



**BANCO MUNDIAL**  
BIRF • AIF



**GWSP**  
GLOBAL WATER  
SECURITY & SANITATION  
PARTNERSHIP

# **EL AGUA EN CHILE**

## ELEMENTO DE DESARROLLO Y RESILIENCIA

**2021**  
AGOSTO

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

## **Acerca de la Práctica Global de Agua**

Fundada en el 2014, la Práctica Global de Agua del Banco Mundial reúne herramientas de financiación, conocimiento e implementación en una plataforma. Este modelo potencia las soluciones dirigidas al crecimiento sostenible de los países, a través de la combinación del conocimiento global del Banco y la inversión.

Visite nuestra página electrónica: [www.worldbank.org/water](http://www.worldbank.org/water) o síganos en Twitter: [@WorldBankWater](https://twitter.com/WorldBankWater).

## **Acerca de GWSP**

Esta publicación recibió el apoyo de la Asociación Global de Seguridad del Agua y de Saneamiento (Global Water Security & Sanitation Partnership [GWSP]). GWSP es un fondo fiduciario de múltiples donantes, administrado por la Práctica Global de Agua del Banco Mundial, que cuenta con el apoyo del Departamento de Relaciones Exteriores y Comercio del Gobierno de Australia, el Ministerio Federal de Finanzas de la República de Austria, la Fundación Bill y Melinda Gates; el Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca, el Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos; la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional; la Secretaría de Estado de Economía de Suiza; la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación; y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Visite nuestra página electrónica: [www.worldbank.org/gwsp](http://www.worldbank.org/gwsp) o síganos en Twitter: [@TheGwsp](https://twitter.com/TheGwsp).

# **EL AGUA EN CHILE**

## ELEMENTO DE DESARROLLO Y RESILIENCIA

**2021**  
AGOSTO

© 2021 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento /  
Banco Mundial  
1818 H Street NW, Washington DC 20433  
Teléfono: 202-473-1000; sitio web: [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)

Esta obra ha sido realizada por el personal del Banco Mundial con contribuciones externas. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Banco Mundial, de su Directorio Ejecutivo, ni de los países representados por éste.

El Banco Mundial no garantiza la veracidad de los datos que figuran en esta publicación. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en las mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

Nada de lo establecido en este documento constituirá o se considerará una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades del Banco Mundial, los cuales se reservan específicamente en su totalidad.

## **Derechos y autorizaciones**

La obra debe citarse de la siguiente manera: Banco Mundial. 2021. "El Agua en Chile: Elemento de Desarrollo y Resiliencia" Banco Mundial, Washington, DC.  
Toda consulta sobre derechos y licencias deberá enviarse a la siguiente dirección: World Bank Publications, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA;  
e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

Fotos de la portada: Galyna\_Andrushko - Freepik.com

Diseño de la portada: Álvaro José Silva Bucheli

# Contenido

Prólogo y Agradecimientos.....	6
Resumen Ejecutivo.....	8
<b>1. RECURSOS HÍDRICOS Y CONTEXTO NACIONAL.....</b>	<b>11</b>
1.1. El papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de Chile.....	12
1.2. Un nuevo escenario en la gestión de los recursos hídricos en Chile.....	16
1.3. Medidas extraordinarias implementadas con ocasión del COVID-19.....	21
<b>2. ANÁLISIS DEL SECTOR DEL AGUA. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO .....</b>	<b>22</b>
2.1. Zonas urbanas. Situación actual y desafíos .....	23
2.2. Zonas rurales. Situación actual y desafíos .....	25
<b>3. ANÁLISIS DEL SECTOR DEL AGUA. GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>30</b>
3.1. Características de los recursos hídricos .....	31
3.2. Marco jurídico e institucional, y gestión de los recursos hídricos .....	32
3.3. Aprovechamientos y desafíos.....	34
3.4. Resiliencia y cambio climático .....	37
<b>4. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS .....</b>	<b>39</b>
4.1. Gestión de los recursos hídricos.....	40
y resiliencia.....	40
4.1.1. Aspectos legales.....	40
4.1.2. Aspectos institucionales .....	41
4.1.3. Desarrollo de infraestructura .....	43
4.1.4. Planes en temas específicos .....	45
4.2. Servicios de APS.....	47
<b>5. LECCIONES APRENDIDAS EN EL CASO DE CHILE .....</b>	<b>49</b>
Referencias.....	54

## >>> Prólogo y Agradecimientos

Este documento se ha elaborado dentro del marco de una asistencia técnica no reembolsable que se realizó en el periodo Julio de 2019–Marzo 2021, enfocado en el intercambio de conocimiento entre la Práctica Global de Agua del Banco Mundial y el Gobierno de Chile. La asistencia técnica se centró en mostrar experiencias internacionales, metodologías y tecnologías innovadoras que pueden ser de interés y relevancia para que Chile pueda fortalecer la gestión de los recursos hídricos e incorporar nuevas fuentes de agua para hacer frente a la sequía. Cabe destacar que el Banco Mundial ha tenido la oportunidad de apoyar el sector del agua en Chile desde 2011. A través de varias asesorías técnicas reembolsables<sup>5</sup> que van desde un diagnóstico de la gestión del agua hasta la definición de estrategias de mejora institucional, el equipo del Banco Mundial tiene una larga trayectoria en el sector en Chile. Por medio de este apoyo, que se inicia en 2011 y continúa hoy en día, el equipo del Banco Mundial ha logrado conocer de cerca los principales problemas de la gestión del agua en Chile.

Esta Nota de Política<sup>6</sup> se basa en el análisis realizado previamente, identificando los retos que siguen vigentes hoy en la gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado, con un enfoque en las siguientes áreas: el papel del agua en la economía de Chile; situación actual y desafíos en la provisión de servicios de agua potable urbana y rural; riesgos en la disponibilidad de recursos hídricos; desafíos del marco jurídico e institucional actual; y, resiliencia y cambio climático.

La nota concluye con la presentación de una serie de recomendaciones de políticas hídricas, que abarcan propuestas para abordar la gestión de los recursos hídricos y resiliencia, así como mejoras para optimizar la prestación del servicio de agua potable y saneamiento para la población chilena. Las recomendaciones engloban tanto reformas institucionales como reformas de la infraestructura. Además, la trayectoria de Chile en la gestión de sus recursos hídricos y en la provisión de servicios hídricos entrega lecciones aprendidas valiosas que pueden ser de interés para comparar con otras experiencias, tanto en sus éxitos como en sus limitaciones. Algunas de estas lecciones principales están incluidas en la última sección de este documento, la cual puede ser de interés a otros países en la región que buscan implementar algunas de las buenas prácticas que ha desarrollado Chile.

El documento se dirige principalmente hacia los tomadores de decisiones vinculados al sector hídrico del país. Al momento del desarrollo de esta nota,

---

<sup>5</sup> Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos (2011); Estudio para el Fortalecimiento de los Procesos de Planeación y de Priorización para el Desarrollo de Infraestructura Hídrica (2012); RAS Fortaleciendo el Marco Institucional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (2013); RAS Fortaleciendo el Marco Legal para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (2014); Plan para la Mejora del Marco Institucional del Agua en Chile: Etapa 1 – Propuesta para el Fortalecimiento de la DGA (2014); Plan para la Mejora del Marco Institucional del Agua en Chile: Etapa 2 – Propuesta de Creación de una Subsecretaría de Recursos Hídricos (2015).

<sup>6</sup> En la elaboración de esta Nota de Política participaron los siguientes especialistas del Banco Mundial: Marie-Laure Lajaunie (Especialista Líder Gestión de Recursos Hídricos), Malva Baskovich (Especialista en Agua Potable y Saneamiento), Héctor Alexander Serrano (Especialista Gestión de Recursos Hídricos), Berenice Flores (Analista Agua Potable y Saneamiento), Humberto Peña (Consultor Gestión de Recursos Hídricos), Gustavo Perochena (Consultor Agua Potable Rural) y Elisa Blanco (Consultora Economía del Agua).

Chile se encuentra en pleno proceso de reforma constitucional, con una elección ad-portas de quienes serán las personas encargadas de redactar la nueva constitución para el país. Uno de los temas más importantes en el debate de la Convención Constituyente y que ha generado el interés de la ciudadanía transversalmente es el tema del agua como recurso clave para consumo humano y desarrollo económico. Se espera que las recomendaciones de políticas hídricas puedan aportar al diálogo sectorial en curso y complementar las prioridades identificadas por la Mesa Nacional del Agua.<sup>7</sup> Esta época de cambio constitucional presenta una oportunidad única para evaluar la implementación de las recomendaciones plasmadas en esta Nota de Política.

Esta publicación recibió el apoyo de la Oficina del Banco Mundial en Chile y de la Asociación Global de Seguridad del Agua y de Saneamiento (Global Water Security & Sanitation Partnership [GWSP]).

Los autores agradecen la excelente cooperación recibida de las autoridades chilenas, en particular el apoyo del ministro de Obras Públicas, Alfredo Moreno y al equipo de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) bajo la conducción de Oscar Cristi Marfil.

---

<sup>7</sup> La Mesa Nacional del Agua fue convocada en octubre de 2019 por el presidente Sebastián Piñera con el objetivo de proponer un plan para hacer frente a la crisis hídrica. La mesa cuenta con 26 integrantes, incluyendo seis ministros, tres senadores, siete diputados, representantes del sector productivo, de las organizaciones usuarios de agua (OUAs) y de los sistemas sanitarios rurales, entre otros. La Mesa es liderada por el Ministro de Obras Públicas, Alfredo Moreno, y su secretaría ejecutiva recae en el director de la Dirección General de Aguas (DGA) del MOP, Oscar Cristi.

## >>> Resumen Ejecutivo

El aprovechamiento de los recursos hídricos ha desempeñado un papel clave en el desarrollo de Chile, en particular por la importancia de la agricultura de riego, la minería y la generación hidroeléctrica, sobre la cual se basó el desarrollo industrial. Mientras que estas actividades productoras elevaron significativamente los ingresos de la población, el conjunto de bienes cuya producción y competitividad en los mercados depende de una adecuada gestión hídrica, llegando a ser extremadamente relevante para la economía del país. Este conjunto alcanza un valor de US\$58 000 millones, lo que representó el 83 % de las exportaciones nacionales del año 2019, convirtiéndose el agua en un elemento fundamental para la política exportadora nacional.

El agua no solo ha contribuido al desarrollo económico, sino también ha jugado un papel fundamental en el desarrollo social y en la mejora de las condiciones de vida de una gran parte de la población de Chile debido a los altos niveles de acceso a agua potable y saneamiento en las zonas urbanas. La cobertura urbana de agua potable a nivel nacional alcanza un 99.9%, la de alcantarillado 96.7% y la de tratamiento de aguas servidas 99.9%. Estos servicios han contribuido a importantes mejoras en las condiciones de vida de la población, incluyendo la reducción de muertes y enfermedades atribuibles al agua, saneamiento e higiene, particularmente en menores de 5 años. En efecto, la cobertura urbana de estos servicios se encuentra a un nivel comparable con el de países desarrollados.

Adicionalmente, la trayectoria institucional de Chile en la gestión de sus recursos hídricos y la provisión de servicios de agua potable y saneamiento ha sido caracterizada por la importancia estratégica asignada a los temas de regulación. La separación de funciones regulatorias, funciones ejecutivas y de los mecanismos de mercado han concedido al sector hídrico una instancia neutral, minimizando la subordinación política del sector. Mientras que el mercado de los derechos de agua ha incentivado una mejor inversión a nivel de usuarios individuales, las normativas tarifarias en el sector de agua potable y saneamiento de Chile demostraron ser sumamente importantes para lograr la autosuficiencia y asegurar estándares de servicios de alta calidad.

Sin embargo, estos avances se han visto limitados por la incertidumbre que conlleva el cambio climático, los aumentos de demanda de agua, la falta equitativa de acceso a servicios básicos de agua y saneamiento en zonas rurales, la pandemia del COVID-19 y las limitaciones tanto institucionales como legales.

En relación con los impactos del cambio climático, Chile se enfrenta a múltiples escenarios complejos de mayor importancia. Si bien se presentaron 4 sequías entre los años 1965-2019 que implicaron pérdidas de hasta 0.77% del producto interno bruto (PIB) del año más severo, el país también se ha visto afectado por 37 inundaciones durante el mismo periodo, causando pérdidas de hasta el 0.62% del PIB en el peor año. Los modelos climáticos globales realizados advierten que estos antecedentes reflejan el tipo de vulnerabilidades que

aumentarán en frecuencia e intensidad con las demandas futuras. Por un lado, se prevé que la reducción de la superficie de cuencas con precipitación nival y glaciares ocasionaría una disminución acentuada en caudales durante los periodos de demanda más críticos. Por otro lado, estas indican que Chile será uno de los países con mayor reducción de disponibilidad hídrica, el cual tendría consecuencias dispares, dejando en evidencia la preocupante debilidad de los sistemas para operar en condiciones de escasez hídrica.

**En cuanto al aumento de demanda, la Dirección General de Aguas (DGA) proyecta un incremento de 4.5% del agua consumida anualmente al 2030, y de 9.7% al 2040.** Debido al actual crecimiento demográfico, se estima que la demanda doméstica aumentará en un 25%, la demanda industrial en un 66% y la agricultura en un 3.4%. Un problema que contribuye a los incrementos de demanda son las pérdidas en las redes de distribución de agua potable en las ciudades, las cuales alcanzan alrededor de un 34 %. El incremento en la demanda y el compromiso de las aguas superficiales a través de los usos históricos ha resultado en un aprovechamiento intensivo de las aguas subterráneas.

Desde la Región Metropolitana al norte, se utilizan las aguas subterráneas en forma intensiva, dando como resultado la sobreexplotación de ciertos acuíferos. Estas prácticas presentan un grave problema para la sostenibilidad de las prácticas de aprovechamiento de agua y, aunque la geología del país favorezca una fuerte interacción entre las aguas superficiales y subterráneas, cabe señalar que no existe una gestión que abarque ambos recursos de manera conjunta.

**En Chile todavía existen brechas en los accesos a servicios de agua y saneamiento adecuados a poblaciones rurales semi-concentradas y dispersas.** Se estima que el número total de la población sin abastecimiento de agua potable adecuado alcanza hasta 700000 personas.<sup>1</sup> Adicionalmente, la cobertura de saneamiento rural tuvo apenas un crecimiento entre 9 y 11 puntos porcentuales en un periodo de 20 años.<sup>2</sup> Las soluciones a estas falencias resultan diferentes en cada situación, ya que Chile presenta caudales extremadamente bajos en el norte y muy elevados en el sur. Según la Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos bajo el Mandato Presidencial 2014-2018, alrededor de 400 000 personas fueron abastecidas por camiones aljibe en eventos de sequías prolongadas para complementar la dotación de agua en regiones centrales y sureñas del país, ocasionando mayores costos y menor confiabilidad en el servicio.

**Como consecuencia de esta inequidad, se ha visto una mayor presión sobre la gestión de los servicios de agua y saneamiento, particularmente durante la pandemia del COVID-19.** Ante la nueva emergencia sanitaria durante el año 2020 y contando lo que va de 2021, la pandemia ha acentuado la alarmante necesidad de asegurar la continuidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, teniendo presente un mayor apoyo a las zonas de menores ingresos. Actualmente, la Ley de Servicios Básicos No. 21.249 aprobada en agosto de 2020 prohíbe el corte de servicios sanitarios, incluyendo la de los clientes que incumplen con el pago mensual. Este déficit financiero y las nuevas demandas de consumo doméstico durante la crisis ha generado retos operacionales adicionales para las empresas proveedoras, no sólo en Chile sino en la región

---

<sup>1</sup> Compromiso País (2019). Personas que residen en una vivienda sin servicios sanitarios básicos.

<sup>2</sup> JMP/OMS/UNICEF (2017) washdata.org.

Latino Americana,<sup>3</sup> resaltando la falta de sistemas de suministro integrados que respondan adecuadamente a este tipo de emergencias.

**Chile también se enfrenta con una complejidad y fragmentación interinstitucional.** El sistema chileno cuenta con 43 organismos que participan directa e indirectamente en la gestión de recursos hídricos,<sup>4</sup> por lo que reformas institucionales han sido objeto de un amplio debate a nivel de parlamento y de opinión pública. Esta estructura compleja se ha manifestado a través del marco legal que muchas veces no equilibra la dimensión social, económica y ambiental del abastecimiento a la población y su desarrollo de manera flexible. Por lo tanto, las reformas propuestas giran en torno a una mayor coordinación entre actores para ajustar los mecanismos de colaboración interinstitucional e intersectorial hacia una mejor asignación y ejercicio de derechos de agua.

**A partir de un diagnóstico y análisis de los desafíos en Chile, el Banco Mundial reconoce la necesidad de avanzar en la implementación de un ente rector en la regulación de recursos hídricos.** Como un paso importante, la presencia de una Subsecretaría de Recursos Hídricos en el marco de un Ministerio de Obras Públicas (MOP) no solo coordinaría la formulación e implementación de políticas nacionales, sino también tendría el control de avalar las funciones entre el Estado y los actores a nivel local. Esta entidad reforzaría las capacidades de administración encargada de los recursos hídricos tomando en cuenta los problemas a nivel nacional.

