

Capítulo 5

La gobernanza de la infraestructura de agua en Chile

Este capítulo identifica los principales desafíos de Chile relacionados con la infraestructura y gobernanza del agua en las áreas urbanas y rurales, incluyendo la infraestructura de aguas lluvia y la desalinización, así como los sistemas de riego y las represas. El capítulo resalta los prominentes riesgos de agua a los que se enfrenta el país, así como los factores que influyen en la demanda y oferta del agua, incluyendo el cambio climático, el desarrollo económico, la energía, la urbanización, las tendencias demográficas y el desarrollo territorial. El capítulo identifica algunas deficiencias en cuanto a la cantidad y el tipo de infraestructura, y plantea sugerencias sobre cómo proceder, incluyendo opciones de bajo costo como la infraestructura verde y natural, técnicas para la gestión de la demanda y la recolección de aguas lluvia. El capítulo incluye una evaluación rudimentaria del marco institucional del agua de Chile versus los Principios para la Gobernanza del Agua de la OCDE y hace algunas recomendaciones sobre cómo el agua puede impulsar el crecimiento sostenible.

*Los datos estadísticos para Israel son proporcionados por y bajo la responsabilidad de las autoridades israelíes competentes. El uso de estos datos por la OCDE es sin perjuicio del estatus de los Altos del Golán, de Jerusalén Este y de los asentamientos israelíes en Cisjordania bajo los términos del derecho internacional.

Infraestructura de agua y el Plan Chile 30/30

El Plan Chile 30/30 fue concebido con el objetivo de desarrollar el nivel de infraestructura (transporte, agua, puertos, etc.), que Chile necesita para superar la trampa de ingreso medio y alcanzar los 30 000 USD PIB per cápita en el año 2030. El objetivo del Ministerio de Obras Públicas (MOP) es de cuantificar la brecha de infraestructura al comparar Chile con países que enfrentan desafíos similares a los de las macro zonas¹ del país, y planear inversiones con estos desafíos en mente por los próximos 15 años. No obstante, cabe señalar que la Agenda 30/30 se centra principalmente en el crecimiento económico como resultado, mientras que el Plan 30/30 ha empezado a cambiar su enfoque hacia una comprensión más amplia del bienestar y el desarrollo, acercándose de esa manera al marco regional de bienestar de la OCDE que abarca tanto las condiciones materiales (ingresos, empleo y vivienda), como las no materiales (salud, educación, medio ambiente, comunidad, satisfacción, participación cívica, seguridad, y acceso a los servicios). En este contexto, los esfuerzos por mejorar la infraestructura deben continuar concibiéndose como un esfuerzo sistémico de contribuir a los tres pilares del desarrollo sostenible ahora y en el futuro, en concreto, la prosperidad económica, la inclusión social y la protección del medio ambiente.

El Plan Chile 30/30 es responsabilidad del MOP, ya que la infraestructura está bajo su jurisdicción. El MOP es el ministerio con la cartera más amplia de Chile, que abarca desde infraestructura vial y portuaria hasta ciertas áreas de transporte urbano e infraestructura de agua. Otras áreas estratégicas son competencia de otros ministerios como el Ministerio de Energía, que planifica y ejecuta la infraestructura energética, o el sector privado, el cual presta servicios de agua en las zonas urbanas. El Plan Chile 30/30 no considera todos los tipos de infraestructura relacionadas con el agua (por ejemplo, la infraestructura hidroeléctrica y los servicios de agua urbanos no están incluidas), sino que se centra en los servicios de agua en zonas rurales (suministro de agua potable y con planes de incluir el tratamiento de aguas residuales), y la infraestructura de riego, de recolección de aguas lluvia y de protección contra inundaciones. Estas áreas están específicamente bajo la responsabilidad de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), el cual es un departamento dentro del MOP (Recuadro 5.1).

Los servicios urbanos de agua son un área clave de la infraestructura de agua que cae fuera del ámbito del MOP, y está regulada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Los servicios de agua urbanos en Chile, es decir, el suministro de agua potable y el tratamiento de aguas residuales, operan con un régimen de concesión al sector privado, mediante el cual diferentes empresas de servicios públicos son responsables de proveer los servicios de agua, y, por tanto, del mantenimiento, renovación y construcción de la red de distribución.

Recuadro 5.1. ¿Quién hace qué en las políticas hídricas de Chile?

Chile cuenta con más de 40 instituciones relacionadas con el agua, las cuales ejecutan más de 100 funciones, lo que lo convierte en uno de los países más fragmentados en materia de la gestión del agua en la OCDE (OCDE, 2012). Chile es uno de los países de la OCDE más centralizados, y limitan las prerrogativas para el nivel subnacional cuando se trata de la gestión de recursos hídricos. Los actores clave del mapeo hídrico institucional de Chile incluyen:

- **Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas):** responsable de la planificación de los recursos hídricos; Monitoreo y difusión de información; emitir y regular los derechos de aprovechamiento en virtud del Código de Aguas; supervisar la ejecución de dichos derechos; otorgar permiso para obras importantes; la aplicación de políticas y la vigilancia del agua en los canales naturales; supervisar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios del agua; y el desarrollo del Registro Público del Agua.
- **Dirección de Obras Hidráulicas (Ministerio de Obras Públicas):** proporciona infraestructura hídrica para aprovechar eficientemente los recursos hídricos, y protege a la población contra las inundaciones y otros eventos extremos. En particular, la Dirección de Obras Hidráulicas es responsable de proporcionar las represas y canales de riego, la **protección** de aguas lluvia y fluviales, y los sistemas rurales de suministro de agua potable. El Programa de Agua Potable Rural tiene como objetivo el suministro de agua potable a las zonas rurales.
- **Dirección de Planeamiento (Ministerio de Obras Públicas):** responsable por la planificación a corto, medio y largo plazo de la infraestructura, incluyendo la infraestructura hidráulica.
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios, establecida en 1990 como el principal órgano regulatorio y de imposición en materia del abastecimiento de agua y el saneamiento:** decide las tarifas de los servicios de agua potable y los servicios sanitarios. Para las concesiones, la Oficina del Superintendente trabaja con los operadores del sector privado para asegurar la calidad del servicio y monitorear los sitios industriales que producen desechos líquidos.
- **Ministerio de Salud:** responsable de supervisar las normas de calidad del agua y las regulaciones ambientales en el sector industrial.
- **Instituto Nacional Hidráulico (Ministerio de Obras Públicas):** instituto de investigación que estudia asuntos hidráulicos y cuya misión es de brindarle orientación al gobierno nacional mediante el enriquecimiento de conocimiento sobre recursos hídricos. Se encuentra dentro del Ministerio de Obras Públicas.
- **Ministerio del Medio Ambiente:** responsable del diseño e implementación de políticas y programas ambientales para proteger y conservar los ecosistemas, así como recursos naturales e hídricos.
- **Superintendencia de Medio Ambiente:** supervisa el cumplimiento de todos los instrumentos ambientales y fiscales incluidos en la Ley 19.300 (Ley de Requisitos Ambientales). También promueve y anima a las partes interesadas a cumplir con estos instrumentos.
- **Servicio de Evaluación Ambiental:** responsable de supervisar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y asegurar que las evaluaciones ambientales realizadas en proyectos públicos y privados sean transparentes, de buena calidad técnica y eficiente. También promueve la participación ciudadana en las evaluaciones ambientales.
- **Comisión Nacional de Riego:** responsable de todos los asuntos relacionados con el riego, desde el diseño de políticas hasta la provisión de infraestructura.
- **Comisión Chilena del Cobre:** desarrolla, implementa y supervisa las políticas de explotación de recursos naturales, incluso para la gestión del agua en el sector minero.

