de restricción a nivel nacional, los cuales abarcan alrededor de 92.000 km², siendo las regiones de Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins las que cubren una mayor superficie con 18.770, 10.438 y 8.449 km² respectivamente (**Figura 33**)

4.2.3. Zonas de prohibición de aguas subterráneas

La declaración de zonas de prohibición es una medida legal de protección de un determinado acuífero, cuyo objeto es impedir un mayor deterioro del sistema a través de la prohibición del otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento en esa área. A diferencia del área de restricción, esta declaración se implementa cuando la disponibilidad del recurso hídrico se encuentra totalmente comprometida tanto de forma definitiva o provisional, por lo que se prohíbe el otorgamiento de nuevos derechos.

Dentro de las zonas de prohibición de aguas subterráneas, las mayores extensiones se encuentran en las regiones de Atacama y Coquimbo, en las cuencas de Atacama, Sierra Gorda, Copiapó, Coquimbo y Salar de Punta Negra (**Figura 33**).

Figura 33. Áreas de restricción y zonas de prohibición de explotación de aguas subterráneas, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.2.4. Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

Es un instrumento que permite señalar que la fuente natural de agua superficial respectiva (río, lago, laguna u otro), se agotó la disponibilidad del recurso hídrico para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento

de aguas superficiales de tipo consuntivo y ejercicio permanente, de acuerdo con los alcances establecidos en el Código de Aguas (**Tabla 9**).

Tabla 9. Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

FECHA	RESOLUCIÓN DGA	NOMBRE	REGIÓN
19-01-2005	DGA 72	Río Grande y Río Limari y sus afluentes	Coquimbo
08-10-2004	DGA 1432	Río Choapa y sus afluentes	Coquimbo
27-09-1983	DGA 383	primera seccion Río Mapocho y sus afluentes	Metropolitana
21-04-1994	DGA 158	Río Diguillin y sus afluentes	Bío Bío
25-08-1952	DGA 1858	Río Laja desde sus nacientes y bocatoma c.siberia	Bío Bío
22-05-1985	DGA 209	primera seccion Río Aconcagua	Valparaíso
13-09-2004	DGA 1278	Río Putaendo y sus afluentes	Valparaíso
25-05-2009	DGA 1515	Río Elqui y sus afluentes	Coquimbo
14-03-2016	DGA 24	Río Huasco y sus afluentes	Atacama
24-01-2000	DGA 197	Río Loa y sus afluentes	Antogasta
11-05-2016	DGA 44	Río San Pedro y sus afluentes	Antofagasta
14-03-2016	DGA 25	Río Claro de rengo y sus afluentes	O'Higgins
05-11-1999	DGA 894	Estero Chimbarongo y sus afluentes	O'Higgins
16-03-1983	DGA 80	primera sección Río Tinguiririca y sus afluentes	O'Higgins
12-04-2017	DGA 03	Río Vilama y sus afluentes	Antofagasta

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General de Aguas (DGA), 2020.

4.3. Instrumentos Regulatorios, Normativos y de Control recientes o en desarrollo

4.3.1. Plan Nacional de Protección de Humedales (2018-2022)

Este plan busca contribuir a detener la pérdida y degradación de estos valiosos ecosistemas de Chile. En primera instancia el programa contempla un portafolio de 40 humedales priorizados para proteger en el periodo 2018-2022, los cuales se asocian a distintas figuras de protección para garantizar la conservación de la biodiversidad y su patrimonio natural. El año 2019 se protegieron más de 190 mil hectáreas de humedales gracias a este plan, destacando humedales como: Zaino-Laguna El Copín (Región de Valparaíso), Santuario de la Naturaleza El Natri (Biobío), humedales costero Carrizal Bajo (Atacama), humedal Río Maipo (Valparaíso), humedales Río Maullín (Los Lagos), Santuario de la Naturaleza Bahía Lomas (Magallanes), humedal de la cuenca de Chepu y humedal Salinas de Pullally de Longotoma (Valparaíso).



4.3.2. Ley de protección humedales urbanos

El 23 de enero del año 2020 fue promulgada la Ley de Protección de Humedales Urbanos (Ley 21.202, Ministerio del Medio Ambiente) que establece la protección y preservación los humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del radio urbano, ya que estos ecosistemas son claves para la conservación de la biodiversidad, combatir el cambio climático y para el desarrollo sustentable de las ciudades (MMA, 2020).