**Esta Nota de Política propone soluciones de carácter estratégico orientadas a dar respuesta conjunta a distintos escenarios de incertidumbre.** La variabilidad hidrológica, las nuevas demandas y la ausencia de instrumentos de regulación entre actores contribuyen a los riesgos que muchas veces no son considerados en las tomas de decisiones. Por lo tanto, el Banco Mundial sugiere las siguientes líneas de acción para promover una gestión integrada de recursos hídricos:

- ◇ Impulsar un plan de fortalecimiento y ampliación de redes y programas de medición con tecnologías innovadoras.
- ◇ Coordinar mayores compromisos público-privados que consideren externalidades y comuniquen claramente los beneficios mutuos de cada iniciativa planteada.
- ◇ Desarrollar plataformas de acceso a la información registrada por distintos usuarios, que mejoren la disponibilidad de información técnica sobre aguas superficiales y subterráneas.
- ◇ Avanzar la preparación e implementación de normas secundarias de calidad ambiental en las principales fuentes de recursos hídricos del país.
- ◇ Avanzar el establecimiento de sistemas tarifarios en agua potable y saneamiento que impulsen una mayor eficiencia financiera para el bien común.
- ◇ Generar incentivos adecuados para favorecer inversiones de operadores de servicio hacia el mantenimiento y reposición de redes.
- ◇ Establecer un marco institucional y legal que promueva un ambiente de cooperación entre actores de distintos sectores.
- ◇ Implementar una política general con distintos instrumentos y mecanismos de subsidio de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de poblaciones rurales.

---

<sup>3</sup> Makino, Midori, Alexander Serrano, Berenice Flores, and Jaime Hurtado. 2021.

“Building Financial Resilience: Lessons Learned from the Early Impact of COVID-19 on Water and Sanitation Service Providers in Latin America, Water Global Practice, World Bank.” World Bank, Washington, DC.

<sup>4</sup> Banco Mundial (2013), Fortaleciendo el Marco Institucional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos



**1**

# **RECURSOS HÍDRICOS Y CONTEXTO NACIONAL**

## 1.1 | El papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de Chile

Históricamente el aprovechamiento de los recursos hídricos ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo del país, en particular por la importancia de la agricultura de riego, de la minería y de la generación hidroeléctrica. El crecimiento de la agricultura durante el siglo XIX estuvo relacionado directamente con la incorporación de nuevas áreas al regadío en el centro y norte del país, las que ya alcanzaban hacia 1900 a unas 500 000 hectáreas (ha). Igualmente, el esfuerzo industrializador iniciado en los años 40 se asoció estrechamente al Plan de Electrificación Nacional, implementado a lo largo de 40 años, basado principalmente en la construcción de centrales hidroeléctricas y en el desarrollo de un Sistema Interconectado Central.<sup>8</sup> Del mismo modo, el desarrollo exportador del país en las últimas décadas, base de su crecimiento económico, ha dependido del uso y gestión de los recursos hídricos.



Las exportaciones industriales asociadas al agua alcanzan al 25% de las exportaciones totales

La contribución de la gestión del agua a la política exportadora de las últimas décadas es importante. En efecto, el conjunto de bienes cuya producción y competitividad en los mercados depende de una adecuada gestión hídrica es extremadamente relevante para la economía del país. Ellos alcanzan a un valor de US\$58 000 millones, lo que representó el 83% de las exportaciones nacionales del año 2019.<sup>9</sup> Dichos productos en un 63% corresponden al sector minero, representado por la minería del cobre y sus derivados. El sector agrícola primario genera en promedio un 11% del valor de dichas exportaciones y se concentra principalmente en la actividad frutícola. Las exportaciones industriales asociadas al agua alcanzan al 25% de las exportaciones totales y consisten en encadenamientos productivos de las actividades agrícolas, tales como fruta procesada y jugos, en productos derivados de la acuicultura (salmones), en vinos, en celulosa y papel, y en productos químicos. El producto interno bruto (PIB) asociado al conjunto de estas actividades representa un 20% del valor nacional. Su importancia en la generación de empleos también resulta muy relevante, estimándose del orden del 20% del empleo total si se consideran los empleos indirectos asociados a la actividad agrícola y minera.<sup>10</sup>

Por su parte, el uso y gestión de los recursos hídricos para el suministro de agua potable y el saneamiento, han contribuido muy eficazmente a los avances en las condiciones de vida y en la esperanza de vida de la población. Así, la esperanza de vida en el país alcanza a 80 años, la más alta de la región latinoamericana y comparable con la de países desarrollados. En este resultado influye directamente la baja incidencia de las muertes atribuibles al agua, saneamiento e higiene que alcanza 0,7%;<sup>11</sup> valor que después de Uruguay es el más bajo de los países sudamericanos y en particular la mortalidad de menores de 5 años (ver Gráfico 1).

<sup>8</sup> Humberto Peña (2018). Agua, producción de alimentos y energía. La experiencia del Nexo en Chile. CEPAL/GTZ. LC/TS.2018/102.

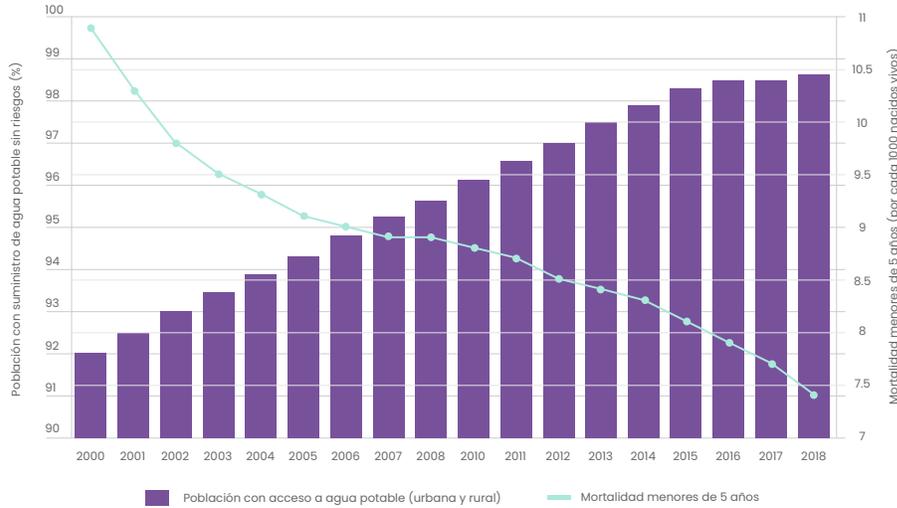
<sup>9</sup> Estadísticas del Banco Central de Chile.

<sup>10</sup> Antecedentes de la Sociedad Nacional de Agricultura y del Consejo Minero.

<sup>11</sup> OMM/Base de Datos.

► **Gráfico 1.**

Evolución de la proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos (urbana y rurales) (% población) y de la tasa de mortalidad de niños menores de 5 años (número de muertes por cada 1.000 nacidos vivos), entre los años 2000-2017.

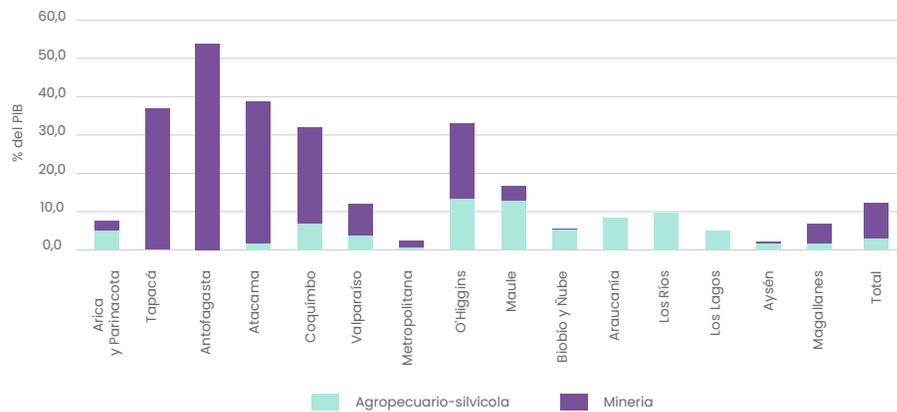


Fuente: Elaboración propia con datos de CEPALSTAT, marzo 2021.

Si el análisis se realiza a nivel regional, el peso de las actividades consuntivas asociadas al agua, en especial de la minería y la agricultura, en algunos casos es especialmente elevado, superando ampliamente el 30% del PIB regional, como sucede en las regiones de Atacama, Coquimbo, del Libertador Bernardo O'Higgins y otras del norte del país; e inclusive el 50%, como sucede con la región de Antofagasta (Gráfico 2).

► **Gráfico 2.**

Contribución de las actividades asociadas al agua en el Producto Interno Bruto regional (2020).



Fuente: Elaboración propia con datos de Base de Datos Estadísticos (BDE) del Banco Central de Chile, Marzo 2021

Cabe destacar que en la última década las exportaciones muestran, en general, un escaso crecimiento. Sin embargo, las exportaciones asociadas a la agricultura han mantenido una tendencia creciente, reflejando un proceso de mejora continua en la agricultura de riego y de las actividades industriales asociadas (Gráfico 3).

### ► Gráfico 3.

Evolución de exportaciones totales y agropecuarias (2011-2020) en millones de dólares



**Fuente:** Elaboración propia con datos de Base de Datos Estadísticos (BDE) del Banco Central de Chile, Marzo 2021. Exportaciones agropecuarias incluyen actividades industriales relativas a alimentos (incluye salmonicultura, frutas congeladas, jugos, etc.); bebidas y tabaco; celulosa y papel; y químicos (excluyendo caucho y plásticos).

La importancia de alcanzar estándares elevados en la gestión del agua es una consecuencia directa del escenario de escasez hídrica en el que se desenvuelve el país. Al respecto se debe destacar que el desarrollo exportador, que ha permitido multiplicar por 8 su valor desde 1990 y elevar sustantivamente los ingresos de la población en los últimos 30 años, se ha realizado a partir de un contexto inicial en el que los recursos hídricos superficiales ya estaban comprometidos en las zonas de fuerte crecimiento de la demanda de agua; en otras palabras, no se podía otorgar nuevos derechos de agua en esta zona. Así, dicho desarrollo solo ha sido posible sobre la base de un incremento sustantivo de la eficiencia de aprovechamiento de los recursos hídricos, de la aplicación de dichos recursos a productos de mayor valor a través del mercado de agua y de las mejoras tecnológicas que incrementan la productividad económica, así como de la incorporación de las escasas fuentes hídricas que no estaban utilizadas.

En el uso agrícola, el incremento de la eficiencia de aprovechamiento se manifiesta en el aumento de las superficies que utilizan un riego tecnificado (goteros, microjets, aspersión, etc.), proceso que ha contado con un importante apoyo del Estado. Así, las superficies con riego tecnificado que en el año 1997 alcanzaban solo a 93 000 ha, en la actualidad se estima que llegan a 500 000 ha,<sup>12</sup> equivalente al 46% del total de la superficie regada, la que de acuerdo a los censos se ha mantenido constante en aproximadamente 1.10 millones ha. Este cambio tecnológico además permite pasar a cultivos de mayor valor, lo

<sup>12</sup> Esa estimación se basa en la adición a la superficie con riego tecnificado informada en el censo 2006/07 (303 973 ha) la superficie subsidiada para ese propósito por la Ley de Fomento al Riego entre los años 2007 y 2020 (192 593 ha), según antecedentes de la Comisión Nacional de Riego (CNR).



que conduce a una mayor productividad por metro cúbico ( $m^3$ ) de agua. Ese es el caso, por ejemplo, de la superficie de frutales y viñedos, que han pasado de unas 230 000 ha a principio de los años 90 a unas 500 000 ha en la actualidad<sup>13</sup> cambio que en parte se ha realizado reemplazando suelos que eran utilizados para cultivos anuales.

En el caso del cobre se ha tenido importantes mejoras en la eficiencia, las que permitieron por ejemplo, pasar en los procesos de concentración de los minerales que dependen del agua de tasas del orden de 2.00 metros cúbicos por tonelada ( $m^3/t$ ) de mineral tratado en los años 80, a valores de 0.69  $m^3/t$  el 2010 y del orden de los 0.36  $m^3/t$  en la actualidad.<sup>14</sup> En otras actividades industriales, como por ejemplo en la industria de la celulosa y el papel, se observan esfuerzos equivalentes.

Considerando que las aguas superficiales ya estaban comprometidas en las zonas de fuerte crecimiento de la demanda, el esfuerzo se orientó al uso de agua subterránea a través de la construcción de pozos, habiéndose construido unos 50 000 pozos desde los años 90.<sup>15</sup> Este rápido incremento de la explotación de las aguas subterráneas ha llevado a un paulatino cierre de los acuíferos para nuevas explotaciones mediante la declaración de 157 sectores acuíferos como áreas de restricción o prohibición,<sup>16</sup> que corresponden a recursos subterráneos localizados del Maule al norte (**Mapa 1**). Así en esta zona, la totalidad de las aguas superficiales y subterráneas ya están asignadas por derechos de agua existentes.

En este escenario de escasez, para abastecer las nuevas demandas mineras y los usos domésticos, se ha considerado hasta la fecha como una opción aceptable el uso de agua de mar. De acuerdo con lo anterior, al año 2016 existían 8 plantas desalinizadoras que contribuían al abastecimiento de agua potable de ciudades mayores como Antofagasta, y de pequeños poblados. Por su parte, en la minería el 25% de las actuales demandas, unos 4 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ),<sup>17</sup> utilizan dicha fuente, con o sin desalación, y se proyecta al año 2028 que el consumo de agua de mar en la minería aproximadamente se triplique.

La elevada dependencia de la actividad productiva de la disponibilidad de recursos hídricos hace al país especialmente sensible a los eventos de sequía. Al respecto, en el período 1965–2019 se presentaron 4 sequías de importancia con pérdidas que en promedio superaron los US\$1000 millones de pérdida en cada ocurrencia. El impacto macroeconómico de ellas fue relevante, al punto de que en caso más severo representó un 0.77% del PIB del año.

Además, el desarrollo social y económico del país no solo se ha visto afectado por las situaciones de escasez sino también por las inundaciones. Así, el país en el período 1965–2019 ha perdido sobre US\$5000 millones en 37 eventos, representando el más importante una pérdida de aproximadamente US\$2000 millones, equivalente al 0.62% del PIB del año. Ambas situaciones dan cuenta del impacto que representan estos desastres de origen meteorológico en el normal desenvolvimiento del país.<sup>18</sup>



**La elevada dependencia de la actividad productiva de la disponibilidad de recursos hídricos hace al país especialmente sensible a los eventos de sequía.**

**En el período 1965–2019 se presentaron 4 sequías que en promedio superaron los US\$1000 millones de pérdidas en cada ocurrencia. En el caso más severo representó un 0.77% del PIB del año.**

<sup>13</sup> ODEPA. Estadísticas agropecuarias.

<sup>14</sup> Consejo Minero. Cifras Actualizadas de la Minería. Diciembre 2020.

<sup>15</sup> DGA (2016). Atlas del Agua.

<sup>16</sup> Ibidem.

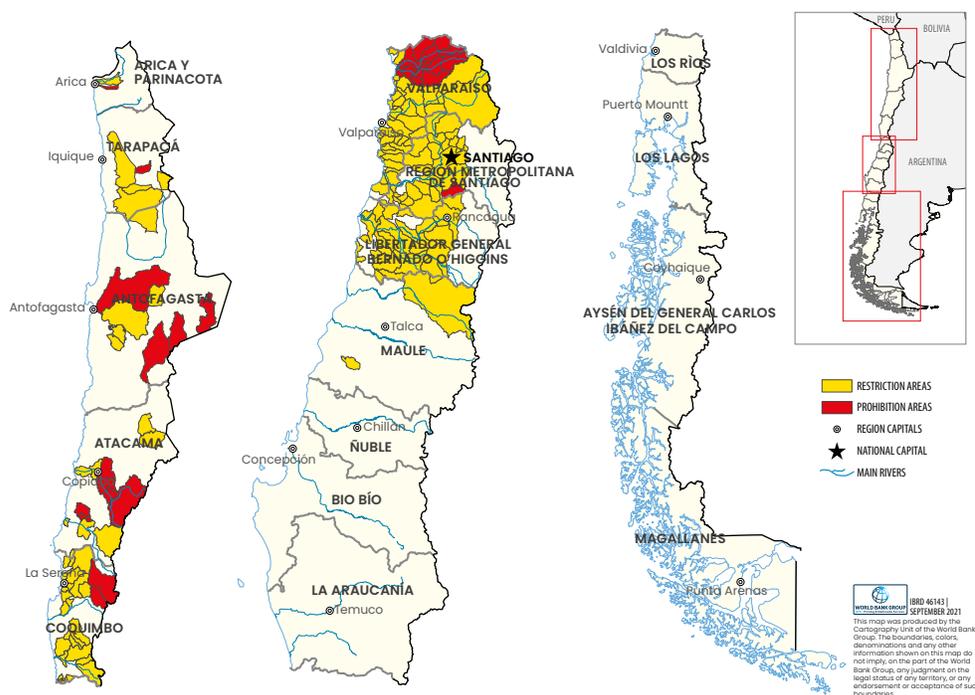
<sup>15</sup> DGA (2016). Atlas del Agua.

<sup>16</sup> Ibidem.

<sup>17</sup> Consejo Minero. Cifras Actualizadas de la Minería. Diciembre 2020.