Fuente: OCDE (2012), *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi Level Approach*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264174542-en>;

La Agenda 3030, que fue concebida como un documento de apoyo para las discusiones y el desarrollo del Plan Chile 30/30, argumenta que algunas inversiones podrían ayudar a cerrar las brechas actuales. Por ejemplo, la Agenda 3030 incluye un plan de inversión de grandes embalses que aumentarán la capacidad de suministro de recursos hídricos y en consecuencia la superficie irrigada del país en más de 220.000 hectáreas a un costo de 3.200 millones USD durante 15 años. También hay un plan para mejorar y aumentar los pequeños embalses, en el que en el período inicial de 2015 a 2018 se invertirían 174 millones USD (Ministerio de Obras Públicas, 2014). Además, se proyecta invertir 58,6 millones USD anualmente para mejorar la infraestructura de aguas lluvia en 54 ciudades. Todas estas inversiones representan esfuerzos por ofrecer soluciones que durarán 20, 30 o 40 años, motivo por el cual deben ser cuidadosamente planificadas, ya que tienen un costo significativo y pueden tener impactos en el desarrollo territorial y el uso del suelo.

Las inversiones en infraestructura de agua se deben coordinar estrechamente con otras áreas de políticas y planes sectoriales para tener en cuenta las externalidades en otros sectores, así como por el impacto que otros sectores tienen sobre el sistema de agua. El desarrollo de infraestructura de aguas lluvia, servicios de agua o infraestructura de protección contra inundaciones tienen un impacto directo, por ejemplo, sobre las políticas de uso de suelo y viceversa. La evolución de la ciudad y de su periferia está directamente vinculada a la existencia y el desarrollo de infraestructura básica que proporcione seguridad hídrica y cobertura universal. Por ejemplo, las frecuentes inundaciones en Chile, como en marzo de 2015, revelan que la planificación urbana y la recolección de aguas lluvia no se han coordinado de manera óptima en el pasado, y que las ciudades se han desarrollado sin tener en cuenta los riesgos hídricos (UCHILE, 2016). En el caso particular de los servicios urbanos de agua, la coordinación con los prestadores de servicios privados también es clave para asegurar que las estrategias y los planes de desarrollo urbano incluyan las limitaciones relacionadas con el agua, especialmente en las zonas periurbanas. Además, muchas decisiones tomadas fuera del ámbito de las políticas del agua (uso del suelo, energía, agricultura, industria) tienen impactos significativos sobre el recurso, y viceversa. Por ejemplo, no está claro cómo se ha considerado los aspectos relacionados con el agua en la agenda energética que se ha establecido hasta el año 2050. La expansión de la frontera agrícola se ha planeado, pero sin evaluar los impactos y las necesidades relacionadas con los recursos hídricos. Una evaluación exhaustiva de los impactos distributivos de las decisiones tomadas en las áreas de políticas relacionadas con el agua es esencial para identificar incentivos contradictorios y fomentar las complementariedades de las políticas, especialmente cuando se trata de explorar sinergias en términos de infraestructura a desarrollar en el futuro. También, ante el potencial polivalente de la infraestructura que se podría construir en el futuro, es esencial aprovechar al máximo las inversiones y fomentar las complementariedades de las políticas entre áreas relacionadas con el agua, lo cual requiere de una coordinación interministerial efectiva. Por ejemplo, las grandes represas principalmente sirven para suministrar agua para riego, pero también podrían servir como atracciones turísticas y para generar electricidad o regular las inundaciones.

La infraestructura debe considerarse como un medio para un fin. El Plan Chile 30/30 no puede alcanzar su objetivo final de desarrollar el nivel de infraestructura necesario para que Chile pueda superar la trampa del ingreso medio, si no se estructura alrededor de las “3Is”: infraestructura, instituciones e información. Aunque la infraestructura puede sin duda jugar un papel en asegurar el acceso sostenible a los recursos hídricos y los servicios del agua en el futuro en Chile, no puede por sí sola enfrentar un desafío de la magnitud planteada por los riesgos relacionados con el agua que tiene el país. Las inversiones en infraestructura deberán ir acompañadas de marcos de gobernanza sólidos, apoyados en

instituciones fuertes, y mejores sistemas de información con el fin de guiar eficazmente la toma de decisiones en todos los niveles.

Factores clave que afectan la gestión del agua en Chile

Se prevé que la demanda por el agua en Chile aumentará en las próximas décadas, a diferencia de otros países de la OCDE, donde se espera que disminuya para el año 2050 (OCDE, 2012a). En las últimas décadas, la demanda de agua en Chile ha aumentado, ligado al período de crecimiento económico y la alta especialización de la economía en sectores intensivos de agua, como la minería, la agricultura, la silvicultura, y la piscicultura. COCHILCO (2009) informó que se espera que el sector minero aumente su demanda de agua en un 45% para el año 2020², mientras que los pronósticos indican que la agricultura requerirá 4.000 Mm³ adicionales en los próximos 40 años. Estas tendencias plantean interrogantes acerca de cómo cuadrar la oferta con la demanda geográficamente, cómo mantener la sostenibilidad del agua en el futuro, y cómo minimizar la competencia por el recurso entre la minería y la agricultura a través de una transición cada vez mayor desde enfoques centrados en el suministro de agua hacia gestión de la demanda (OECD, 2016b), especialmente en las regiones del norte.