Las principales medidas que considera esta nueva Ley son:

- La declaración de oficio o a petición del municipio, el cual podrá solicitar al MMA el reconocimiento de la calidad de humedal urbano, para poder iniciar el proceso de protección.

- Un reglamento que define criterios, mínimos para sustentabilidad de humedales urbanos, a fin de resguardar sus características ecológicas y su funcionamiento y de mantener el régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo.

- La creación de nuevas causales para el ingreso de proyectos o actividades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, específicamente pensado en la protección de humedales urbanos.

- El Ministerio del Medio Ambiente, tiene la facultad de declarar la protección del humedal a través del municipio.

- Reforma de la ley General de Urbanismo y construcciones (DFL 458) para efectos de incluir los humedales urbanos en los instrumentos de planificación territorial.

Actualmente el Ministerio del Medio Ambiente está ad portas de la promulgación del reglamento que permitirá la implementación efectiva de esta ley a lo largo del territorio nacional.



4.3.3. Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Huasco

Esta iniciativa deriva de los compromisos ambientales impulsados por el Consejo para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS) de Huasco.

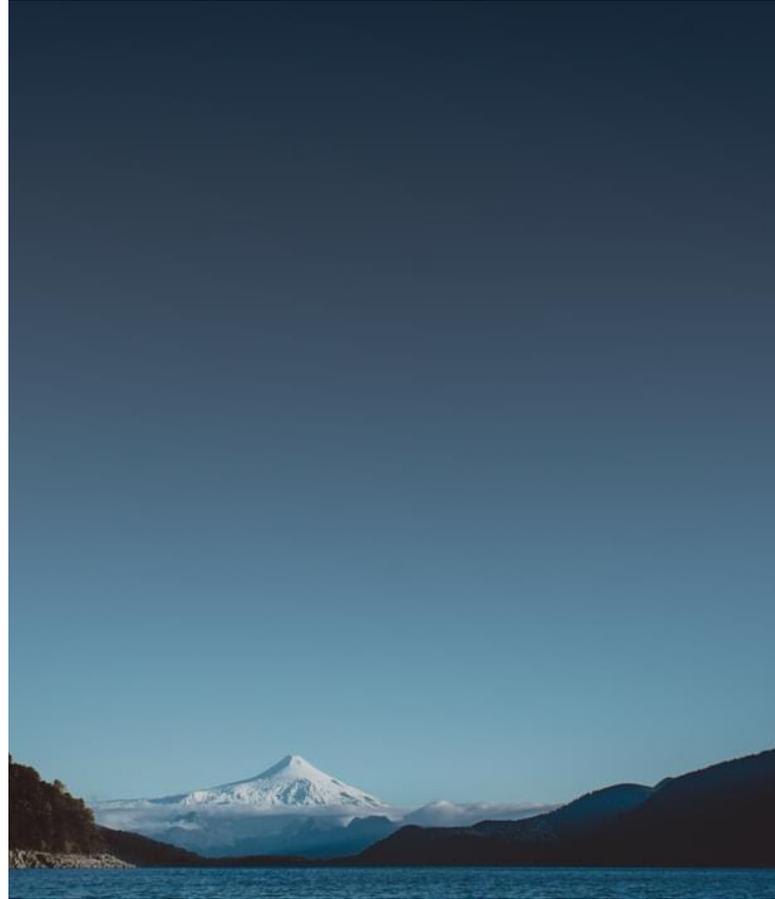
En mayo de 2020, El Ministerio del Medio Ambiente publicó el Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del río Huasco. El objetivo de la norma es resguardar los ecosistemas acuáticos de dicha cuenca, mediante el establecimiento de valores permitidos para elementos o sustancias presentes en las aguas, que aseguren la mantención o recuperación de la calidad de sus aguas superficiales.



Anteproyecto del Plan de Descontaminación de la cuenca del Lago Villarrica

Este será el primer Plan de Descontaminación para un lago en Chile y se aplicará en la cuenca del Lago Villarrica, declarada zona saturada por clorofila a, transparencia y fósforo disuelto. En este plan se contemplan medidas para el control de emisiones de fuentes puntuales como pisciculturas y plantas de tratamiento de aguas servidas, y también de fuentes difusas como aguas residuales sin saneamiento, usos de suelo silvoagropecuario o coberturas de suelo urbano estableciendo medidas como normas de emisión de residuos líquidos específicas para fuentes puntuales localizadas en la cuenca, programas de reforestación de vegetación ripariana con especies nativas entre otras medidas.