### ► Mapa 1.

Zonas de Prohibición y Áreas de Restricción para la extracción de aguas subterráneas



Fuente: Elaboración propia con datos de DGA (2021)

## 1.2 | Un nuevo escenario en la gestión de los recursos hídricos en Chile

El uso consuntivo del agua en el país al año 2015 se estima alrededor de 11 000 millones de metros cúbico (Mm<sup>3</sup>) por año, que correspondía en un 73.8% al uso agropecuario, un 14.4% al minero-industrial y eléctrico, y un 11.8% al doméstico urbano y rural.<sup>19</sup> En las próximas décadas se espera que las demandas hídricas crezcan en forma moderada. En efecto, aunque en lo relativo a los requerimientos de la agricultura desde la Región Metropolitana hacia el norte los antecedentes de los censos agropecuarios de los años 1996/97 a 2006/07 muestran un incremento en las superficies regadas del 15.2%, se estima que es un proceso que por la limitación de los recursos hídricos se ha detenido. Por el contrario, desde la Región Metropolitana hacia el sur, dichos censos muestran una leve disminución de las superficies regadas que alcanza al 1.3%, posiblemente debido a la ampliación del uso del suelo en torno a las ciudades

<sup>18</sup> Banco Mundial. Impacto fiscal y socioeconómico de eventos históricos de origen hidrometeorológico. País: Chile. Working paper.

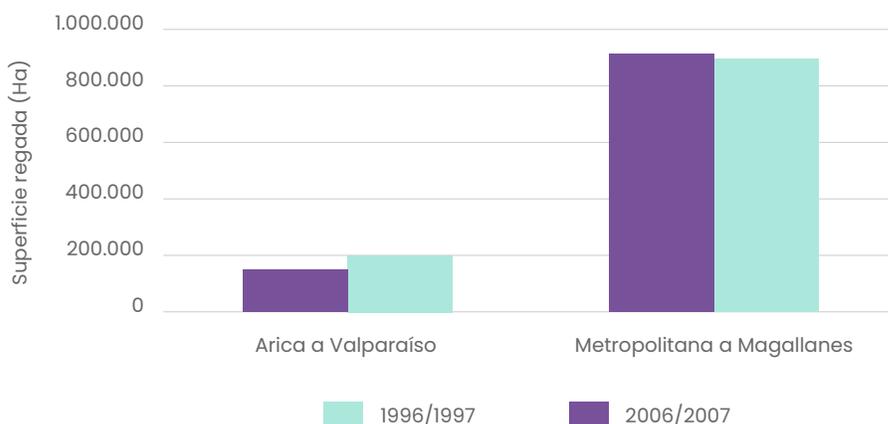
<sup>19</sup> DGA (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. SIT 419.



y de las actividades relativas a la agroindustria (bodegas, frigoríficos, plantas procesadoras, etc.) (Gráfico 4). Cabe señalar que se desconoce si la disminución de las precipitaciones de la última década ha tenido impacto en la superficie regada de la zona central. En relación con el uso doméstico (a diferencia de la tendencia global que ha crecido 600% en los últimos 50 años)<sup>20</sup> en Chile, en la última década se observa un crecimiento sostenido, pero a tasas reducidas y las tendencias demográficas conducen en el mediano plazo a una estabilización de la población. Por su parte, la minería, como se ha señalado, por su localización en áreas con grandes limitaciones de recursos está optando crecientemente por el uso de agua de mar. Así, en lo relativo a las demandas futuras, la principal incertidumbre es si se mantendrán las actuales superficies agrícolas de la Región Metropolitana al sur o si aumentarán las superficies regadas asociadas a incentivos de mercado o a políticas de gobierno, a lo que habría que agregar las limitaciones que pudiera introducir el cambio climático. Respecto de la evolución de las demandas futuras, considerando estos antecedentes, los estudios de la DGA (2017) proyectan un aumento de 4.5% en la demanda consuntiva al 2030, y de 9.7% al 2040,<sup>21</sup> siendo la demanda industrial la más dinámica con un incremento del 66% al año 2040. Por su parte, el incremento en la demanda doméstica para ese periodo se estima en un 25.0% y la agrícola en un 3.4%. Adicionalmente a las demandas tradicionales, se agrega una nueva demanda, referente a los requerimientos de agua para la producción de hidrógeno verde. Si bien esta demanda es poco significativa (9kg de H<sub>2</sub>O / Kg de hidrógeno producido),<sup>22</sup> cuando se compara con el resto de las demandas, sería aconsejable tomarla en cuenta en zonas de alta escasez, a la luz de la innovadora política del Gobierno Nacional sobre Hidrógeno Verde y evitar que esta limitación impida alcanzar los objetivos de descarbonización de Chile.

► Gráfico 4.

Cambio en superficie regada en hectáreas entre Censos 1996/1997 y 2006/2007, para dos zonas, de la Región Metropolitana al norte (Arica a Valparaíso); y de la Región Metropolitana al sur (Metropolitana a Magallanes).



Fuente: Elaboración propia con datos del VI y VII Censo Nacional Agropecuario.

<sup>20</sup> <https://www.wri.org/blog/2020/02/growth-domestic-water-use>.

<sup>21</sup> Estas demandas son proyecciones de las demandas históricas y no consideran efectos de cambio climático que podrían aumentar las proyecciones en temporadas cálidas.

<sup>22</sup> Hydrogen Council, 2021.

Sin perjuicio de los desafíos que el país presenta en relación con su seguridad hídrica originados en mayores demandas debidas al crecimiento demográfico, económico y de las condiciones de vida, cabe destacar la existencia de otros factores que llaman a analizar esta problemática bajo el nuevo marco de referencia que pauta el cambio climático.

Los estudios sobre los posibles impactos del cambio climático muestran que existe una alta probabilidad que las precipitaciones tengan una disminución entre las regiones de Copiapó y Palena, generando un descenso muy significativo de recursos hídricos entre los ríos Limarí y Cautín (**Mapa 2**), en el centro del país. En la Región de Magallanes los modelos coinciden en que se presentaría un pequeño cambio positivo de precipitación y para otras regiones, especialmente en el Altiplano y Norte Grande, existe una dispersión en las proyecciones. Por su parte, la simulación de la escorrentía de las cuencas muestra una situación variable desde la región de Atacama hacia el norte, pero desde la región de Coquimbo a Los Lagos (**Mapa 2**), en la parte central del país, se estima una consistente disminución de los caudales medios anuales que a mediados de siglo estaría en general entre 20-30%.



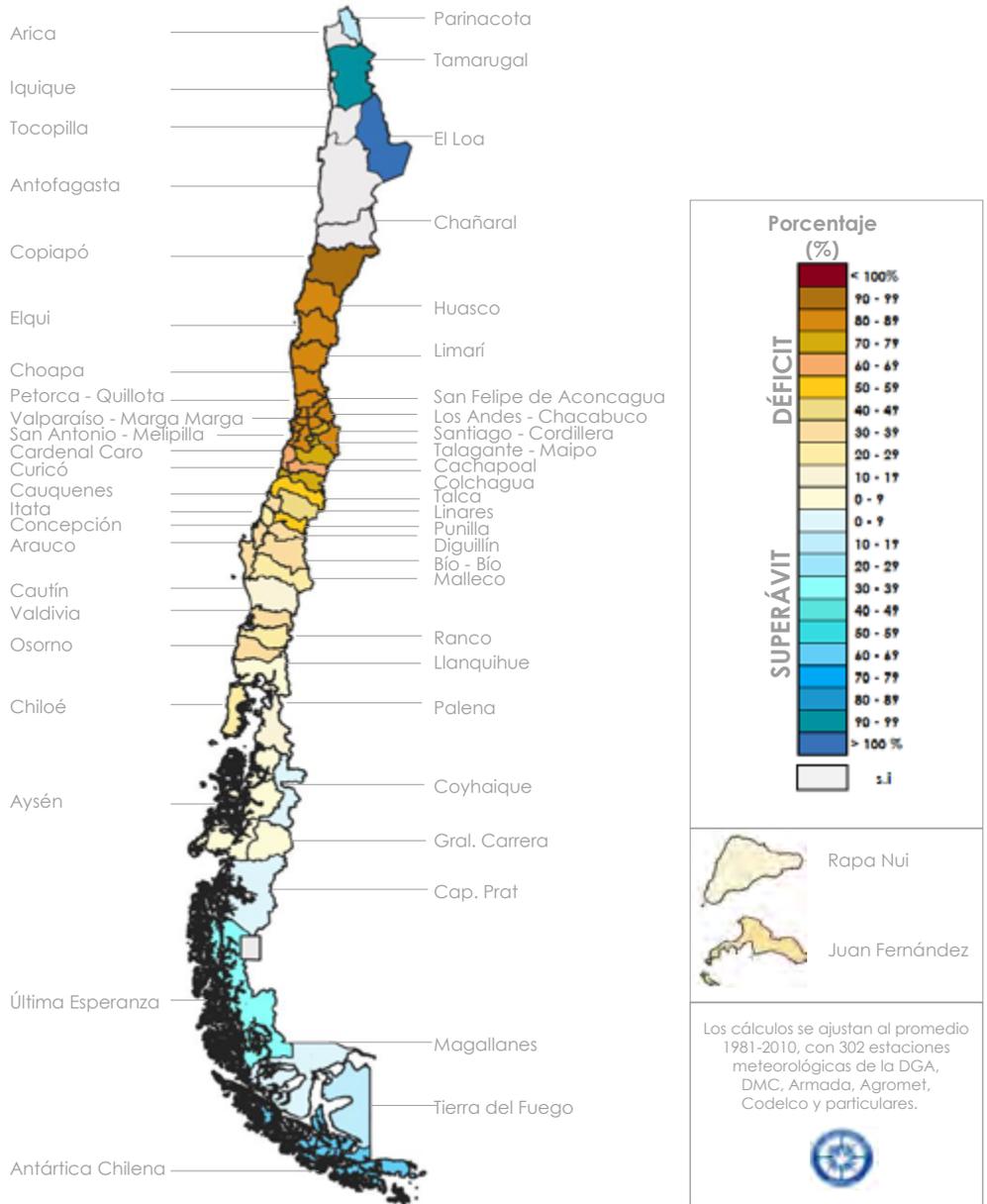
**El cambio climático presenta una reducción de la superficie de las cuencas con régimen hidrológico nival y de la superficie cubierta de glaciares, lo que implica una disminución especialmente acentuada de los caudales de verano y del inicio del otoño, período crítico desde el punto de vista del abastecimiento de las demandas, particularmente para los cultivos estivales.**

Más allá del impacto en la disponibilidad hídrica media, el cambio climático presenta dos elementos de la mayor importancia. Por una parte, se espera una reducción de la superficie de las cuencas con régimen hidrológico nival y de la superficie cubierta de glaciares, lo que implica una disminución especialmente acentuada de los caudales de verano y del inicio del otoño, período crítico desde el punto de vista del abastecimiento de las demandas, particularmente para los cultivos estivales. Además, la reducción en la disponibilidad hídrica debido al cambio climático afectará en forma muy heterogénea los distintos sectores de una misma cuenca. Esto en parte se debe a las múltiples externalidades que no están incorporadas al sistema de administración de las aguas, al seccionamiento de los ríos para su administración y a la falta de una gestión integrada a nivel de las cuencas (**ver sección 2.2**). Así, se prevé que la disminución de la disponibilidad hídrica en las cuencas superiores pudiera incrementarse varias veces hacia aguas abajo generando déficits especialmente críticos en los cursos inferiores de los ríos. De este modo, la gestión de las aguas en el futuro estará sometida a un escenario particularmente complejo.

Consistentemente con lo señalado, desde principios de la década de 2010, tanto en la zona del norte como en la zona central del país, se ha debido afrontar una situación de sequía sin precedentes en el último siglo, afectando la adecuada atención de las demandas agrícolas e inclusive amenazando el abastecimiento de agua a grandes ciudades como Santiago y Valparaíso. La conjunción de varios años seguidos con precipitaciones extremadamente bajas y la magnitud de los déficits ha permitido caracterizarla como una “mega sequía.” Los estudios realizados sobre este evento concluyen que la cuarta parte del fenómeno estaría asociado al impacto del cambio climático global y el resto a la variabilidad climática histórica. Además, las proyecciones realizadas a partir de modelos climáticos globales advierten que, si bien sequías con estas características tenían en el pasado un período de retorno de 100 años, en las nuevas condiciones del clima se presentarían con períodos de retorno de 20 años.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> CR (2015). La mega sequía 2010-2015: Una lección para el futuro.

► **Mapa 2.** Déficit/superávit de precipitaciones el año 2019



Al desafío que implica el cambio climático y el crecimiento de las demandas de las demandas es importante agregar la especial coyuntura política y social que vive el país, y que condiciona el escenario de gestión en el futuro inmediato.

Fuente: Villarroel & Vasquez (2020) Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile <https://www.researchgate.net/publication/342716781>

Al desafío que implica el cambio climático y el crecimiento de las demandas es importante agregar la especial coyuntura política y social que vive el país, y que condiciona el escenario de gestión en el futuro inmediato. En este sentido es necesario considerar el escenario que se genera a partir de las protestas sociales iniciadas en octubre de 2019, y los efectos de la pandemia sanitaria de Covid-19,

que ha causado casi 990 000 contagios y más de 23 000 fallecidos durante el año 2020 y lo que va de 2021,<sup>24</sup> generando impactos cuyas dimensiones y consecuencias aún resultan inciertas, tanto por su dimensión sanitaria como económica.

En relación con la gestión del agua esta situación introduce los siguientes elementos que deben ser considerados:

- ▶ El acuerdo político para la preparación de una nueva constitución abre un período de análisis de la conveniencia de introducir cambios al actual marco jurídico que rige al agua, dinámica que se agrega a los debates actuales en el Congreso Nacional sobre una reforma legal al Código de Aguas ([ver capítulo 2.2](#)).
- ▶ El mayor compromiso financiero del Estado para atender diversas demandas sociales hace pensar que en los próximos años existirá un reducido espacio para el incremento de los recursos financieros destinados al sector hídrico. Este escenario va en una dirección contraria a la demanda de mayores inversiones para atender los desafíos hídricos existentes, que muestran distintos estudios.<sup>25</sup>
- ▶ La especial preocupación por atender las situaciones de inequidad. En el tema del agua, dicha preocupación se ha manifestado en una renovada voluntad de resolver situaciones de personas con un limitado acceso al abastecimiento de los servicios de agua potable y saneamiento (APS), en particular en las zonas rurales.
- ▶ Los recursos hídricos en Chile son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático y se espera que las severas sequías e inundaciones de las últimas décadas se repitan con más frecuencia e intensidad. Estas dinámicas aumentan nuevos riesgos y desafíos para fortalecer la resiliencia de los sistemas de agua en distintos escenarios proyectados.
- ▶ En relación con la situación de la pandemia sanitaria, se debe destacar que la crisis ha acentuado la conciencia sobre la importancia de un acceso universal y de buena calidad a los servicios de APS. Asimismo, en lo económico, la pandemia está generando impactos en las finanzas de los prestadores que pudieran acentuar el déficit de financiamiento del sector.

---

<sup>24</sup> Estimaciones al 30 de marzo de 2021 (Ministerio de Salud).

<sup>25</sup> Por ejemplo, los informes "Infraestructura Crítica para el Desarrollo" para los periodos 2016-2025 y 2018-2027, preparados para la Cámara Chilena de la Construcción en lo relativo a infraestructura hídrica estiman requerimientos de inversión que más que duplican el presupuesto asignado históricamente.



## 1.3 | Medidas extraordinarias implementadas con ocasión del COVID-19

El Gobierno de Chile ha implementado medidas importantes para asegurar la continuidad y calidad de los servicios de APS. Estas medidas incluyen, entre otros:

Apoyo financiero para cubrir las tarifas del servicio de APS para las poblaciones más vulnerables; apoyo directo a los proveedores de agua en zonas rurales para continuar la prestación de servicios; y distribución de agua potable gratuita, a través de camiones aljibe, a las poblaciones con acceso limitado a APS.

En particular, se destacan las dos siguientes medidas. La primera, en el contexto del Estado de Excepción Constitucional, declarado el 18 de marzo producto del brote de Covid-19 en el país, el 8 de agosto de 2020 se publicó la Ley de Servicios Básicos No. 21.249 que dicta que las empresas proveedoras de servicios sanitarios, (así como las empresas y cooperativas de distribución de electricidad y las empresas de distribución de gas de red) no podrán cortar el suministro por mora en el pago de los clientes, por un periodo de 90 días. En agosto de 2020 y luego de un veto presidencial, se promulgó esta ley hasta mayo de 2021. Y la segunda, en junio de 2020, el Ministerio de Obras Públicas lanzó el “Plan Nacional de Ayuda para los Sistemas de Agua Potable Rural (APR),” el cual ofrece un subsidio de agua potable destinado a cubrir parte de las cuentas de las familias con dificultades económicas provocadas por la emergencia sanitaria. Este plan fue introducido para beneficiar a más de 680 000 familias del país. El subsidio a las APRs fue de carácter transitorio, no reembolsable, por tres meses consecutivos y tuvo como objetivo cubrir parte del déficit provocado por el no pago de cuentas de los usuarios de sistemas APR en 2020.

A su vez, varias empresas de servicios de APS, incluyendo Aguas Andinas, están ofreciendo la posibilidad de fraccionar o postergar el pago de las cuentas de APS entre el periodo marzo 2020-mayo 2021, en hasta 36 cuotas.