Chile enfrenta desafíos de agua que requerirán acciones para mantener los niveles actuales de oferta y para satisfacer la creciente demanda. Un nuevo informe de la OCDE “*Water Risk Hotspots for Agriculture*” clasifica a Chile como el 10° país de 142 (4° entre países de la OCDE justo detrás de EE. UU., México, Australia) que se encuentra sujeto a retos del agua más severos (OECD, 2107). Los siguientes factores de largo plazo, en particular, afectan la capacidad del sistema para gestionar “*demasiada agua*”, “*muy poca agua*” o “*agua demasiado contaminada*”, y asegurar una cobertura universal en términos del suministro de agua y los servicios sanitarios para el futuro:

- **El cambio climático** seguirá teniendo efectos notables en los próximos 50 años y disminuirá los recursos disponibles, particularmente en aquellas zonas del país que sufren mayor escasez. La Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2015) estima que para el año 2050, la temperatura mínima en el norte de Chile aumentará 2 °C, con un aumento aún mayor en el tramo entre Copiapó y Concepción donde se espera que la temperatura mínima en las zonas montañosas aumente alrededor de 3 °C. Mientras tanto, la precipitación anual total disminuirá entre 200 mm y 500 mm en el centro de Chile. La variabilidad geográfica y climatológica actuará como un factor agravante de estas tendencias. Mientras que en el norte la precipitación media es de 87 mm/año y la disponibilidad de agua apenas alcanza los 510 m³/persona/año, el sur de Chile tiene una precipitación media de 2.963 mm/año y una disponibilidad de agua de 2.340.227 m³/persona/año (DGA, 2016).
- **La urbanización y el crecimiento demográfico** siguen aumentando a un ritmo constante. Actualmente, cerca del 90% de la población total vive en ciudades y este porcentaje se acercará al 95% para el año 2050 (OCDE, 2013). Entre 2002 y 2012, el crecimiento medio anual de la población nacional fue superior al promedio de la OCDE (1,04% versus 0,67%) (OCDE, 2016a).
- **El desarrollo económico** sigue estrechamente ligado al desempeño de los sectores intensivos en uso de agua. En el año 2014, el 92% de los recursos hídricos se utilizaron para la minería (11% del PIB), agricultura (3%) y manufactura (11%). Los planes gubernamentales para ampliar la frontera agrícola y aumentar la

importancia de la minería en las regiones centrales exacerbarán aún más las actuales tensiones debido a la competencia por el recurso.

- **Energía.** La *Política Energética 2050* (2015) dibuja un aumento en el uso de las energías renovables y donde la energía hidroeléctrica está destinada a jugar un papel importante en los próximos años. Uno de los objetivos de la política energética es aumentar la producción de electricidad por fuentes de energía renovables hasta que representen el 60% de la matriz eléctrica en el año 2035 y al menos el 70% en el año 2050 (actualmente es del 30%) (Ministerio de Energía, 2015).

Especificidades territoriales

La variabilidad geográfica y climática en Chile plantea una serie de desafíos en términos del manejo de recursos hídricos. El país tiene una extensión longitudinal de 4.300 kilómetros, y su parte más ancha es de 445 km. El clima del país varía de la región más seca del mundo, el desierto de Atacama que se extiende a lo largo de 180.000 km² en el norte, a numerosos glaciares y un clima muy húmedo en el sur. Chile tiene alrededor de 1.251 ríos que fluyen desde las montañas hasta el mar, formando 101 pequeñas cuencas hidrográficas. Los Andes, la cordillera costera y la depresión intermedia crean una morfología especial que influye sobre el camino de los ríos, creando un sistema de agua complejo de manejar. Estas cuencas fluviales de pequeña escala son frecuentemente la fuente de agua para los usuarios, lo que crea un sistema interconectado que es difícil de manejar. Además, la gran cantidad de ríos y el terreno montañoso proporcionan un potencial considerable para la energía hidroeléctrica.

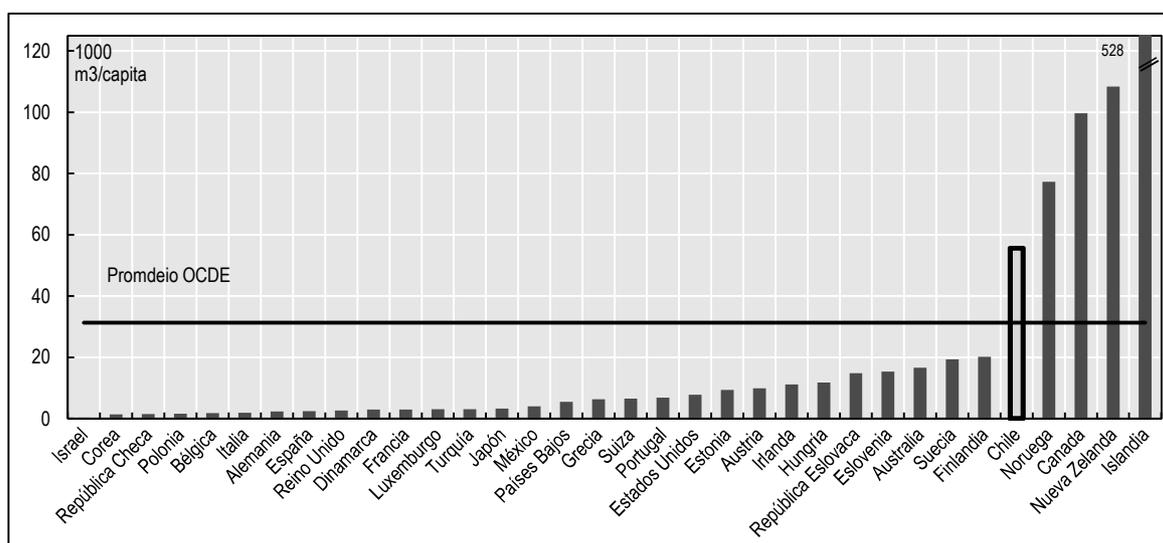
En general, Chile es un país rico en agua, donde la disponibilidad per cápita de recursos hídricos excede considerablemente el promedio de la OCDE, pero el agua está distribuida de manera desigual. Los recursos renovables en Chile, contabilizándolos a largo plazo, son de aproximadamente 55.640 m³/cápita, lo que es casi el doble del promedio en la OCDE (31.360 m³/cápita), (Gráfico 5.1). Las disparidades entre por un lado el norte y el centro (donde vive y trabaja la mayoría de las personas) y por otro el sur (donde se encuentran la mayoría de los recursos hídricos) son significativas. Las cuatro macrozonas utilizadas por el MOP para diferenciar los desafíos de infraestructura y desarrollo que el país enfrenta, también se pueden aplicar al considerar las condiciones hidrológicas (DGA, 2016):