Por último, otros avances considerados por el Ministerio del Medio Ambiente en torno a los ecosistemas acuáticos son la revisión de la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (decreto supremo N°46 de 2002) y la norma de emisión de residuos líquidos a aguas superficiales (decreto supremo N°90 de 2000) y la protección de la calidad de las aguas de otras cuencas del país como los ríos Aconcagua, Valdivia, Rapel y lagos norpatagónicos del sur de Chile.



Referencias

- Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Dirección General de Aguas (CEDEUS-DGA). 2020. Implementation of SDG indicators 6.3.2 in Chile: Proportion of bodies of water with Good ambient water quality. CEDEUS Technical Report, Santiago, Chile.
- Centro de ecológica Aplicada y Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2016B. Red de Monitoreo ambiental de ecosistemas acuáticos de Chile: Insumos para la plataforma de humedales.
- Edáfica.2020. Catastro de humedales urbanos y actualización catastro nacional de humedales.
- Cristi Oscar.27 de mayo de 2020. Seminario Economía circular: una herramienta para mejorar los servicios y la gestión del agua. [Diapositiva de PowerPoint]. <https://bit.ly/2M7GUq8>
- Davidson, N, C.2014.How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wtland área. Marine and freshwater research, 65 (10) 934-941.
- Dirección General de Aguas (DGA).2016. Atlas del agua Chile 2016.Obtenido el 15 enero de 2020 de <https://snia.mop.gob.cl/sad/REH5648.pdf>
- Dirección General de Aguas (DGA).2017. Metodología para actualización del balance hídrico nacional. Obtenido el 10 marzo de 2020 de <https://snia.mop.gob.cl/sad/MTD5743.pdf>
- Dirección General de Aguas (DGA). 2019a. Seguimiento de la calidad del agua subterránea-Fuentes pozos APR región de Valparaíso, 2018. Obtenido el 20 julio de 2020 de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5847.pdf>
- Dirección General de Aguas (DGA).2019b. Boletín sobre Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Obtenido en 10 de marzo de <https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin%2012%20Diciembre.pdf>

- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2020, Programa de Agua Potable Rural, <http://www.doh.cl/APR/AcercadeAPR/Paginas/inversion.aspx>
- Fundación Chile. 2019. Escenarios hídricos 2030-EH2030. Transición Hídrica: El futuro del Agua en Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- Globehunters. 2019. Mapa de sitios donde es seguro tomar agua potable, 2019. Obtenido en noviembre de 2020 en <https://www.globehunters.ca/blog/safe-tap-water.htm>
- Latuz-Abarzúa H, Peralta J.M., Araya E., 2020, Red de monitoreo: estado, tendencias y pronóstico para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas acuáticos y su integración con políticas públicas. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica (SOCHID). <http://www.sochid.cl/publicaciones-sochid/cchiasa/ii-cchiasa/ii-cchiasa-presentacion-01/>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2020. Mesa Nacional del Agua: primer informe. Obtenido el 15 de abril de 2020 de https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018a. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022.

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA).2020. Cuenta pública participativa 2019 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio de Salud (MINSAL).2018. Reglamento sobre condiciones sanitarias para la provisión de agua potable mediante el uso de camiones aljibes. Obtenido en julio de <https://legislacion-oficial.vlex.cl/vid/decreto-num-41-publicado-702852085>
- Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2018. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/642/es/>
- Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2019. Fortalecimiento de capacidades en la medición y reporte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los países de América del Sur - Informe de resultados Chile Preparado por: Eyleen Barrales Carvajal. <http://www.fao.org/3/ca9122es/CA9122ES.pdf>
- Rojas M. et al P.Aldunance, L. Farías, H. González, P. Marquet, J.C.Muñoz, R.Palma- Behnke, A. Stehr y S. Vicuña (editores).2019.Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).2018. Informe de Gestión del sector Sanitario 2018. Obtenido en abril de 2020 de https://www.siss.gob.cl/586/articles-17722_recurso_1.pdf