Adicionalmente, con la mira puesta en fortalecer la resiliencia del sector y reactivar la economía del país, el presidente Piñera anunció el “Plan Paso a Paso Chile se Recupera” en agosto de 2020. Este plan, consiste en la creación de más de 250 000 empleos por medio de una cartera de 2500 proyectos a desarrollar durante los próximos dos años por US\$34 000 millones. Dentro del plan se incluyen recursos para la gestión de los recursos hídricos, destinados al financiamiento de obras para el almacenamiento y distribución del agua, considerando conservación y mejoramiento de la red vial, agua potable rural, obras fluviales y de riego, desarrollo de áreas costeras, entre otros, y al desarrollo de instrumentos de planificación a nivel de cuencas.<sup>26</sup>



**En el contexto de la emergencia sanitaria, el Plan Nacional de Ayuda para los Sistemas de Agua Potable Rural (APR), fue introducido para beneficiar a más de 680 000 familias del país.**

**Consiste en la creación de más de 250 000 empleos por medio de una cartera de 2500 proyectos a desarrollar durante los próximos dos años por US\$34 000 millones.**

<sup>26</sup> Plan Paso a Paso, Chile se Recupera”, Gobierno de Chile – <https://www.gob.cl/chileserecupera/>.

The cover features a white background on the right side where the text is located. On the left, there are several overlapping geometric shapes: a dark blue triangle at the top left, a medium blue triangle below it, and a light blue triangle at the bottom left. These shapes partially overlap a background image of a rocky cliff with a waterfall. The number '2' is centered in the dark blue triangle.

# 2

## **ANÁLISIS DEL SECTOR DEL AGUA. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**



## 2.1 | Zonas urbanas. Situación actual y desafíos

La cobertura urbana de agua potable a nivel nacional es del 99.9%, la de alcantarillado del 96.7%, y la de tratamiento de aguas servidas, respecto de la población que cuenta con alcantarillado, de 99.9%.<sup>27</sup> Esta cobertura de los servicios de APS en las zonas urbanas de Chile está al nivel de los países más desarrollados y se puede considerar que la etapa del sector orientada a completar las redes hasta alcanzar una cobertura universal ha sido superada. Al respecto se puede señalar que en la evaluación del programa conjunto de monitoreo OMS- UNICEF (JMP), cuando aplica el criterio más exigente que solo considera las áreas con una gestión segura de los servicios de agua potable (acceso a una fuente mejorada disponible cuando se necesita y libre de contaminación fecal y química) y de saneamiento (acceso a soluciones mejoradas que no se comparten con otros hogares cuyas excretas se transportan, tratan y disponen de forma segura), establece para Chile una cobertura del 98% en lo relativo al suministro de agua y de 81% al saneamiento, valor que se compara con las coberturas de 96% y 87% alcanzadas por países en Europa y Norteamérica. Por otra parte, dichas coberturas con gestión segura superan ampliamente los niveles de la región de Latinoamérica que presentan valores de 77% y del 27% (Gráfico 5).<sup>28</sup>

Estos logros se han obtenido sobre la base de un sistema institucional estructurado con un organismo regulador nacional, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que controla el cumplimiento de la normativa especial que rige a los operadores de los servicios de APS. Estos son entidades con un giro único, en general privados, que deben entregar el servicio en su área de concesión según los requerimientos de calidad impuestos en el marco regulatorio, el que asegura a los usuarios la continuidad del servicio, la calidad del agua potable y de las aguas servidas tratadas, la presión en las redes y la calidad en la atención a los clientes. Como contrapartida, el concesionario cobra por el servicio una tarifa determinada por la SISS mediante procedimientos transparentes, establecidos por ley, que buscan fijar una tarifa eficiente y de autofinanciamiento, que incluye los costos de operación y mantenimiento, las inversiones y una rentabilidad para la empresa operadora. Asimismo, con el propósito de asegurar la asequibilidad de abastecimiento a los sectores más vulnerables de la población, se entrega un subsidio focalizado que atiende a unas 700 000 familias, de acuerdo con leyes especiales dictadas para esos propósitos. Independiente de estos avances del sector de APS, es posible identificar tres situaciones que pudieran afectar la adecuada seguridad de abastecimiento, a las que resulta necesario prestar especial atención:

► **Impacto de la situación de sequía.** El periodo de sequía iniciado el año 2011 (observado principalmente en la zona que va de Santiago a Copiapó), ha obligado a tomar medidas de emergencia para garantizar la continuidad del suministro de agua en diversos servicios y ha puesto de manifiesto la existencia de un riesgo inaceptable. Para ilustrar esta aseveración se puede señalar que en dicha zona el año 2014 fue necesario tomar medidas de



La cobertura urbana de agua potable a nivel nacional es del 99.9%, la de alcantarillado del 96.7%, y la de tratamiento de aguas servidas, respecto de la población que cuenta con alcantarillado, de 99.9%.

Sin embargo, se identifican tres situaciones que pudieran afectar la adecuada seguridad de abastecimiento: (1) Impacto de la situación de sequía, (2) Pérdidas en las redes y reposición, and (3) Vulnerabilidad frente a crecidas extraordinarias de los ríos.

<sup>27</sup> SISS (2019). Informe de Gestión. Sector Sanitario.

<sup>28</sup> JMP/OMS/UNICEF (2017). Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene Informe de actualización de 2017 y línea de base de los ODS.

emergencia para garantizar la continuidad del suministro de agua en 23 sistemas de las regiones III a V, con una población de 1 755 000 personas, comprometiendo recursos por US\$40 millones.<sup>29</sup> Por esta razón, en el futuro inmediato será necesario revisar la capacidad de los actuales sistemas en el contexto de sequía y su relación con tendencias de más largo plazo, asociadas al proceso de cambio climático global.

► **Pérdidas en las redes y reposición.** El estado de las redes de conducción incide directamente en la continuidad de los servicios y en el aprovechamiento de los recursos hídricos captados. En Chile se observa que las pérdidas en los sistemas de conducción son mayores que las registradas en sistemas de países desarrollados (aproximadamente un 34%) lo cual puede indicar un envejecimiento de las redes y la necesidad de un esfuerzo de reposición mayor al actual. Esta situación es motivo de preocupación y de un cambio normativo, actualmente en estudio en el Congreso Nacional.

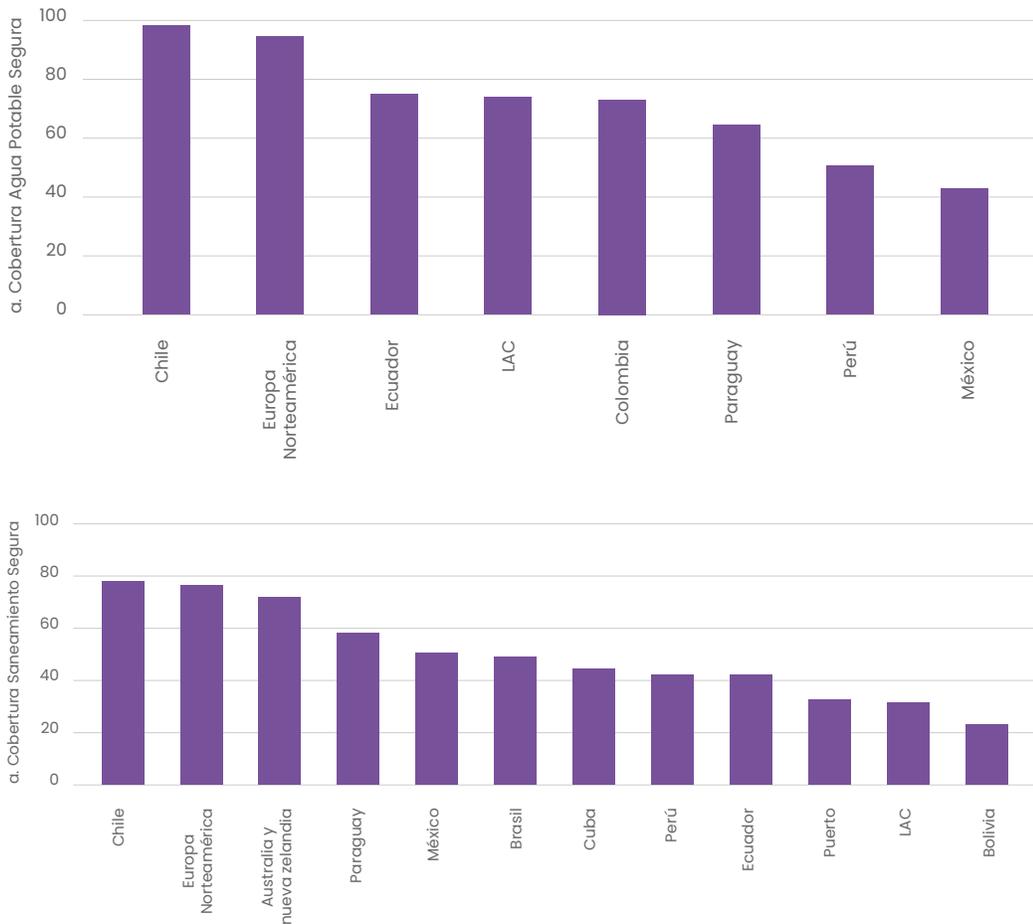
**a. Vulnerabilidad frente a crecidas extraordinarias de los ríos.** Como se indicó en la sección 1.1, en la última década se han presentado fenómenos hidrometeorológicos, como crecidas y aluviones, que han dejado en evidencia la fragilidad de diversos sistemas de APS para responder a ese tipo de emergencias, debiendo suspenderse en diversas ocasiones los servicios regulares. Por ejemplo, a lo largo del año 2015, año con importantes crecidas en los ríos de Santiago al norte, distintos eventos afectaron las infraestructuras de APS produciendo interrupciones en el suministro de las ciudades más importantes de esa zona, tales como Taltal, Copiapó, La Serena, Ovalle e Illapel. En el caso de Copiapó y de otras localidades próximas, las aducciones e instalaciones fueron arrasadas por crecidas y aluviones acaecidos el 24 y 25 de marzo del 2015 y solo a fines de ese año se pudo recuperar la normalidad de los servicios de APS. En Copiapó, el sistema de alcantarillado se pudo recuperar después de mes y medio de arduo trabajo.<sup>30</sup> En la zona central, también se han presentado crecientes dificultades para mantener la continuidad del servicio debido a una intensificación de fenómenos de alta turbiedad, asociados a crecidas originadas por precipitaciones líquidas en la cordillera de los Andes en altitudes inusualmente elevadas (donde lo habitual eran precipitaciones nivales). En efecto, por ejemplo, en el río Maipo, principal fuente de abastecimiento de la Región Metropolitana, mientras que entre 1990 y 2007 se presentaron 6 eventos de alta turbiedad, entre 2014 y 2019 esos eventos fueron 28, provocando en distintas ocasiones interrupciones en el suministro de APS. Esta situación ha obligado a aumentar en la Región Metropolitana el tiempo en el que la ciudad puede abastecerse sin necesidad de acceder a dichas fuentes, pasando de un tiempo de autonomía de 4 horas en el año 2008 a 34 horas en la actualidad y se espera llegar en el futuro próximo a 48 horas.<sup>31</sup> Así, se trata de una materia que debiera atenderse en forma generalizada para alcanzar estándares de mayor resiliencia, acordes con los nuevos desafíos que muestra la información hidrológica.

<sup>29</sup> SCChC (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Capítulo 1. Recursos Hídricos.

<sup>30</sup> SISS (2015). Informe de Gestión del Sector Sanitario. 2015.

<sup>31</sup> Aguas Andinas S.A (2019) Reporte Integrado 2019.

**Gráfico 5.** Coberturas de Agua Potable Segura (a.) y Saneamiento Seguro (b.) considerando los países y regiones con mejores indicadores (% población)



Fuente: Elaboración propia con datos de JMP/OMS/UNICEF (2017).

## 2.2 | Zonas rurales. Situación actual y desafíos

La cobertura de abastecimiento de agua potable rural alcanza cerca del 100% de las localidades concentrada con una población total de 1.56 millones, 41% de las localidades semi-concentradas con una población de 284 500 habitantes y cero de las localidades dispersas con una población de 427 200 habitantes.<sup>32</sup>

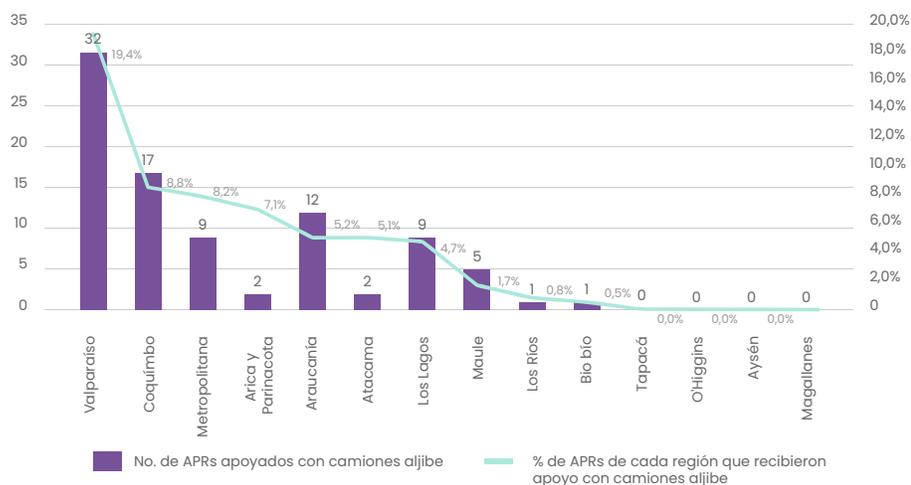
<sup>32</sup> Una localidad rural semi-concentrada cuenta con una población mínima de 80 habitantes y una densidad de al menos 8 viviendas por kilómetro (km) de red. Una localidad concentrada tiene más de 150 habitantes y una densidad mayor a 15 viviendas por km de red. Los datos representan la situación a octubre 2018 de acuerdo a la información de la entonces Subdirección de APR.



En total, en ambos tipos de localidades, se han construido por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) 1902 sistemas de agua potable que abastecen actualmente a aproximadamente 1735 millones de personas. Además, existen unos 950 sistemas de APR que se han construido al margen del MOP con apoyo municipal o de otras instancias<sup>33</sup> quedando pendiente una población rural semi concentrada que se ha estimado en unas 150 000 personas.<sup>34</sup> Sin embargo, existen numerosos casos de APR que han experimentado desde su construcción un incremento significativo de sus clientes, en especial aquellos que se localizan próximos a las ciudades, y requieren acondicionamientos a sus actuales demandas. Asimismo, existe una creciente preocupación por la población rural dispersa que no tiene acceso a un servicio de APS. En estos sectores dispersos, las soluciones suelen ser costosas, precarias y de carácter individual. En definitiva, el número total de población rural sin abastecimiento de agua potable adecuado se ha estimado del orden de las 700 000 personas.<sup>35</sup>

Por otra parte, las sequías registradas los últimos años en diversos puntos del país han dejado en evidencia una preocupante debilidad de los sistemas para operar en condiciones de escasez hídrica, y del orden de unas 400 000 personas han sido abastecidas mediante camiones aljibe, con un alto costo.<sup>36</sup> El gráfico a continuación muestra esta situación donde se observa que los sistemas de APR de las regiones centrales del país (Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana) y, en parte, el sur (Los Lagos y La Araucanía) han sido los que más apoyo han recibido de camiones aljibe para complementar su dotación de agua en su jurisdicción de servicio.

► **Gráfico 7.**  
Apoyo de camiones aljibe a sistemas APR por región, 2015



**Fuente:** Informe Final de Evaluación. Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural (APR). Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Públicas. Donoso, Calderón, Silva. Enero-agosto, 2015; p.123.

<sup>33</sup> Mesa Nacional del Agua (2020). Primer Informe.

<sup>34</sup> Compromiso País (2019). Personas que residen en una vivienda sin servicios sanitarios básicos.

<sup>35</sup> Ibidem.

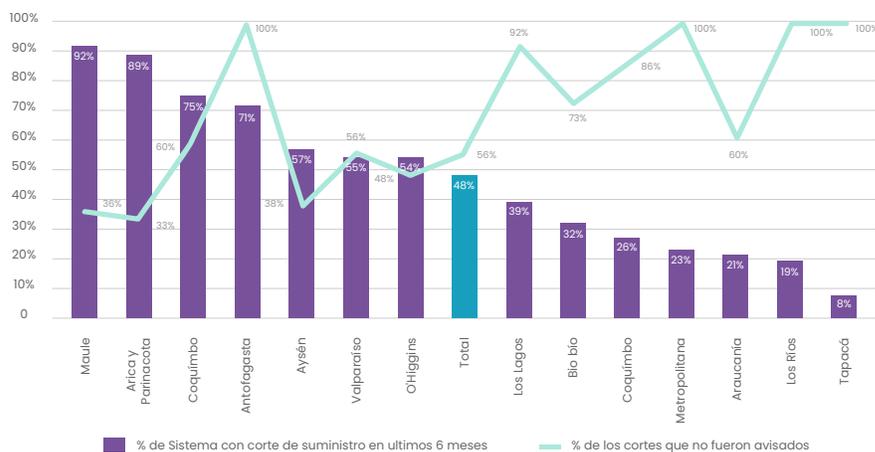
<sup>36</sup> Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos.



Existen otras señales de que la provisión del servicio también muestra algunos problemas operativos, más allá de su relación con la sequía. Por ejemplo, las intermitencias en el servicio de los APR que en muchas regiones nunca se anuncian a la población. En las regiones (Maule, Arica, Aysén) con una trayectoria de mayores cortes de servicio, sí hay una relativa práctica de anunciarlos; pero, en general, 7 de cada 10 no se anunciaban en el país hacia 2016.