1. **Macrozona Norte:** se caracteriza por un clima árido y semiárido (más árido al norte) con una precipitación media de 87 mm/año, la menor disponibilidad de recurso per cápita de las cuatro macrozonas (510 m³/persona/año), e incluye el desierto de Atacama, uno de los lugares más secos del mundo.
2. **Macrozona Centro:** se caracteriza por condiciones climáticas mediterráneas, con una precipitación media de 943 mm/año, que se concentra principalmente en la temporada de invierno (de 3 a 4 meses). La disponibilidad promedio de agua per cápita es de 3.169 m³/persona/año, con importantes disparidades entre la región de Valparaíso (alrededor de 1.000 m³/persona/año) y la región de Maule (7.000 m³/persona/año) que está más al sur.
3. **Macrozona Sur:** se caracteriza por un clima lluvioso y marítimo lluvioso, con precipitaciones abundantes (promedio 2.420mm/año) que aumentan cuanto más al sur. La disponibilidad de agua es de 56.799 m³/habitante/año.

4. **Macrozona Austral:** rica en recursos hídricos, escasamente poblada y de baja actividad económica. La macrozona tiene la precipitación media más alta (2.963 mm/año) y la disponibilidad de agua más alta (2.340.227 m³/cápita/año).

La diversidad de condiciones geográficas y climatológicas de Chile requiere de respuestas de políticas basadas en las especificidades territoriales. La infraestructura que se necesita en el norte de Chile es diferente de la que se requiere en el centro o en el sur del territorio. Mientras que la Macrozona Norte sufre de una grave escasez de agua, esto es menos cierto para el centro y no es un problema en absoluto en el sur. Por lo tanto, el norte y el centro de Chile necesitan políticas que apunten a la escasez, tanto a través del aumento de la oferta como de la reducción de la demanda. La primera opción puede ser costosa, es decir, represas o plantas de desalinización que requieren grandes inversiones y tienen un impacto sobre el medio ambiente. Las políticas de gestión de la demanda de agua, como técnicas de riego más eficientes, campañas de concientización o la reutilización de aguas residuales, suelen ser más económicas y menos perjudiciales para el medio ambiente. Por último, el sur de Chile está menos desarrollado y tiene necesidades diferentes, como asegurar el acceso al suministro de agua potable y el saneamiento a la población rural y mejorar la infraestructura de aguas lluvia en las ciudades menos desarrolladas.

Gráfico 5.1. Recursos totales renovables de agua potable per cápita, valores promedio anuales a largo plazo



Fuente: OCDE (2015), Recursos totales renovables de agua potable per cápita, valores promedio anuales a largo plazo, en *Environment at a Glance 2015*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264235199-graph23-en>

Tendencias demográficas

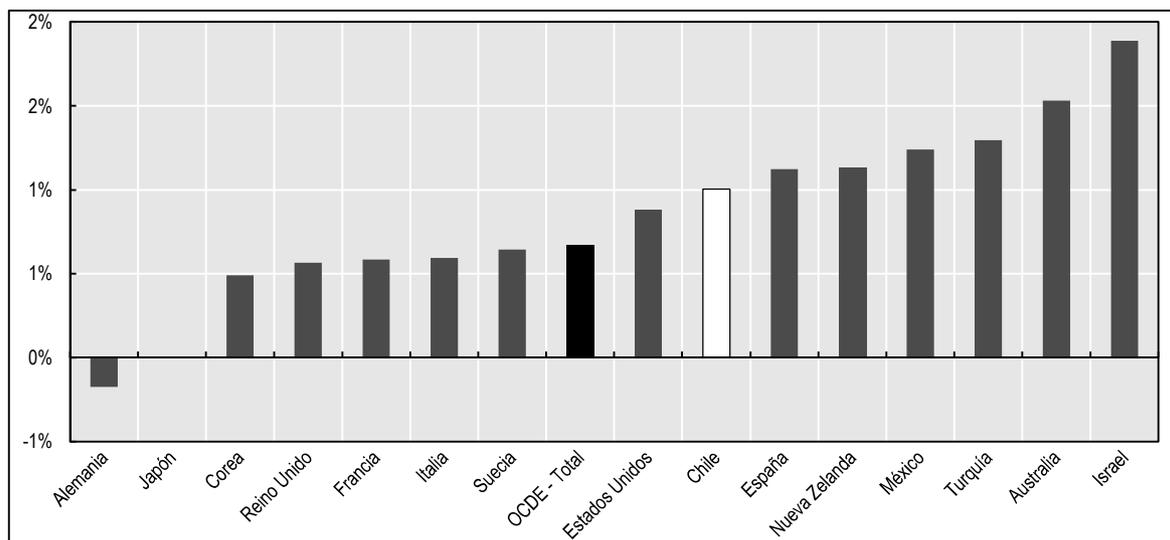
En los últimos 25 años, Chile ha experimentado un aumento del 50% de la población y se ha vuelto altamente urbanizado. En el año 1950, el 58% de la población total chilena (3,5 millones de personas) vivía en zonas urbanas. Para el año 2010, este número había aumentado considerablemente y aproximadamente 15,2 millones de personas vivían en áreas urbanas, representando cerca del 89% de su población. Utilizando la definición de zonas urbanas funcionales (FUAs) de la OCDE³, aproximadamente el 77% de los chilenos viven actualmente en ciudades (OCDE, 2013). De las 26 áreas urbanas funcionales, 15 pueden ser clasificadas como pequeñas áreas urbanas⁴, ocho como áreas urbanas medianas, y dos áreas metropolitanas (Valparaíso y Concepción), con solamente un

área metropolitana grande (Santiago de Chile). Las áreas urbanas pequeñas alojan el 11% de la población total nacional, las áreas urbanas medianas el 15%, Valparaíso y Concepción son el hogar del 11% de la población nacional, y Santiago es el área metropolitana más grande, representando el 39% de la población chilena (OCDE, 2013).