► **Gráfico 8.**

Corte de suministro por motivo diferente a catástrofe o fuerza mayor (últimos 6 meses), 2014.



**Fuente:** Cuadro 181 del estudio "Estado del Arte y Desafíos en los Servicios Sanitarios Rurales, Anexos", de la Facultad de Ciencias Agronómicas, del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, de la Universidad de Chile, 2016.

La eficiencia financiera de la provisión del servicio rural es pobre por razones atribuibles a una tarifa que no permite recuperar costos y a una práctica de reajustes tarifarios rezagada. En efecto, la mayoría de las organizaciones (73%) cobra tarifas con cargo fijo y un cargo variable en función al consumo. Sólo una de cada 3 organizaciones que administran APRs recuperan todos sus gastos (operación, administración, mantenimiento, reposición de equipos y/o mejoramiento y ampliación). Hasta recientemente, las empresas sanitarias urbanas, bajo convenios de asistencia técnica con los gobiernos regionales, proveían asistencia técnica para establecer las tarifas de las cooperativas y comités. Hoy, a través del nuevo marco legal ([ver Box 1 sobre la nueva Ley de Servicios Sanitarios Rurales](#)), el establecimiento de las tarifas de agua es responsabilidad de la agencia de regulación del sector (SISS) para cada proveedor de manera individual, brindando una oportunidad para fijar tarifas que puedan efectivamente recuperar costos de operación.

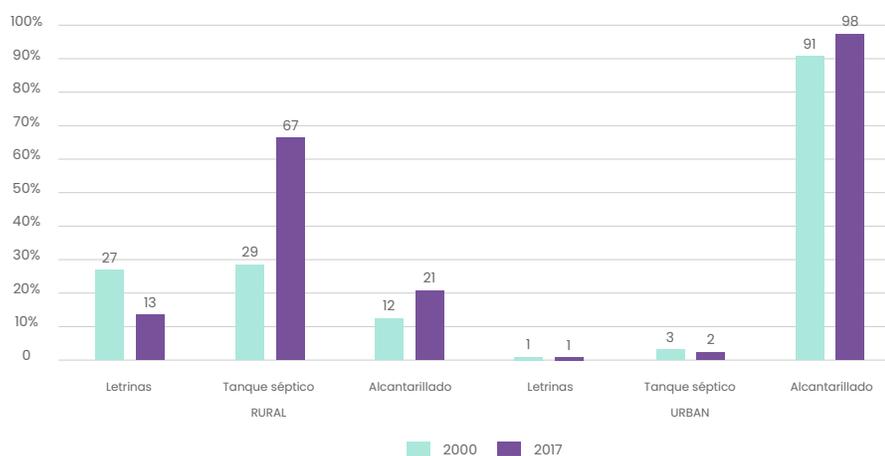
Además de la tarifa (*que no alcanza para cubrir costos de operación, administración, mantenimiento*), el rezago en el reajuste de las mismas (cada 2 años o más), afecta la capacidad financiera para gestionar los sistemas, lo cual se complica más teniendo en cuenta que en el interín ocurrió un desfase respecto del alza de precios de bienes y servicios necesarios para su funcionamiento como, por ejemplo, la energía eléctrica. Este fenómeno se repite también para aquellos sistemas que administran alcantarillado, aumentando la dependencia del Estado para mantener y reparar los servicios.



Chile enfrenta un gran desafío en la provisión de servicios de saneamiento en la zona rural, especialmente en las zonas rurales semi concentradas y dispersas. El país presenta un retraso en la provisión del saneamiento rural gestionado de manera segura en comparación con realidades de países de mayor desarrollo. En 20 años, estas coberturas en la población rural apenas crecieron 9 y 11 puntos porcentuales, respectivamente, situación que es mejor que la mayoría de sus pares latinoamericanos con la excepción de Ecuador, Perú y México (en alcantarillado rural).<sup>37</sup> Sin embargo, para proveer servicios sostenibles a la zona rural se requiere una mezcla de opciones tecnológicas y no solo alcantarillado y tratamiento. En el gráfico a continuación se observa cómo ha evolucionado la oferta de las distintas tecnologías de saneamiento en el ámbito rural. Aparentemente el país ha cambiado las letrinas por un nivel de servicio mayor como los tanques sépticos y el alcantarillado. Las debilidades en información, especialmente sobre el saneamiento rural, podrían estar escondiendo una brecha de acceso mayor, sobre todo si incluimos criterios de Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS6) para medir acceso a saneamiento gestionado de forma segura.

### ► Gráfico 9.

Evolución de coberturas urbano-rural (% de población) según uso de solución de saneamiento 2000-2017 (por actualizar gráfico)



**Fuente:** Elaborado con información del JMP (2019) consultando washdata.org.

Si bien el nuevo marco legal promueve que las organizaciones que administran APRs operen sistemas de alcantarillado, la tarea va a ser grande pues son pocas las organizaciones de APRs que administran estos sistemas a lo largo del país: menos del 20 % al 2014, según el estudio de la Universidad de Chile citado. En algunas regiones (Arica-Parinacota y Tarapacá) ninguna APR opera alcantarillado. Por una cuestión de escala, es natural que las APRs de mayor número de arranques operen más sistemas de alcantarillado, aunque la responsabilidad no siempre es de las organizaciones comunales (Comités o Cooperativas de APR) sino, también, puede recaer en el municipio.

Además, de las escasas plantas de tratamiento existentes en sectores rurales, en una proporción elevada funcionan mal o no funcionan. Hacia 2013 un tercio

<sup>37</sup> JMP/OMS/UNICEF (2017) washdata.org.



de los servicios de APR operaban una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS), la mayoría administrada por entidades diferentes a las APRs, como municipios, y siendo las regiones de O'Higgins y del Maule las que operaban más plantas. De este modo, el ámbito del saneamiento rural representa un gran desafío para el país.

### ► Box 1.

La nueva Ley de Servicios Sanitarios Rurales brinda una oportunidad para planificar, priorizar y asignar mejor los recursos en el subsector.

La nueva Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), que fue aprobada en enero de 2017 y entró en vigencia el 20 de noviembre de 2020, establece el marco regulatorio para la provisión de los servicios sanitarios de agua potable y saneamiento en las zonas rurales. La ley responde a la necesidad de contar con un marco legal propio para el sector sanitario rural, que permita el crecimiento de las organizaciones comunitarias que administran, operan y mantienen los sistemas de agua potable rural (APR) y a su vez, defina el rol del Estado en la provisión de servicios en zonas rurales. Este nuevo marco legal busca potenciar al subsector rural ya que hay tareas aún pendientes, especialmente, en términos de la calidad del servicio de agua, la administración financiera y sostenibilidad de los sistemas, el tratamiento de aguas servidas, la ausencia de información, entre otros.

Bajo la nueva ley, se crea la Subdirección de Servicios de Saneamiento Rural (SSR) en la DOH del MOP con responsabilidades integrales. La SSR tiene responsabilidades tanto en agua y saneamiento, y también tiene la responsabilidad de brindar asistencia técnica a las organizaciones comunales, anteriormente desempeñadas por las empresas sanitarias urbanas de agua bajo la modalidad de convenios con los gobiernos regionales. Mientras que anteriormente estas licencias otorgadas a organizaciones comunitarias eran renovables (se otorgaban por un periodo determinado a una organización para tener derechos de agua), hoy bajo la ley, las licencias serán otorgadas a perpetuidad a las organizaciones comunitarias para la provisión del servicio en un territorio geográficamente determinado. Sin embargo, cada 5 años se evalúa la licencia en función a una evaluación de los sistemas de agua en términos de su calidad de servicio, eficiencia financiera, planes de inversión, títulos de derechos de agua, etc. Además, la nueva ley crea la Unidad Técnica dentro de la SSR para contratar las inversiones a otros actores públicos como los Gobiernos Regionales y Municipalidades. La priorización de inversiones dependerá del desempeño de los proveedores de servicio (comités y cooperativas), que serán medidos y por un ranking que realizará la SSR. La asignación de presupuesto para expandir y mejorar los sistemas dependerá del desempeño medido por la SSR. Considerando estos elementos, el nuevo marco legal brinda la oportunidad a Chile para ordenar, priorizar y asignar recursos al subsector rural con miras a lograr el estándar de agua y saneamiento gestionados de manera segura que establecen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (metas OD6.1 y 6.2), en medio de un contexto de menores recursos fiscales y una larga sequía que amenaza la seguridad hídrica del país.

The cover features a large, dark blue triangle on the left side, which is partially overlaid by a lighter blue triangle. The background is a photograph of water with white foam, possibly from a waterfall or rapids. The number '3' is prominently displayed in white on the dark blue triangle.

# 3

## **ANÁLISIS DEL SECTOR DEL AGUA. GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**



## 3.1 | Características de los recursos hídricos

La disponibilidad de recursos hídricos de Chile presenta una distribución espacial muy heterogénea, con caudales extremadamente bajos en el norte y muy elevados en el sur. Es así como el balance hídrico de Chile entrega un caudal medio a nivel nacional de 30 000 m<sup>3</sup>/s (54 000 m<sup>3</sup>/hab./año), de los cuales sólo 21 m<sup>3</sup>/s (700 m<sup>3</sup>/hab./año), se localizan en las regiones de más al norte (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) mientras que 20 000 m<sup>3</sup>/s (2,3 millones de m<sup>3</sup>/hab./año), lo hacen en las regiones del extremo sur (Aysén y Magallanes).

Además, la variabilidad interanual de las precipitaciones es sustancialmente mayor hacia el norte del país, de modo que las situaciones de sequía tienen una intensidad y duración mayor en aquellas zonas que presentan una menor disponibilidad hídrica, agravando sus impactos en la actividad económica. En las regiones del norte los caudales máximos se observan en los meses de verano, como consecuencia de las lluvias estivales del altiplano, mientras que en el Norte Chico y en la Zona Central, el régimen hidrológico refleja la importante acumulación nival que ocurre en la cordillera de los Andes, generándose la mayor parte de la escorrentía anual durante el período de deshielo, entre octubre y marzo.

Las aguas subterráneas constituyen un recurso importante para atender las demandas de agua del país. Existe una capacidad instalada de bombeo de aproximadamente 500 m<sup>3</sup>/s y en lo relativo al abastecimiento de agua potable, representa el 55% de la capacidad de producción. En general, se trata de acuíferos de pequeño tamaño, con niveles estáticos poco profundos, que presentan una productividad elevada, y una importante interacción con los cursos de agua superficiales.

La constitución química natural de las aguas en Chile presenta una alta concentración de sales en las zonas áridas del norte del país, la que disminuye progresivamente hacia las regiones más húmedas del sur. Asimismo, las aguas del Norte Grande, con frecuencia contienen arsénico y boro en concentraciones elevadas debido a la actividad volcánica y a la presencia de depósitos evaporíticos. En las regiones de Atacama y Coquimbo, aunque la salinidad disminuye respecto de las regiones del extremo norte, con frecuencia en los cursos inferiores también se tienen restricciones para el uso del agua por exceso de salinidad (Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí). En tanto, en la zona Central, la calidad del agua mejora notablemente, y desde la Región del Bío Bío hacia el sur, las abundantes precipitaciones permiten que las aguas mantengan contenidos de sólidos disueltos extraordinariamente bajos.

Aun cuando las normas de emisión, como lo veremos más adelante, han permitido disminuir el nivel de contaminación por las descargas, la carga total de contaminantes en los cuerpos de agua ha aumentado en algunas regiones del país, especialmente en las zonas costeras y el norte. Los desafíos importantes en relación con la calidad de las aguas hoy son relacionados a la protección de los lagos costeros, los estuarios y las aguas subterráneas particularmente vulnerables a la contaminación; afrontar la contaminación difusa agrícola y forestal; la contaminación de las pequeñas minerías artesanales no controladas



**Existe una capacidad instalada de bombeo de aproximadamente 500 m<sup>3</sup>/s y en lo relativo al abastecimiento de agua potable, representa el 55 % de la capacidad de producción.**

hasta ahora; y el mejor control del eventual impacto de los pasivos asociados a los residuos mineros.

Asimismo, la seguridad hídrica de los usos ambientales o de los usos dependiendo del agua como parte del entorno natural no es, en general, objeto de protección adecuada. De hecho, no hay derechos de agua, ni compensación que tengan en cuenta el valor del agua sin que haya “usos” fuera del cauce. Sin embargo, estos usos existen (p.ej. pesca, transporte y navegación, pastoreo), y eso puede afectar el modo de vida de ciertos grupos, incluyendo los indígenas.<sup>38</sup> Además, cuando se han protegido los caudales ecológicos mínimos, estos se ubican principalmente en las cuencas de baja escasez de recursos; y cuando se han establecido, estos se basan en indicadores hidrológicos y/o bioindicadores acuáticos, sin considerar los servicios que los ecosistemas generan para la población que depende de ellos.

## 3.2 | Marco jurídico e institucional, y gestión de los recursos hídricos

A lo largo de un proceso más que centenario, Chile ha desarrollado un marco jurídico e institucional que le ha permitido aprovechar sus recursos hídricos para el abastecimiento de la población y su desarrollo económico. En lo legal, dicho marco se basa en el reconocimiento de las aguas como bienes nacionales de uso público y en la constitución de derechos de aprovechamiento a los particulares para su uso privativo.<sup>39</sup> Estos derechos se entregan a perpetuidad, con una elevada seguridad jurídica, independientes del uso al cual están destinados, y su titular los puede transferir a terceros. En lo relativo a las aguas superficiales del norte y centro del país, en su gran mayoría los derechos de aprovechamiento fueron constituidos hace más de un siglo, y en la actualidad se considera que en las principales cuencas han sido entregados la totalidad de los derechos de aprovechamiento susceptibles de constituir, según la disponibilidad existente. Por su parte, las aguas subterráneas han tenido un gran desarrollo desde los años 80 del siglo pasado, habiéndose cerrado 157 acuíferos para el otorgamiento de nuevos derechos definitivos. En este escenario de fuerte limitación para acceder a nuevos derechos de aprovechamiento constituidos por el Estado, para satisfacer las nuevas demandas, o para proteger la seguridad hídrica de los ecosistemas y servicios asociados donde no se ha podido definir caudal ambiental, se debe recurrir a obtener derechos de aprovechamiento ya constituidos a terceros a través de los mecanismos de mercado.

Los derechos de aprovechamiento son constituidos por la Dirección General de Aguas (DGA), organismo del Estado que ejerce las funciones reguladoras que entrega el Código de Aguas a la autoridad pública en relación con la evaluación de los recursos hídricos, y la constitución, ejercicio y fiscalización de los derechos de aprovechamiento. Cabe destacar que las funciones

<sup>38</sup> Banco Mundial, 2011. Diagnóstico de la Gestión de los recursos hídricos

<sup>39</sup> Banco Mundial, 2015. Chile-RAS Strengthening the legal framework for IWRM



del Estado en relación con la gestión de la calidad del recurso hídrico, la regulación y la provisión de servicios de agua potable y saneamiento y de energía; con el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de riego; el apoyo a los sectores de menores ingresos para acceder a los servicios básicos, entre otras, son ejercidas por otras instancias del aparato estatal.

De este modo, en el sistema institucional se reconoce un conjunto amplio, de unos 43 organismos, que participan directa e indirectamente en la gestión del recurso hídrico, distinguiendo entre aquellas que corresponden a entidades de gobierno, autónomas y de usuarios.<sup>40</sup> En la estructura institucional del Estado, además de la DGA conviene señalar a las siguientes entidades: el Ministerio del Medio Ambiente, con sus servicios especializados: el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), responsable de administrar el Sistema de Evaluación Ambiental, SEIA, y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) encargada de la fiscalización del cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental, incluyendo las normas de calidad secundarias; la Comisión Nacional de Riego (CNR), que coordina la política nacional de riego; y la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP, que es el organismo técnico del Estado, especializado en la provisión de infraestructura hidráulica.

En relación con la gestión de las aguas debe destacarse además el papel de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs). De acuerdo con la legislación, ellas son entidades autónomas, financiadas por sus miembros, y reguladas por el Estado, responsables de distribuir las aguas de acuerdo con los derechos de aprovechamiento de agua de sus usuarios; de construir, mantener, mejorar y administrar los sistemas de distribución y de resolver, en primera instancia, los conflictos entre usuarios. Estas organizaciones, podrían convocar a todos los usuarios poseedores de derechos de aprovechamiento, sin importar el sector usuario (riego, agua potable, industria, minería), aunque los usuarios hidroeléctricos, en la práctica, no se han incorporado a estas entidades y aún existen secciones de río que no cuentan con OUAs ya que no existe voluntad de agrupación por parte de los usuarios. Existen tres tipos de organizaciones de usuarios de aguas superficiales: las Juntas de Vigilancia, que distribuyen los recursos hídricos entre los canales de una cuenca o de una parte de ella, las Asociaciones de Canalistas y las Comunidades de Agua, que hacen esa labor a nivel de una obra con bocatoma común. A nivel de los usuarios que explotan un sector delimitado de un acuífero se organizan Comunidades de Aguas Subterráneas. En el país se encuentran registradas en la DGA 46 Juntas de Vigilancia, 200 asociaciones de canalistas, 3232 comunidades de aguas superficiales, y solo 11 comunidades de aguas subterráneas.<sup>41</sup>

De acuerdo con lo anterior, la administración cotidiana del agua en las cuencas la realizan directamente las Juntas de Vigilancia, sobre la base del respeto de los derechos de aprovechamiento y las normativas. Así, en períodos de escasez, cuando los caudales son insuficientes para abastecer los derechos otorgados con carácter de permanentes, distribuyen las aguas entre los usuarios a prorrata de sus derechos. En épocas de extraordinaria sequía el Presidente de la República puede declarar “zonas de escasez,” lo que faculta a la DGA a intervenir en la administración y redistribuir las aguas. Es importante señalar que frecuentemente las Juntas de Vigilancias operan a nivel de tramos de ríos, las “secciones”, en los que históricamente (usualmente desde hace más de un siglo) se dividieron para los efectos de distribuir las aguas. Este “seccionamiento”

<sup>40</sup> Banco Mundial, 2013. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.

<sup>41</sup> DGA (2016). Atlas del Agua



de los ríos supone un ejercicio de los derechos de aprovechamiento de cada sección con independencia de las secciones de aguas abajo, lo que, en ocasiones, por ejemplo, por cambios en la forma de aprovechamiento de los derechos de agua (cambios de uso, expansión de superficies de riego), generan externalidades para los usuarios de aguas abajo.<sup>42</sup> Asimismo, no obstante que la geología del país favorece la intensa interacción entre las aguas superficiales y subterráneas a lo largo del curso de los ríos, no existe una gestión conjunta de ambos recursos.

## 3.3 | Aprovechamientos y desafíos



**los recursos hídricos en el país permite el riego de aproximadamente 1.1 millones de hectáreas, siendo el principal usuario con el 74% del total. El uso doméstico representa un 12% de las extracciones, y los usos mineros e industriales un 14%.**

Como se ha señalado (1.1), la gestión de los recursos hídricos en el país permite el riego de aproximadamente 1.1 millones de hectáreas, siendo el principal usuario con el 74% del total. El uso doméstico representa un 12% de las extracciones, y los usos mineros e industriales un 14%. Desde el punto de vista del balance entre la oferta de recursos hídricos y las demandas, se pueden distinguir en el país 3 zonas según los niveles de escasez: desde la Región Metropolitana al norte; la zona que va desde la Región de O'Higgins a La Araucanía, y la zona sur, que se extiende desde la Región de los Ríos hacia el sur.

Desde la Región Metropolitana al norte se trata de una zona que ya utiliza casi completamente la totalidad de los recursos que se generan en forma natural en las cuencas. En ella la disponibilidad de agua constituye una limitación clara para su crecimiento económico y presenta cuencas con problemas de sostenibilidad con su actual nivel de aprovechamientos, lo que ha quedado en evidencia con las sequías de los últimos años. En esta zona se utiliza en forma intensiva, en algunos casos sobre explotando, las aguas subterráneas. Además, con algunas excepciones, dispone de una infraestructura de almacenamiento superficial que se ha desarrollado en su potencial al máximo. En general, no se han podido constituir caudales ambientales en esta zona.

Entre la Región de O'Higgins y La Araucanía en años secos se presentan déficits ocasionales de carácter local en la atención de sus actuales demandas. Sin embargo, con una gestión eficiente y una infraestructura adecuadas, múltiples estudios muestran que el recurso hídrico existente podría permitir el desarrollo sin restricciones de las actuales demandas, e inclusive el incremento de las superficies regadas. En la zona se observa una subutilización de las aguas subterráneas y un desarrollo moderado de la infraestructura de almacenamiento. Desde La Araucanía al sur se presenta una abundancia de recursos hídricos y una escasa demanda de carácter consuntivo.

Sin perjuicio de las importantes mejoras observadas en la eficiencia de aprovechamiento a nivel de los usuarios individuales (ver 1.1), aún se trata de una tarea inconclusa. En el caso de la agricultura de riego, aún queda más de

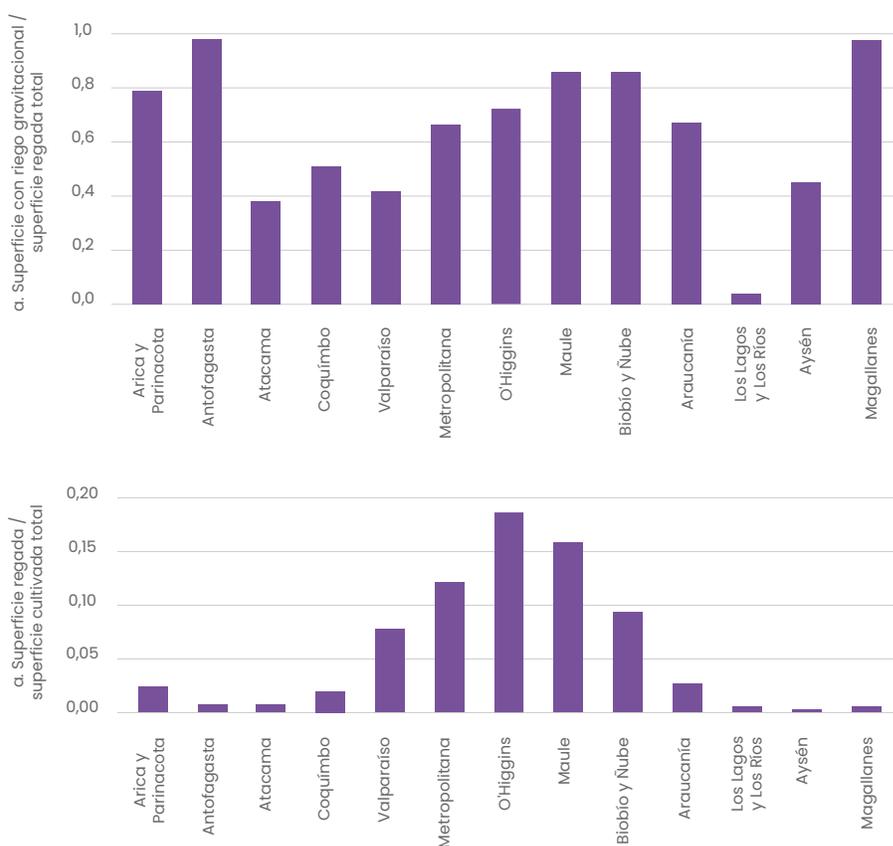
<sup>42</sup> La modernización de los sistemas de riego en las secciones superiores de los ríos genera ahorros que muchas veces no se traducen en reducción de extracciones si no que se aplican a aumentar la superficie cultivada. El aumento de eficiencia también reduce los caudales de retorno que afecta a los usuarios aguas abajo.



la mitad de la superficie utilizando métodos de riego tradicionales. Continuar con el incremento de la eficiencia de riego constituye una forma muy efectiva para responder a los eventos de sequías observadas en los últimos años y a escenarios de escasez hídrica más exigentes asociados a un cambio climático. Sin embargo, lo anterior, debe efectuarse en un contexto que considere adecuadamente las externalidades asociadas a la conversión del riego tradicional al riego tecnificado, en la perspectiva de una gestión integrada de los recursos hídricos en el marco de la cuenca, algo que todavía no se ha logrado. De hecho, la mejora de la eficiencia de uso por tecnificación del riego se acompaña generalmente de una disminución de la cantidad de agua que vuelve al río o al acuífero (caudal de retorno) y sobre la cual, pueden depender otros usuarios, incluyendo los ecosistemas. Eso puede conducir, especialmente en cuencas con escasez de agua importante, a impactos serios sobre los usos de terceros y a la sobreexplotación del recurso. Hasta ahora no se han tomado medidas importantes para enfrentar los diversos problemas asociados con los cambios en los caudales de retorno. (Gráfico 10).

► **Gráfico 10.**

Superficie con riego gravitacional sobre el total de superficie regada (a.) y Superficie regada total sobre el total de superficie cultivada (b.), por región



Fuente: Elaboración propia con datos del VII Censo Nacional Agropecuario (2006/2007)

Del mismo modo, existe un evidente retraso en la modernización de los sistemas de canales que permita optimizar la función de captación, conducción y distribución de las aguas, y así mejorar la eficiencia y la calidad del servicio de riego. La necesidad de avanzar en esta materia resulta especialmente urgente



en la zona que va de Santiago al norte, ya que ello permitiría complementar la inversión realizada en grandes obras de regulación, las mejoras de eficiencia a nivel predial, contribuyendo a disminuir la vulnerabilidad mostrada en los últimos períodos de sequía. Cabe considerar que en el país existen unos 6000 canales con bocatomas en los cauces naturales y unos 150 000 km de canal, y existen estudios dirigidos al mejoramiento y modernización de los sistemas de distribución extra predial que beneficiarían unas 300 000 ha pero que no se han materializado.<sup>43</sup> No obstante lo anterior, solo en los últimos años la Comisión Nacional de Riego ha activado iniciativas dirigidas a ese propósito.

El sistema de gestión del agua en Chile se ha demostrado eficaz para permitir el acceso a los recursos hídricos por parte de las actividades productivas de una forma ordenada y previsible, ha favorecido la inversión privada en iniciativas que dependen del suministro de agua, y ha hecho posible la atención de nuevas demandas, a pesar del escenario de escasez. Lo anterior, en un marco de elevada autonomía de los usuarios y con una limitada intervención estatal. Sin embargo, el uso cada vez más intenso de los recursos hídricos unido a las condiciones climáticas presentes en la última década hacen necesario poner de manifiesto algunas importantes limitaciones:<sup>44</sup>

- ▶ El uso sucesivo del agua y el seccionamiento de las cuencas, permite la generación de importantes externalidades que no están consideradas en el sistema. Así, por ejemplo, los cambios de uso de las aguas mediante el acuerdo entre privados a través del mercado, la expansión de las zonas de riego en las zonas de aguas arriba, las mejoras de eficiencia y otras iniciativas no tienen una instancia donde sean evaluadas ni tienen un marco regulatorio que prevenga los efectos sobre el resto de los usuarios y el medio ambiente. Lo anterior se traduce en una incertidumbre sobre la real disponibilidad hídrica en un punto dado en el mediano y largo plazo.
- ▶ El sistema de gestión no resulta adecuado para desarrollar en forma efectiva y a la escala necesaria los beneficios de un manejo conjunto de las aguas superficiales y subterráneas de una cuenca, alternativa muy atractiva dadas las condiciones que se presentan en muchas cuencas del país.
- ▶ El sistema de gestión actual no considera instrumentos de planificación con una visión integrada que coordine las iniciativas tanto del ámbito público como privado, en el mediano y largo plazo. Ello limita el desarrollo de iniciativas de interés común orientadas a mejorar la resiliencia de la cuenca, la realización de proyectos de uso múltiple, el manejo adecuado de los temas de contaminación y medio ambiente, entre otras.

El aprovechamiento de los recursos hídricos se presenta en un contexto histórico de un importante pasivo ambiental, derivado de décadas donde se había otorgado una escasa atención a la conservación de ese patrimonio. Además, la mayor actividad económica de las últimas décadas se asocia a una mayor presión sobre el medio ambiente y, paralelamente, se observa una creciente preocupación de la ciudadanía por el tema. En particular se presentan dos temas ambientales de importancia. El primero es el incremento de las fuentes contaminantes, incluido los nutrientes y pesticidas asociados a la actividad agrícola, lo que constituye una importante amenaza ambiental. Así, por ejemplo, se observa un significativo incremento de nitratos en las aguas subterráneas, no

<sup>43</sup> CChC (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Capítulo 1. Recursos Hídricos.

<sup>44</sup> Instituto de Ingenieros/ Comisión de Aguas (2012). Hacia una Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Una Propuesta.



obstante que, como se ha indicado en 2.1, la contaminación por aguas servidas urbanas se ha controlado. Un segundo tema es la inexistencia de caudales ambientales en gran parte de los ríos del país, situación que viene desde el siglo XIX, y que debiera abordarse.

## 3.4 | Resiliencia y cambio climático

Como se ha señalado a lo largo del documento, desde principios de la década, la zona del norte y la zona central del país, han experimentado un grave período de sequía, el que, además, estaría asociado al proceso de cambio climático, considerando que los estudios<sup>45</sup> muestran que existe una alta probabilidad de que las precipitaciones tengan una disminución significativa entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Asimismo, se ha dejado en evidencia el enorme costo económico para el país de fenómenos como las sequías.

Al respecto, la prolongada sequía revela las debilidades de los sistemas de recursos hídricos en algunas cuencas para asegurar el abastecimiento de las demandas, generando impactos relevantes en la actividad económica en ciertas regiones (Coquimbo, Valparaíso, RM). No obstante que estas situaciones de escasez han sido mitigadas por las organizaciones de usuarios a partir de un manejo prudente de la infraestructura de regulación existente y una distribución cuidadosa de los recursos hídricos, según los derechos de aprovechamiento de los usuarios, se ha comprobado que en estos periodos las actuales fuentes resultan insuficientes para abastecer la demanda actual, lo que tiene un alto costo económico y social para el país. Tampoco se han desarrollado instrumentos financieros que permitan proteger la actividad económica de estas eventualidades. Inclusive, como se indicó en el capítulo B, el suministro de agua a las poblaciones ha estado en riesgo y en localidades rurales se ha debido recurrir a soluciones de emergencia.

Por otra parte, el control de las crecidas de los ríos y el drenaje de las aguas lluvias urbanas, en general, han tenido una escasa atención por parte del Estado. Al respecto, diversos estudios concluyen la existencia de un importante déficit de infraestructuras de protección, en especial en las ciudades.<sup>46</sup> Además, se debe considerar que las características hidrológicas y orográficas del país favorecen la existencia de grandes aluviones, que generan un grave riesgo para las poblaciones. Así, por ejemplo, se han presentado eventos de crecida en el norte del país que han producido numerosas víctimas fatales, grandes pérdidas en las viviendas y en la infraestructura urbana, vial, sanitaria y de electricidad, y el colapso de la actividad económica (ver 1.1).

En este contexto, la vulnerabilidad del país en relación con los desastres asociados a estos eventos hidrológicos extremos solo ha presentado mejoras

<sup>45</sup> CR (2015). La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Sobre esta materia se han realizado desde fines de los años 80 del siglo pasado numerosos informes, todos coincidentes, que destacan la amenaza de una importante reducción de los caudales en la zona central del país.

<sup>46</sup> CChC (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Capítulo 1. Recursos Hídricos.

locales (por ejemplo, en la construcción de obras de control aluvional), y el valor de los daños ha tendido a incrementarse como resultado del mayor nivel de vida de la población y del crecimiento económico. Esta poca atención por el tema se relaciona con el alto costo de las obras de protección, el hecho de que sus beneficios se manifiestan en forma ocasional y las dificultades que existen para determinar adecuadamente los beneficios asociados, pese a que estos beneficios van a aumentar con el cambio climático. De este modo, con frecuencia la inversión en este tema no resulta aceptable desde el punto de vista de los indicadores económicos y metodologías utilizados para la inversión pública en el país. Cabe agregar que, adicionalmente, se prevé que el impacto del cambio climático resulta especialmente crítico en las numerosas ciudades localizadas al pie de la cordillera de los Andes, surcadas por cauces que drenan cuencas nivopluviales sensibles al ascenso de la línea de nieves.





# 4

## RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS

## 4.1 | Gestión de los recursos hídricos y resiliencia

### 4.1.1. Aspectos legales

El marco legal que rige las aguas en el país ha sido objeto de un amplio debate a nivel del parlamento y de la opinión pública, el cual ya dura más de una década. En particular, se ha propuesto reformar diversos artículos de la legislación estableciendo entre otras materias: (1) una prioridad para la concesión y ejercicio de los derechos de agua destinados al consumo humano, (2) poner un plazo de duración a los nuevos derechos que se constituyan, (3) reforzar las sanciones a los derechos que no están en uso, establecer limitaciones a los cambios de uso, y (4) ampliar las facultades de la autoridad pública para establecer caudales mínimos ambientales en ríos con los derechos de aprovechamiento ya otorgados.<sup>47 48</sup> Para los efectos del presente documento es conveniente enfatizar que el marco legal que rija la gestión del agua debiera considerar en forma equilibrada su dimensión social, económica y ambiental, y las iniciativas que se desarrollen debieran ser cuidadosas en no afectar aquellas prácticas que han sido positivas para la gestión de los recursos hídricos y que explican los logros alcanzados por el país en el aprovechamiento de sus recursos hídricos. Respecto del dominio de las aguas es importante señalar que las aguas en Chile han sido reconocidas legalmente como bienes nacionales de uso público desde el siglo XIX,<sup>49</sup> sin perjuicio de lo cual, como sucede en la generalidad de los países, se concede el uso de este bien y se otorgan concesiones a los particulares para que realicen usos privativos a través de derechos de aprovechamiento.<sup>50</sup> De este modo, el verdadero tema de debate se refiere a las obligaciones y derechos, así como al marco regulatorio que se aplica a dichas concesiones. De acuerdo con la naturaleza de la gestión hídrica en el país y de sus desafíos resulta adecuado destacar algunos elementos que debieran ser considerados en el análisis del marco legal:

- ▶ La gestión del agua es un componente clave para el desarrollo económico del país y en particular para su actividad exportadora (**ver 1.1.**). En este contexto la solidez y estabilidad de largo plazo del sistema de derechos de aprovechamiento son necesarios para permitir inversiones en el sector, considerando que en general ellas se realizan sin tener la posibilidad de un destino alternativo. Por la misma razón, resulta de gran importancia establecer normas o regulaciones orientadas hacia la resiliencia para asegurar un uso beneficioso y razonable de los recursos hídricos disponibles tomando en cuenta los impactos del cambio climático.
- ▶ En el escenario de escasez prevaleciente en gran parte del país, donde los derechos de aprovechamiento que ya han sido otorgados comprometen la totalidad de la disponibilidad hídrica, es indispensable definir los mecanismos

<sup>47</sup> Comisión de Aguas. Instituto de Ingenieros (2017). La Reforma al Código de Aguas y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

<sup>48</sup> Banco Mundial, 2011. Chile: Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos.