Chile está por encima del promedio de la OCDE en términos de crecimiento poblacional. La población nacional creció a una tasa media anual del 1,04% entre el 2002 y el 2012, cifra que es superior al 0,67% registrado en promedio para la OCDE (Gráfico 5.2). Las tendencias demográficas muestran una tasa de crecimiento promedio entre 2002 y 2012 del 1,2% en las ciudades (OCDE, 2013). La población urbana sigue creciendo más rápidamente que la población total, y se proyecta que el 90% de los chilenos vivirá en zonas urbanas en 2025 (OCDE, 2013).

El suministro de agua potable y los servicios de saneamiento representaron el 8% del consumo de agua en Chile en el año 2014. Aproximadamente el 44% de los derechos de agua potable se encuentran en la Región Metropolitana de Santiago y el 12% en Valparaíso (Gobierno de Chile, 2014). El consumo nacional de agua en 2014 representó el 8% del consumo de agua (Gráfico 5.4), y se espera que la demanda de agua aumente si continúan las actuales tendencias demográficas.

Gráfico 5.2. Promedio de la tasa de crecimiento anual poblacional 2002-12



Fuente: OCDE (2016a), *OECD Regional Statistics* (base de datos) Demografía y Población, <https://stats.oecd.org/> (evaluado en septiembre 2016).

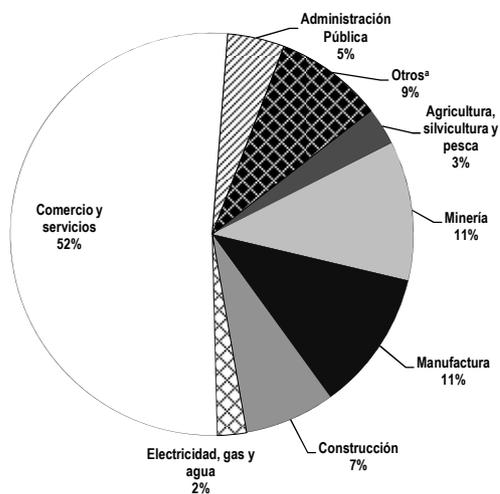
Un perfil socioeconómico intensivo en uso del agua y geográficamente concentrado

La estructura socioeconómica del país ejerce presión sobre los recursos hídricos disponibles. La minería, la agricultura y las actividades manufactureras son la columna vertebral del desarrollo económico y el bienestar de Chile, pero son intensivas en cuanto a consumo de agua (Gráfico 5.3)⁵. La agricultura representa el 82% del consumo de agua, el suministro de agua potable el 8%, el uso industrial 7% y la minería un 3%. La agricultura y la minería siguen desarrollándose en el norte y centro del país donde el recurso es escaso. Las actividades mineras están geográficamente ubicadas cerca de las principales reservas de cobre. La región central (IV, V, RM, VI) es el hogar del 60% de la población del país, 16%

de las reservas mundiales de cobre y el 50% del potencial minero del país (CNID, 2014) que representó casi el 66% de la producción nacional en el año 2013 (Gráfico 5.5).

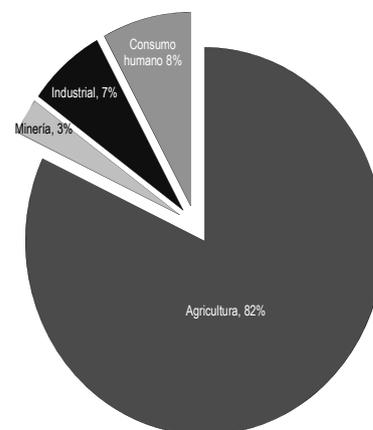
El uso de agua varía significativamente de norte a sur en Chile, de acuerdo con la especialización económica de las diferentes regiones. Las actividades económicas de la Macrozona Norte se enfocan principalmente a la minería, aunque la minería es menos dominante en el norte de lo que lo es la agricultura en otras partes del país (Gráfico 5.6). La agricultura tiene un papel predominante en las Macrozonas Centro y Sur, mientras que las actividades industriales y mineras juegan un papel importante en la Macrozona Austral (Gráfico 5.6). La Macrozona Norte representa el 6,45% del consumo total de agua en Chile y el 48,52% del total de agua destinada a la minería. La Macrozona Central concentra el 74,64% del consumo total de agua en Chile, el 79,06% del total de agua destinada a la agricultura y el 73,05% de agua potable (principalmente en las áreas metropolitanas de Santiago y Valparaíso). La Macrozona Sur representa el 16,16% del total de agua asignada, y la demanda más significativa corresponde al sector industrial (26,07% del total de agua destinada a la industria). La Macrozona Austral tiene la menor demanda de agua (2,74% del total de agua), de la cual el 19,27% y 21,66 se destinan a la industria y minería, respectivamente.

Gráfico 5.3. Contribución por sector al PIB, 2014



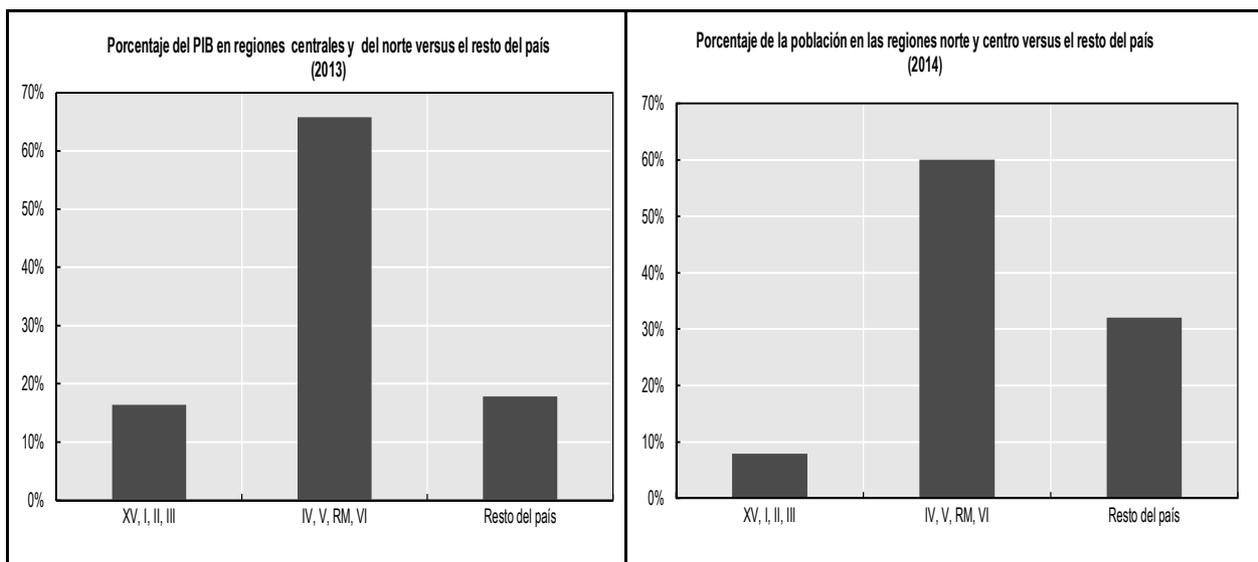
Fuente: OCDE/CEPAL (2016), OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252615-en>

Gráfico 5.4. Extracciones de agua dulce en Chile, 2013



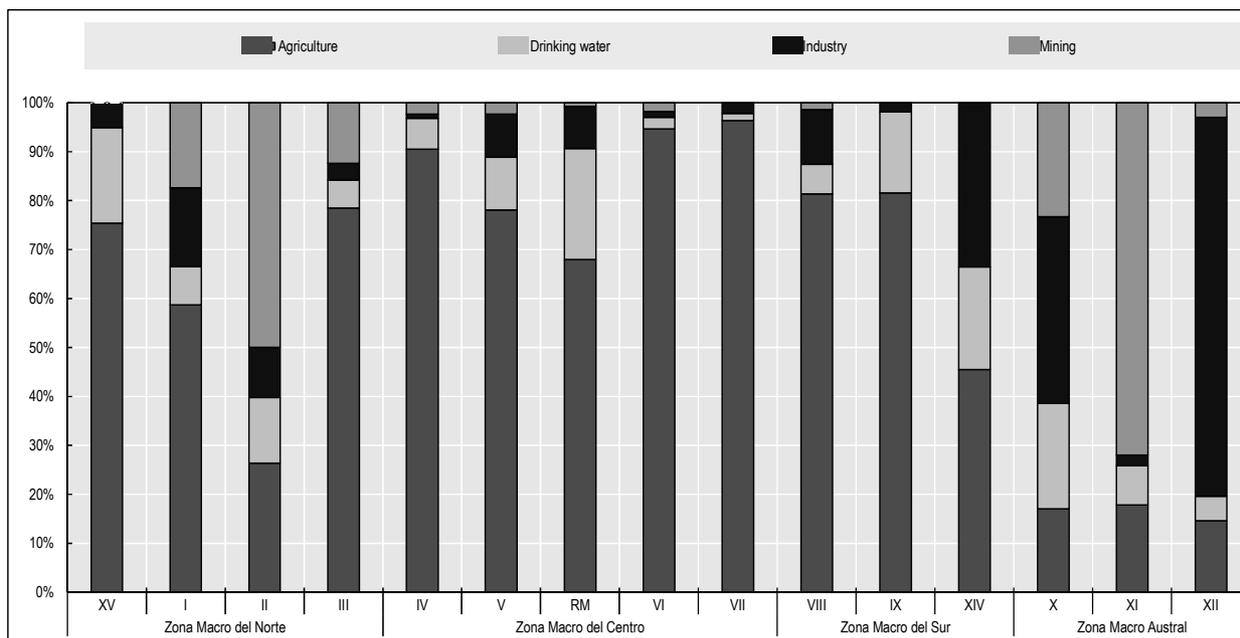
Fuente: OCDE (2015b), "Water: Freshwater abstractions", OECD Environment Statistics (database). https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=WATER_RE_SOURCES ; OCDE (2014a) Historical population data and projections statistics (base de datos). <http://stats.oecd.org/>

Gráfico 5.5. Contribución regional al PIB nacional (%) y a la población



Fuente: OCDE (2016a), OECD Regional Statistics (base de datos) Demography and Population, Regional Accounts, <https://stats.oecd.org/> (ccedido en septiembre 2016).

Gráfico 5.6. Uso de agua por región, 2011



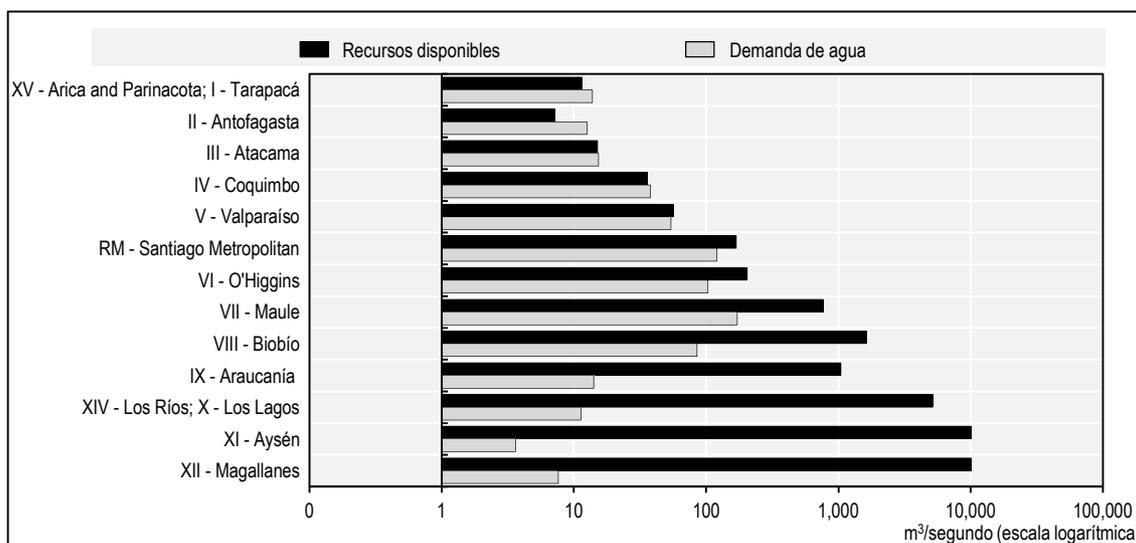
Fuente: DGA (2016), *Atlas del Agua: Chile 2016*, Dirección General de Aguas, disponible en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>