<sup>49</sup> Banco Mundial, 2015. Chile-RAS Strengthening the legal framework for IWRM.

<sup>50</sup> Ibidem.



que permitan una reasignación de las aguas con el propósito de atender las nuevas demandas que surgen de la dinámica económica y social. En este sentido, en el caso de Chile, el mecanismo de mercado presenta algunas ventajas frente a un eventual procedimiento administrativo, debido a su adecuación a las necesidades y flexibilidad, agilidad administrativa, racionalidad económica, ausencia de discrecionalidad y bajo nivel de conflicto y de riesgo de corrupción. Aun así, se hace necesario revisar la normativa vigente con el propósito de tener un mercado regulado, con una adecuada consideración de las externalidades económicas y ambientales, y, en general, del interés público asociado a las transferencias de agua.

## 4.1.2. Aspectos institucionales

La estructura institucional actual del agua presenta diversas fortalezas que es necesario reconocer y mantener:

- ▶ La existencia de una institucionalidad que distingue claramente entre las funciones regulatorias del Estado y aquellas de promoción y desarrollo, incluida la construcción de obras hidráulicas y la provisión de servicios de agua potable y riego.
- ▶ Sistemas regulatorios, como el establecido en el Código de Aguas en relación con la administración del agua, o el definido en la legislación aplicable al sector sanitario, con procedimientos consolidados de publicidad y transparencia, así como de oposición y reclamos, en relación con la toma de decisiones por la autoridad.
- ▶ El papel de los usuarios a través de las OUAs, concebidas como entidades autónomas y autofinanciadas encargadas de la distribución de las aguas en cauces y canales.

A pesar de lo anterior, como se señaló en documentos previos del Banco Mundial,<sup>51 52</sup> la mejora de la institucionalidad asociada a la gestión de los recursos de agua es una condición indispensable para resolver en forma eficiente las materias pendientes. Los principales problemas detectados en materia de institucionalidad pública se refieren a “la inadecuada delimitación y coordinación de funciones entre los organismos que intervienen en la gestión del agua; la ausencia de una autoridad política superior que coordine las funciones e instituciones del Estado en relación con el agua; y la falta de coordinación de los actores responsables de la gestión del agua a nivel local”.<sup>53</sup>

En relación con los problemas detectados en el nivel nacional se recomienda la implementación de un ente rector, de nivel jerárquico superior y con liderazgo efectivo sobre el tema, inicialmente una Subsecretaría de Recursos Hídricos, en el marco de un MOP. Cabe destacar que esta propuesta incluida en los informes del año 2013,<sup>54</sup> la ha tomado como suya la Mesa Nacional del Agua convocada recientemente por el actual Gobierno, el que ha resuelto que presentará un

<sup>51</sup> Banco Mundial, 2011. Chile: Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos.

<sup>52</sup> Banco Mundial, 2013. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.

<sup>53</sup> Ibidem.

<sup>54</sup> Ibidem.

proyecto de ley con ese propósito.<sup>55</sup> Dicho organismo debiera atender a la formulación e implementación de una política nacional de recursos hídricos, formular y coordinar las políticas públicas y la planificación estratégica del sector a nivel del Estado, coordinar la acción del Estado y constituirse en el responsable político de Gobierno en la materia. Asociado a lo anterior, la Mesa Nacional del Agua propone la necesidad de estudiar la conformación de un Consejo de Ministros del Agua<sup>56</sup> y un Consejo Nacional del Agua, este último como organismo consultivo con participación de los distintos sectores del país involucrados y de la sociedad civil, según lo recomendado en análisis recientes.<sup>57</sup>

En el nivel de la cuenca y en la perspectiva de resolver las limitaciones del sistema en el ámbito de la planificación y de la gestión integrada de los recursos hídricos en dicho espacio (ver 3.3), se recomienda revisar con detalle los roles, funciones y limitaciones de las figuras existentes para administrar el agua en la cuenca, para proponer una instancia institucional que integre las fortalezas de las OUA, permitiendo al mismo tiempo generar y promover una visión integrada y sustentable de mediano y largo plazo de la gestión del agua. Esta nueva instancia local debería cumplir con algunos preceptos básicos de la gestión por cuenca, como son la autonomía, participación pública privada, reconocimiento como representante legítima de los beneficiarios e interesados (no solo de titulares de DAA). En esta instancia se debiera estudiar, aprobar e implementar el Plan de Recursos Hídricos de la Cuenca de carácter estratégico, orientado a promover una gestión integrada y sustentable de mediano y largo plazo de los recursos hídricos.<sup>58</sup> De este modo se busca construir una instancia en condiciones de analizar en forma participativa los problemas y limitaciones que se han expuesto en secciones anteriores: (1) la división de las cuencas en secciones; (2) la gestión independiente de los recursos hídricos superficiales y subterráneos; (3) el tratamiento de las externalidades asociadas a los cambios tecnológicos y de usos; (4) el balance entre objetivos productivos y ambientales, el manejo de situaciones de sequía y posible situaciones bajo cambio climático; y (5) el acuerdo acerca del desarrollo de infraestructuras de interés común, entre otros. Esto exige un análisis holístico para generar soluciones resilientes, sostenibles, eficientes y equitativas; impedir impactos sobre terceros y aprovechar las oportunidades técnicas y la innovación que permiten una mejor gestión del agua.

Un elemento crítico, analizado en informes anteriores del Banco Mundial, corresponde a la necesidad de reforzamiento de las capacidades de la administración encargada de los recursos hídricos a nivel central y a nivel local, con énfasis en la gestión de cuenca. Al respecto, se considera necesario impulsar iniciativas orientadas al desarrollo de los recursos humanos destinados a superar las limitaciones en número de personal y perfiles que han sido detalladas en diagnósticos anteriores<sup>59</sup>

Sin desconocer el papel cumplido por las organizaciones de usuarios, se estima que presentan necesidades de reforzamiento, modernización y adecuación

---

<sup>55</sup> El Mercurio. 11/Febrero/2021, pág. 3.

<sup>56</sup> El Consejo de Ministros es la máxima instancia gubernamental para coordinar la acción de Gobierno. El subsecretario actuaría como secretario ejecutivo de dicho consejo.

<sup>57</sup> Esta estructura ha sido propuesta en los informes sobre institucionalidad del agua preparados por el Comité sobre Institucionalidad de la Mesa Nacional del Agua (2020) y el Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI) (2019).

<sup>58</sup> Esta propuesta está incluida en los documentos: Banco Mundial (2013). Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua; Instituto de Ingenieros (2012). Hacia una Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Una Propuesta; y en el documento sobre institucionalidad del agua del CPI.

<sup>59</sup> Banco Mundial (2014), Plan para la Mejora del Marco Institucional del Agua en Chile:



normativa, para atender los nuevos desafíos del sector. Entre esos desafíos está la necesidad de ampliación de sus funciones en determinadas materias, por ejemplo, en relación con la vigilancia de la calidad de las aguas, el desarrollo de las capacidades técnicas en numerosos casos y la adecuación normativa con vistas a ampliar su representatividad, inclusión y rendición de cuentas.<sup>60</sup>

Resulta evidente que el aporte del presupuesto nacional para una adecuada gestión de los recursos hídricos y para impulsar los planes de mejoramiento y el desarrollo de la infraestructura necesaria, en el actual contexto económico, seguirá siendo insuficiente. Así, el aporte sustantivo de los usuarios para esos fines resulta imprescindible para avanzar en forma efectiva, máxime si se considera que la actual productividad económica del agua lo hace perfectamente factible y los desafíos futuros asociados al cambio climático constituyen un riesgo de gran magnitud. Con ese propósito, se hace necesario avanzar en el establecimiento de sistemas de cobro de tarifas y cánones orientados a la reinversión en la cuenca en un contexto de gestión integrada de recursos hídricos y de los cambios institucionales a nivel de las cuencas propuestas.

### 4.1.3. Desarrollo de infraestructura

En materia de infraestructura es necesario que la política de aguas, a través de un plan de cuenca, priorice las obras que permitan atender las emergencias asociadas a las situaciones de sequía y desarrolle un plan con las iniciativas que permitan mejorar la resiliencia de los sistemas, incorporando la incertidumbre introducida por el cambio climático.

Como se ha señalado, la mitad norte del país, a partir de la Región Metropolitana presenta un grave problema para dar sostenibilidad a los actuales aprovechamientos de agua, situación agravada en los últimos años de sequía. Además, se espera que la disponibilidad hídrica continúe disminuyendo como resultado del cambio climático global. En un marco en el que los caudales están regulados en elevado porcentaje (con excepción de las cuencas de la región de Valparaíso) y existe un uso intensivo de las aguas subterráneas, las alternativas para mejorar la actual seguridad hídrica, sin reducir las demandas, se restringen a mejorar la eficiencia a nivel de las cuencas o a incorporar fuentes de agua tales como la desalación y el reúso de aguas servidas tratadas.

En la región norte del país, el aprovechamiento de los recursos hídricos presenta una elevada eficiencia a nivel de los usuarios, considerados individualmente. Sin embargo, la infraestructura de distribución extra-predial avanza muy lentamente en su modernización. Las iniciativas de los propios regantes y de Gobierno han sido de escasa magnitud y discontinuas, y, en definitiva, se observa un importante retraso respecto de los países desarrollados. Las áreas que presentan mayor interés para la inversión en la modernización de los sistemas de distribución son aquellas en las que existe una agricultura con cultivos de alta rentabilidad y una aplicación generalizada de riego tecnificado (cabe destacar que, en las áreas ubicadas de Santiago al norte, existen más de 180 000 ha de

---

<sup>60</sup> Comisión de Aguas. Instituto de Ingenieros de Chile (2011), Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos.



viñas y frutales, y más de 150 000 ha de riego tecnificado (2006/7)). Se propone desarrollar un programa de modernización integral de la infraestructura de distribución, no solo limitado a la automatización de las captaciones en el río, sino que enmarcado y validado a partir de un plan de cuenca. Algunas de las medidas a considerar son las siguientes: complementar el riego tecnificado, optimizando las entregas para adecuarlas a las demandas efectivas de los cultivos y haciendo operativo un mercado de corto plazo; disminuir las pérdidas por evaporación desde los canales y la vegetación adyacente; y en lo posible, ahorrar energía, haciendo entregas en presión para el riego tecnificado.

El tratamiento de las aguas servidas urbanas genera vertidos por un caudal en torno a 40 m<sup>3</sup>/s, de los cuales son enviados al océano unos 8.8 m<sup>3</sup>/s. En el caso de los vertidos al océano, estos se podrían reutilizar e incrementar la disponibilidad en forma neta. Estos recursos son de mucho interés en las regiones con mayor escasez, al margen de que se deba considerar que los que se retornan a los cauces ya son parcialmente aprovechados. En este marco, se considera necesario desarrollar una estrategia que facilite su reuso, ya que las iniciativas existentes solo aprovechan una fracción muy menor de la potencialidad existente. Al respecto, los análisis muestran que para ello se deben resolver diversas restricciones y generar un marco institucional y económico que haga del reuso (con una visión de economía circular), una alternativa efectiva. Los obstáculos e incentivos que deben ser considerados son los referentes a la seguridad jurídica de la propiedad de las aguas servidas tratadas, la normativa ambiental aplicable, la normativa aplicable para la inserción del caudal de reuso en forma efectiva a distintos tipos de aprovechamientos y la posibilidad de incorporar un financiamiento público a los proyectos, que refleje las externalidades positivas.<sup>61</sup>



**El tratamiento de las aguas servidas urbanas genera vertidos por un caudal en torno a 40 m<sup>3</sup>/s, de los cuales son enviados al océano unos 8.8 m<sup>3</sup>/s.**

El balance entre la demanda y la disponibilidad hídrica a lo largo del país permite comprobar la existencia de un bajo nivel de regulación de los caudales desde la Región de Valparaíso hasta la Región de La Araucanía.<sup>62</sup> Las condiciones de sequía observada en los últimos años y las estimaciones acerca del posible impacto del cambio climático en esa zona, otorgan a dicha debilidad el carácter de una amenaza estratégica de gran magnitud que compromete el desarrollo nacional. Adicionalmente, la certeza en la disponibilidad de recursos hídricos facilita las inversiones en un sector de gran importancia exportadora, como la agricultura, e inclusive se estima que el manejo de los recursos hídricos con una elevada eficiencia permitiría en esa zona no solo garantizar los abastecimientos sino incrementar la superficie regada, como se ha considerado en diversos planes de desarrollo de la agricultura en el país.

En este contexto, se hace necesario formular e implementar un plan de almacenamiento de agua, que cubra desde la Región de Valparaíso a la de La Araucanía, orientado a dar seguridad hídrica al desarrollo de esa zona frente a la amenaza que significa el cambio climático y que considere iniciativas que tengan una adecuada factibilidad económica y social. Al respecto, cabe destacar que los actuales planes de construcción de embalses propuestos a nivel gubernamental fueron concebidos en un escenario distinto y para atender objetivos específicos, y lo que el país demanda en la actualidad es una respuesta de carácter estratégico orientada a dar una adecuada seguridad hídrica al conjunto de las actividades que dependen de los recursos hídricos, en

<sup>61</sup> CORFO/ Diagua Consultores (2019). "Desarrollo de un Modelo Regulatorio-Institucional-Financiero que Viabilice el Reuso de las Aguas Residuales en Chile".

<sup>62</sup> CChC (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Capítulo 1. Recursos Hídricos.



especial para responder al cambio climático y la intensificación de las sequías, análisis que no existe en la actualidad.

En relación con el tema de la protección contra las inundaciones y aluviones, existen programas que se han venido desarrollando de acuerdo con las disponibilidades presupuestarias del Estado. Sin negar dichos avances, se identifican dos materias que no han sido incorporadas a los planes, en las que resulta necesario tomar iniciativa:

- ▶ El desarrollo en el país de un plan de seguridad de presas. En esta materia el país presenta un retraso si se lo compara con diversos países que disponen de una institucionalidad con un organismo responsable y altamente especializado, que desarrolla planes regulares de monitoreo, evaluación y control, y tiene herramientas efectivas para dar seguridad a la población sobre ese tipo de obras.<sup>63</sup>
- ▶ Los impactos asociados al cambio climático, al uso del suelo y al manejo del territorio, que puede afectar dramáticamente el comportamiento de sistemas de drenaje que en el pasado operaron en forma adecuada, pero que pudieran dejar de hacerlo en el futuro. En especial preocupan aquellos eventos que son particularmente sensibles a dichos cambios, como es el caso de la magnitud de las crecidas generadas en las cuencas pluvio-nivales y nivales que afectan obras tan críticas, como por ejemplo embalses, y actividades establecidas en las riberas de importantes cauces (por ejemplo, el río Mapocho). Al respecto se requiere, por una parte, que las instituciones especializadas desarrollen planes de revisión de la capacidad de las infraestructuras críticas para la seguridad de la población, y por otra, incorporar modificaciones a las normas regulatorias aplicables a las obras de propiedad privada para hacer dicha revisión exigible.

#### 4.1.4. Planes en temas específicos

Distintos diagnósticos han enfatizado el déficit de información para la toma de decisiones en relación con la gestión del agua.<sup>64 65 66</sup> Al respecto se propone impulsar un plan orientado a la generación de información y conocimiento para la gestión sostenible de los recursos hídricos en el país. Dicho plan debiera incluir: (1) el fortalecimiento y ampliación de redes y programas de medición, algunos de ellos actualmente en marcha y que emplean el uso de tecnologías innovadoras como drones, sensores remotos y monitoreo por satélite; (2) programas destinados a cubrir brechas en inventarios y catastros, mediante una acción coordinada pública-privada; (3) el desarrollo de plataformas de acceso a la información que integren la información registrada por diversas agencias públicas; (4) actividades para aprovechar la capacidad de los usuarios de generar información y coordinar a nivel de la cuenca la información hídrica para una gestión integrada. Asimismo, se requiere impulsar un plan de estudios

<sup>63</sup> Banco Mundial, 2013. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.

<sup>64</sup> Banco Mundial (2014), Plan para la Mejora del Marco Institucional del Agua en Chile.

<sup>65</sup> Comisión de Aguas. Instituto de Ingenieros de Chile (2011), Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos.

<sup>66</sup> CNID (2016) Ciencia e Innovación para los Desafíos del Agua en Chile.

básicos y el desarrollo de programas de investigación en áreas prioritarias (por ejemplo: aguas subterráneas, hidrología de montañas, zonas áridas, entre otras).

**Gestión de aguas subterráneas.** El aumento del uso de agua subterránea, el descenso de las precipitaciones y diversas iniciativas que han limitado la recarga de los acuíferos a lo largo de las últimas décadas, como por ejemplo el desarrollo del riego tecnificado, han contribuido a que se presente una sobreexplotación de ciertos acuíferos de la zona norte y central, y en general un descenso importante de los niveles en las aguas subterráneas. La gestión sustentable de las aguas subterráneas requiere un marco legal funcional a la naturaleza del tema; instituciones adecuadas para la aplicación de dicho marco legal; políticas y programas que den respuesta a los desafíos que se presenten; y un conocimiento de las aguas subterráneas y su comportamiento a nivel de las instituciones, usuarios y público general, acorde con los papeles que deben desempeñar. No obstante que el país dispone de un marco legal adecuado en el tema, presenta una falencia crítica en lo relativo a la información técnica acerca de los acuíferos y su aprovechamiento. Un segundo aspecto crítico corresponde a la casi total ausencia en la gestión de las aguas subterráneas de la institucionalidad privada (*es decir*, las comunidades de usuarios de aguas subterráneas) prevista en la legislación para administrar en forma sostenible dichos recursos. Cabe destacar que para esa labor se requiere tener la capacidad de medir las extracciones, controlar aquellas no autorizadas y acordar los niveles de bombeo sustentables y hacerlos efectivos. En este escenario, resulta imprescindible para avanzar hacia una gestión sustentable, la realización de un programa sólido, de mediano y largo plazo, de organización y capacitación de los usuarios en los acuíferos más amenazados. Un plan con ese propósito debe considerar los aspectos culturales, administrativos, técnicos y económicos que han limitado en el pasado dichas iniciativas. Un caso especial se presenta en relación con la existencia de acuíferos transfronterizos en el norte del país, donde se hace necesario analizar los arreglos institucionales más convenientes para asegurar una gestión sostenible del agua subterránea y desarrollar una política conducente a ese objetivo.

En relación con los aspectos ambientales asociados a la gestión del agua, cabe destacar la necesidad de avanzar en forma sustantiva en la preparación, dictación e implementación de las normas secundarias de calidad ambiental en las principales cuencas y lagos del país. Cabe destacar que, no obstante que dicho instrumento es la pieza fundamental de una política de control de la calidad de las aguas, solo se ha dictado en un número mínimo de cuerpos de agua. Por lo tanto, resulta indispensable desarrollar un programa orientado a dictar dichas normas, considerando además los recursos que supone su implementación efectiva. En lo relativo a la incorporación de caudales ambientales en la gestión de los recursos hídricos del país, se considera que es una materia en la cual se debiera avanzar para lograr una gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de las cuencas.



## 4.2 | Servicios de APS

No obstante el éxito que presenta el sistema institucional desarrollado para las zonas urbanas en Chile, muestra insuficiencias en la regulación pública sobre las inversiones de los operadores en materia de mantención y reposición de redes (ver B.1). Ello se refleja en niveles de pérdidas en las redes muy superiores a las informadas en países con las mejores prácticas. En el escenario de escasez hídrica existente resulta necesario hacer las correcciones para lograr un incremento significativo de la inversión en dichas actividades. Así, se estima necesaria la revisión de la normativa aplicable a la materia generando los incentivos adecuados para favorecer la inversión en estos rubros.

Los antecedentes hidrológicos obtenidos en años recientes muestran la necesidad de mejorar la seguridad hídrica de abastecimiento de agua potable a diversas ciudades. Así, se hace necesario avanzar en la revisión de la disponibilidad hídrica de las fuentes utilizadas en los nuevos escenarios. Aunque en ocasiones los problemas que se detecten sea posible resolverlos con soluciones particulares, en determinados casos será necesario que las soluciones se inserten en planes orientados a dar seguridad hídrica a nivel de la cuenca, considerando el conjunto de las demandas. Para ello resultará fundamental desarrollar planes de mediano y largo plazo en el marco de una gestión integrada de los recursos hídricos y un marco institucional que promueva un ambiente de cooperación entre los distintos actores. Como una de las soluciones que pudieran ser objeto de análisis en este contexto está la construcción de embalses reguladores multipropósito, el reúso de aguas servidas, el intercambio de agua entre sectores usuarios y la incorporación de plantas desalinizadoras de agua de mar.

En las zonas rurales, sin perjuicio de la mantención y reforzamiento de los actuales planes orientados al cuidado, reposición, ampliación y mejoramiento de sistemas de agua potable rural existentes, y de las iniciativas que buscan abastecer de agua potable a los sistemas semi concentrados, se advierte la necesidad de desarrollar programas específicos en las siguientes áreas:

- ▶ **Saneamiento gestionado de manera segura.** En esta materia la información disponible muestra que existen escasos avances. Ello hace aconsejable de promover una política que se haga cargo del tema, considerando los aspectos financieros, tecnológicos, de recursos humanos, administrativos y organizacionales involucrados.
- ▶ **Abastecimiento de agua potable a la población aislada.** Las encuestas realizadas muestran que existe una numerosa población que no está conectada a ningún servicio público de APS, lo que ha generado una importante preocupación a nivel gubernamental y de instancias de la sociedad civil. Además, parte de dicha población, a raíz de la sequía de los últimos años ha debido ser atendida mediante camiones aljibe con un alto costo fiscal. Cabe destacar que, de acuerdo con la normativa existente, la población no conectada a un servicio público debiera cumplir en sus viviendas con un conjunto de exigencias sanitarias establecidas y que, una proporción significativa de dicha población sin servicio público corresponde a grupos



**En el escenario de escasez hídrica existente resulta necesario hacer las correcciones para lograr un incremento significativo de la inversión en dichas actividades.**

sociales medios o altos. En este contexto, se hace necesario implementar una política general, considerando distintos instrumentos de acuerdo con las condiciones socioeconómicas de la población y las mejores soluciones técnicas y económicas para asegurar un adecuado nivel de servicio.

► El Gobierno debería buscar mayor eficiencia financiera en la provisión de servicios de APS en el área rural alentando la aglomeración de prestadores rurales, ya que 7 de cada 10 no recuperan costos. Además de fijar tarifas adecuadas de acuerdo a los sistemas de APR que operan en cada contexto con apoyo de la SISS, podría iniciar experiencias piloto de asociatividad o aglomeración de APRs (una en el norte, otra en el centro y una en el sur). La asociatividad cobra mayor relevancia ahora que las organizaciones que gestionan APRs se harán cargo de los servicios de alcantarillado, que en algunas regiones es gestionado de manera conjunta.

► El Gobierno también debería establecer un sistema para la generación de información del subsector rural para tomar las mejores decisiones tarifarias y de inversiones en infraestructura, que permitan a Chile alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible al 2030, especialmente, en saneamiento rural.





5

**LECCIONES  
APRENDIDAS EN  
EL CASO DE CHILE**

La trayectoria de Chile en la gestión de sus recursos hídricos y en la provisión de servicios hídricos entrega abundantes elementos que pueden ser de interés para comparar con otras experiencias, tanto en sus éxitos como en sus limitaciones, aun cuando ellos deban ser ponderados en su contexto histórico, geográfico, económico, social y cultural. En los siguientes párrafos se identifican algunas materias que conviene destacar al respecto.

La separación de las funciones regulatorias asociadas a la gestión hídrica, de desarrollo y promoción de proyectos. Esta separación y el marco normativo asociado, ha permitido dar la importancia, profesionalismo e independencia requeridos a las funciones de regulación, evitando su minimización y subordinación a acciones de mayor relevancia política para la acción gubernamental, como son la realización de grandes proyectos de interés público. Asimismo, se ve como un factor positivo la ubicación del sector hídrico en una instancia neutral respecto de los sectores usuarios y de las visiones parciales asociadas a la gestión del agua.

En condiciones de escasez, para incentivar un eficiente uso del recurso hídrico resulta necesario hacer transparente el valor económico del agua para el desarrollo del país y su importancia para la sociedad en su conjunto. Además, los usos privativos-privados requieren de reglas estables que den seguridad a las inversiones, y el Estado debe generar regulaciones que garanticen un uso beneficioso del recurso hídrico. Como se ha indicado, en el caso de Chile las características de los derechos de agua han incentivado la inversión a nivel de los usuarios individuales y favorecido la valoración de los derechos de aprovechamiento mediante los mecanismos de mercado. Por otra parte, se han debido incorporar regulaciones para incentivar el uso efectivo del agua y evitar la especulación. Están en estudio nuevos mecanismos para reforzarlos.

En el caso de los países latinoamericanos, con frecuencia se presentan procesos económicos y/o sociales que cambian en corto tiempo y en forma drástica la manera como se desarrolla la gestión del agua. En el caso de Chile, esta situación fue la que se presentó con motivo del explosivo desarrollo de la explotación del agua subterránea, escenario para el cual el país no estaba preparado en los aspectos técnicos, legales institucionales ni normativos, generando severas dificultades para una gestión sustentable. De acuerdo con lo anterior, para una adecuada respuesta a estas eventualidades resulta recomendable disponer de un adecuado monitoreo de la evolución del sector hídrico que permita una reacción oportuna; y de estructuras institucionales y jurídicas resilientes, que hayan previsto los nuevos escenarios.

En el caso de Chile se comprueba que la ausencia de instrumentos e instituciones para hacer efectiva una gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de las cuencas (sobre la base de planes de mediano y largo plazo), que compatibilice los beneficios individuales y los colectivos, y optimice el uso de los recursos hídricos, constituye una limitación para un aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y es fuente de conflictos que inhiben el desarrollo. Ello resulta más evidente, cuando se generan incentivos de mercado que favorecen el aprovechamiento privado sin que existan regulaciones que consideren externalidades que afectan al conjunto de los usuarios. Es el caso que se observa cuando se amplían sin control las superficies regadas generando una sobreexplotación de los acuíferos.

Los elevados niveles de servicio de los sistemas de APS urbanos que se observan en el país, enfatizan la importancia de la existencia de un órgano regulador responsable del sector: especializado en dicha función, independiente,



**En Chile las características de los derechos de agua han incentivado la inversión a nivel de los usuarios individuales y favorecido la valoración de los derechos de aprovechamiento mediante los mecanismos de mercado.**



profesional y con las capacidades adecuadas. Junto con lo anterior se destaca la importancia de una normativa con procedimientos tarifarios transparentes sobre la base de determinaciones técnicas y económicas, que fijan tarifas eficientes y de autosuficiencia, asociadas a estándares que aseguren la calidad del servicio. Complementando este diseño, resulta fundamental disponer de mecanismos de subsidio que vayan en directo apoyo a los hogares de bajos ingresos.

**Introducción de una nueva ley que otorga nuevos derechos y responsabilidades al sector de agua y saneamiento rural.** La nueva Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) permite que Chile sea de los pocos países que cuenta con una ley específica para regular los servicios de agua potable en zonas rurales del país. Esta ley fue desarrollada por el MOP a través de la DOH, mediante un proceso multisectorial y participativo, por medio del diálogo con distintos ministerios y unidades del Gobierno, incluido el Ministerio de Salud, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Economía, entre otros, y con la colaboración de dirigentes de Comités y Cooperativas de APR. Además de haber sido formulada de manera participativa, la ley tiene como objetivo promover un marco político colaborativo y propicio para las organizaciones comunitarias, junto con fortalecer su capacidad de gestión. Las medidas señaladas establecen los derechos y obligaciones de las organizaciones comunitarias y sus integrantes, otorgando nuevas facultades y responsabilidades al sector, que se fundamentan en los conceptos de colaboración, solidaridad y equidad. Destaca la importancia del sector en la promoción de su propia sostenibilidad, con especial énfasis en el saneamiento rural.

## SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES: GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y RESILIENCIA

DESAFÍOS	CAUSAS	RECOMENDACIONES	
		ASPECTOS INSTITUCIONALES	INFRAESTRUCTURA Y PROGRAMAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de abastecimiento acorde a importancia del tema en el desarrollo social y económico del país.</li> <li>• Gestión integrada de recursos hídricos (coordinación pública-privada, control externalidades, iniciativas de interés común, planificación a nivel de cuencas, protección medio ambiente, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad hidrológica (sequías)/ cambio climático.</li> <li>• Nuevas demandas</li> <li>• Ausencia de institucionalidad e instrumentos orientados a la planificación y coordinación de los actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel nacional: Creación de Subsecretaría de Recursos Hídricos.</li> <li>• Nivel de Cuenca: Creación de Organismos de cuenca.</li> <li>• Reforzamiento de capacidades y modernización, de instituciones públicas y OUAs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de generación y gestión del conocimiento</li> <li>• Plan de embalses para la zona central, con énfasis en cuencas Aconcagua/Maipo.</li> <li>• Desarrollo de nuevas fuentes: Reúso de aguas residuales tratadas: acondicionamiento del marco legal/ institucional/ económico aplicable.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de eficiencia de aprovechamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja eficiencia en aproximadamente el 50% del área regada.</li> <li>• Retraso en modernización de sistemas de distribución.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidad en programas que incentivan el uso eficiente.</li> <li>• Programa de modernización masiva de la infraestructura de distribución. Énfasis en zona de Maipo al norte.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento acorde a las necesidades del sector.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de sistema de cánones y tarifas para la reinversión en la cuenca.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explotación sustentable de acuíferos críticos.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y capacitación de OUAs en acuíferos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa para la gestión sustentable en acuíferos críticos.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de la población frente a eventos hidrometeorológicos extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad hidrológica.</li> <li>• Nuevo escenario asociado a cambio climáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de una propuesta institucional para la seguridad de presas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de control de inundaciones y aluviones. Continuidad de programas existentes.</li> <li>• Formulación de un nuevo Plan integral para el control de impactos asociados a cambio climáticos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar seguridad de abastecimiento y resiliencia en diversas ciudades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad hidrológica (sequías) y cambio climático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de normativa vigente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de revisión de disponibilidad hídrica en nuevos escenarios.</li> <li>• En casos específicos, coordinación con otros actores en el marco de las cuencas para soluciones integrales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja inversión en mantención y reposición de redes urbanas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativa inadecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de normativa vigente.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar abastecimiento de agua potable en zonas rurales en localidades semiconcentradas y a población aislada. Aumentar resiliencia en períodos de sequía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad hidrológica (sequías) y cambio climático.</li> <li>• Se han implementado soluciones vulnerables a condiciones de sequía.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déficit de saneamiento en zonas rurales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ha existido un esfuerzo importante en esta área.</li> <li>• Institucionalidad dispersa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner en operación la nueva legislación al respecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular e implementar política integral sobre el tema.</li> </ul>

## Referencias

- Aguas Andinas S.A (2019). Reporte Integrado 2019.
- Banco Central de Chile (2019). Base de Datos Estadísticos (BDE)
- Banco Central de Chile (2021). Base de Datos Estadísticos (BDE)
- Camara Chilena de la Construcción (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo para los periodos 2016-2025 y 2018- 2027
- CChC (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Capítulo 1. Recursos Hídricos.
- CORFO/ Diagua Consultores (2019). "Desarrollo de un Modelo Regulatorio-Institucional-Financiero que Viabilice el Reúso de las Aguas Residuales en Chile"
- Comisión de Aguas. Instituto de Ingenieros (2017). La Reforma al Código de Aguas y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.
- Consejo Minero (2020). Cifras Actualizadas de la Minería.
- Compromiso País (2019). Personas que residen en una vivienda sin servicios sanitarios básicos.
- CNID (2016). Ciencia e Innovación para los Desafíos del Agua en Chile.
- CNR (2020). Censo 2006/07 de la Comisión Nacional de Riego
- (CR)2 (2015). La mega sequía 2010-2015: Una lección para el futuro.
- Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos.
- DGA (2016). Atlas del Agua.
- DGA (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. SIT 419.
- DGA (2019). Atlas del Agua
- El Mercurio (2021). 11 de Febrero. página 3
- Gobierno de Chile (2020). Plan Paso a Paso, Chile se Recupera. <https://www.gob.cl/chileserecupera/>
- Humberto Peña (2018). Agua, producción de alimentos y energía. La experiencia del Nexo en Chile. CEPAL/ GTZ. LC/TS.2018/102.
- Hydrogen Council (2021). A Perspective on Hydrogen Investment, Deployment and Cost Competitiveness.
- Instituto de Ingenieros/ Comisión de Aguas (2012). Hacia una Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Una Propuesta.
- JMP/OMS/UNICEF (2017). Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene Informe de actualización de 2017 y línea de base de los ODS. [washdata.org](http://washdata.org)
- Mesa Nacional del Agua (2020). Primer Informe.
- Ministerio de Salud (2021). Estimaciones al 30 de marzo de 2021
- ODEPA (2020). Estadísticas agropecuarias.
- SISS (2015). Informe de Gestión del Sector Sanitario.
- SISS (2019). Informe de Gestión. Sector Sanitario.
- Villarroel & Vasquez (2020) Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile. <https://www.researchgate.net/publication/342716781>
- World Bank (2011). Chile: Diagnóstico de la Gestión de los recursos hídricos
- World Bank (2013). Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.
- World Bank (2013). Fortaleciendo el Marco Institucional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos
- World Bank (2014). Plan para la Mejora del Marco Institucional del Agua en Chile
- World Bank (2015). Chile-RAS Strengthening the legal framework for IWRM
- World Bank (2020). Impacto fiscal y socioeconómico de eventos históricos de origen hidrometeorológico. País: Chile.
- Makino, Midori, Alexander Serrano, Berenice Flores, and Jaime Hurtado. 2021. "Building Financial Resilience: Lessons Learned from the Early Impact of COVID-19 on Water and Sanitation Service Providers in Latin America, Water Global Practice, World Bank." World Bank, Washington, DC.



**BANCO MUNDIAL**  
BIRF • AIF



**GWSP**  
GLOBAL WATER  
SECURITY & SANITATION  
PARTNERSHIP