Tabla 5.1. Uso del agua como % del total de agua asignada a cada uso por Macrozona, 2011

	Macrozona Norte	Macrozona Centro	Macrozona Sur	Macrozona Austral
	%			
Agricultura	4.61%	79.06%	15.79%	0.54%
Agua potable	7.66%	73.05%	15.54%	3.76%
Industria	7.96%	46.70%	26.07%	19.27%
Minería	48.52%	23.76%	6.05%	21.66%
Total	6.45%	74.64%	16.16%	2.74%

Fuente: DGA (2016), *Atlas del Agua: Chile 2016*, Dirección General de Aguas, disponible en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>

La concentración geográfica de las actividades en el norte y centro tiene un impacto en la competencia sobre la demanda de agua. La demanda supera la oferta en regiones del norte y centro del país, como Arica, Parinacota, Antofagasta, Tarapacá, Atacama y Coquimbo. En Antofagasta (Región II) donde el sector minero representó el 66% del PIB en 2010 (OCDE, 2011), el déficit hídrico fue el más alto de Chile para el año 2016 (-5.3 m³/s). Las ciudades de Valparaíso y Santiago también sufren estrés hídrico con valores próximos a incurrir en déficit⁶ (Gráfico 5.7). De la región VI a X, que se encuentran al sur de la región Metropolitana de Santiago, la agricultura representa en promedio alrededor del 14% del PIB y el 27% del empleo total, mientras que la minería contribuye un 1,32% del PIB. Aunque la agricultura es una actividad intensiva en cuanto al consumo de agua, la mayor disponibilidad de recursos hídricos en estas regiones reduce la presión sobre el sistema de agua.

Gráfico 5.7. Déficit de agua por región en Chile (2016)

Fuente: Basado en datos de DIRPLAN & INH (2016), "Análisis de Requerimiento de Largo Plazo en Infraestructura Hídrica", Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas (DIRPLAN) e Instituto Nacional de Hidráulica (INH).

El desarrollo económico y social de Chile depende en gran medida de la capacidad que tiene el país de satisfacer la demanda de agua de sus sectores económicos intensivos en uso del recurso. El gobierno planea ampliar el área de riego en unas 10.000 hectáreas para

aumentar las exportaciones, y además se espera que el consumo de agua junto con la urbanización siga aumentando en la próxima década. Además, con el tiempo la minería ha cobrado un gran impulso en el norte del país y sigue desarrollándose en las áreas centrales. Dado el agotamiento de las reservas del norte, donde tradicionalmente se ubicaban las actividades mineras, en los próximos 50 años se espera que la minería se desplace hacia las regiones centrales. En los próximos 10-15 años se realizarán grandes inversiones en las zonas mineras del norte (100.000 millones USD) para aumentar el suministro de agua (OCDE, 2014), incluyendo las inversiones en plantas de desalinización.

Frente a estas futuras tendencias, Chile necesita robustas políticas de agua, con capacidad de adaptación para pasar de la gestión de la oferta a la gestión de la demanda, y pasar de la gestión de crisis a la gestión de riesgos. Mientras que el aumento de la oferta a través de infraestructura pueda funcionar en el corto plazo, el cambio climático y las incertidumbres relacionadas amenazan el status quo en el mediano y largo plazo. Un cambio de modelo hacia un reequilibrio de la oferta y la demanda de agua mediante el uso de técnicas de gestión de la demanda será una estrategia de desarrollo más efectiva y eficiente para el país, tal como se explorará más adelante en este capítulo.

Oferta energética

Frente a los crecientes precios de la energía y la escasez de recursos energéticos, la seguridad energética es una preocupación esencial para Chile. Los recientes debates sobre la sostenibilidad ambiental y el cambio climático, así como los compromisos de reducir las emisiones de CO₂ tras el Acuerdo de París, han aumentado aún más el lugar que ocupa la energía en la agenda política nacional. Chile importa el 60% de su energía primaria, lo que hace al país vulnerable a la inestabilidad de los precios, la volatilidad de los mercados y las limitaciones sobre la oferta. La disponibilidad de energía es considerada por el gobierno chileno como una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo económico, así como para avanzar hacia una mejor inclusión social.

El desarrollo del sector energético chileno está intrínsecamente ligado a la gestión de los recursos hídricos. Históricamente, Chile ha generado una gran parte de su electricidad a partir de fuentes renovables. En la década de 1980, al menos el 80% de la generación de energía era hidroeléctrica. Sin embargo, las sequías causaron reducciones frecuentes en la oferta, razón por la cual en los años noventa el gobierno nacional decidió diversificar la matriz energética y se incorporó gas natural de Argentina como nueva fuente de electricidad. Después de que Argentina restringiera las exportaciones de gas natural en el año 2004, Chile comenzó a depender de las plantas de carbón y las plantas térmicas para su producción de electricidad, resultando en una reducción de la participación de generación hidroeléctrica en su matriz. Aunque en los últimos cinco años, la participación media de la generación hidroeléctrica fue del 32%, la Política Energética 2050 (Recuadro 5.2) aspira a elevar la participación de las energías renovables al 60% de la matriz de generación eléctrica en el año 2035, y por lo menos al 70% para el año 2050.

Recuadro 5.2. Política Energética 2050

El Ministerio de Energía lanzó la iniciativa “Energía 2050” en julio de 2014, como resultado de un proceso participativo. El plan propone una visión para el sector energético de Chile en la cual el país logrará un sistema energético confiable, inclusivo, competitivo y sostenible para el año 2050. La Política Energética se basa en cuatro pilares: *i)* Seguridad y Calidad de Suministro, *ii)* Energía como Motor de Desarrollo, *iii)* Energía Compatible con el Medio Ambiente, y *iv)* Eficiencia y Educación. Dentro del Pilar 3, uno de los objetivos políticos para el año 2050 es lograr que las fuentes de energía renovables representen el 70% de la generación total de electricidad en la matriz nacional. Las directrices fundamentales identificadas en la Política Energética para alcanzar estos objetivos al año 2050 son:

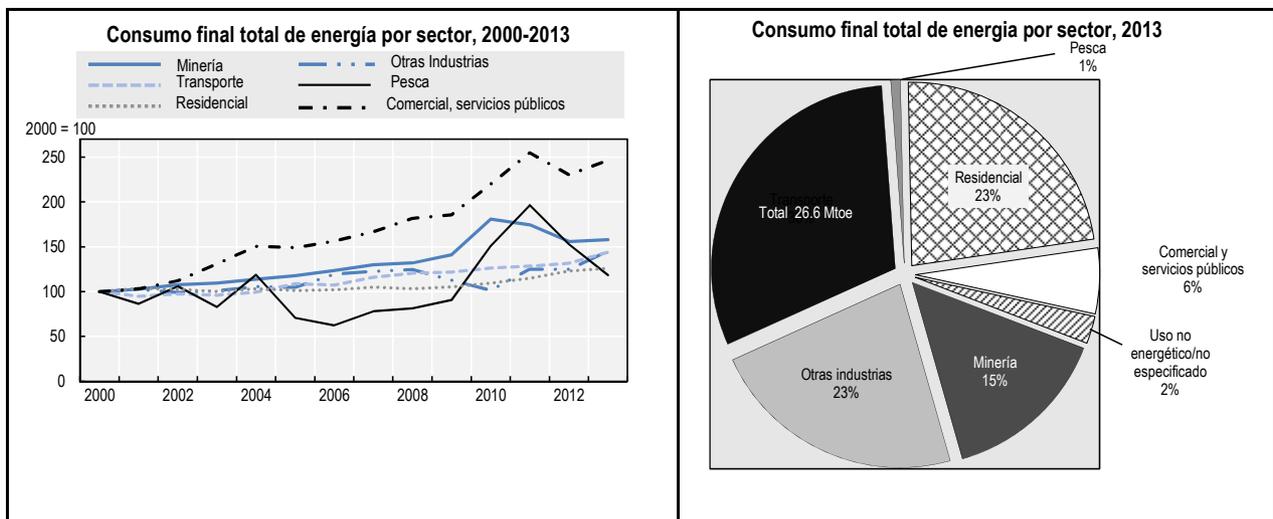
- Promover una mayor contribución de las fuentes de energía renovable (convencional y no convencional) a la matriz eléctrica.
- Promover el desarrollo sostenible de la hidroelectricidad, para aumentar la participación de la energía renovable en la matriz eléctrica.
- Promover la participación de los combustibles con bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos, a la matriz eléctrica.

Aumentar la generación de energía hidroeléctrica es por lo tanto uno de los pilares centrales en el Plan del Ministerio para los próximos 35 años.

Fuente : Ministerio de Energía (2016), “Energía 2050: Política Energética de Chile”, disponible en: <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/08/Energy-2050-Chile-s-Energy-Policy.pdf>

La minería y la industria representan la mayor parte del consumo de energía (38%), (Gráfico 5.8). La demanda de energía aumentó en estos sectores en un 50% entre los años 2000 y 2013, impulsado por la industria minera y su uso intensivo de energía, así como la producción de papel y pulpa (OCDE, 2016). Las proyecciones muestran que el consumo de electricidad podría aumentar en un 81% para el año 2025 (COCHILCO, 2015). Otras demandas energéticas urgentes están relacionadas con el desarrollo de fuentes alternativas de agua (como la desalinización y la reutilización) que consumen grandes cantidades de energía.

Gráfico 5.8. Consumo de energía por sector en Chile



Fuente: OECD/ECLAC (2016), *OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252615-en>

Se necesita una mejor coordinación y planificación entre las políticas de agua y de energía. El Ministerio de Energía aspira a lograr el 70% de la producción eléctrica a través de la energía hidroeléctrica en las próximas tres décadas, lo que hará inevitable tener que contar con recursos hídricos de las represas en las regiones centrales y nortes del país, en donde se encuentra gran parte del potencial hidroeléctrico. La Agenda 3030, que fue concebida como un documento de apoyo para las discusiones y el desarrollo del Plan Chile 30/30, tiene como objetivo aumentar el suministro de agua a través de represas para ampliar el regadío en unas 300.000 hectáreas para el año 2030, aunque las Macrozonas Central y del Norte ya se encuentran bajo estrés hídrico. Aunque la hidroelectricidad utilizará el agua de los embalses cuando los regadores aguas abajo no la necesiten, no existe una coordinación explícita entre la Agenda 3030 (ni el desarrollo del Plan Chile 30/30) y la Política Energética 2050. Ambas estrategias fueron concebidas en paralelo, con consultas interministeriales bastante limitadas, lo que podría ocasionar algunos cuellos de botella en su implementación. Además, la industria minera sigue desarrollándose en las regiones del norte y centro del país, y los futuros planes incluyen el desarrollo de plantas de desalinización para afrontar la escasez del agua. Estas últimas iniciativas aumentarán la demanda de energía en áreas que ya se encuentran con escasez de agua y energía. Motivo por el cual sería deseable tener una mejor coordinación entre las políticas del agua y las políticas energéticas para aprovechar al máximo las complementariedades. Por ejemplo, los embalses multiusos que sirven a diferentes áreas de políticas (agricultura, energía, servicios del agua, minería), cuando se operan a través de acuerdos basados en el consenso, pueden aumentar la eficiencia en el uso del recurso. Además, crean economías de escala al atraer recursos financieros de diferentes fuentes (sectores público y privado) y sectores (agricultura, energía, etc.).

Cambio Climático

Los modelos de pronóstico del cambio climático proyectan una mayor variabilidad en la disponibilidad de recursos hídricos entre el norte y el sur del país. La Dirección Meteorológica de Chile (DMC) estima que, en el año 2050, la temperatura mínima en el norte de Chile aumentará por 2 °C, con un aumento de 3 °C en el tramo entre Copiapó y Concepción. Con respecto a la precipitación, se prevé que la precipitación anual total disminuirá entre 200 mm y 500 mm en el centro de Chile y aumentará alrededor de 400 mm en el sur del país. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014) identifica una serie de potenciales impactos sobre el agua y la energía (Recuadro 5.3). El plan establece que la frecuencia de los días calurosos aumentará, y las temperaturas que se experimentaban una vez cada 20 años, se repetirán cada dos años en la mayoría de las regiones de Chile a finales del siglo. La mayoría de las simulaciones de modelos climáticos predicen que las inundaciones y sequías (definidas como dos años consecutivos de baja precipitación) serán mucho más frecuentes (OCDE, 2016). Las inundaciones serán particularmente intensas en la región central, donde vive la mayor parte de la población, mientras que las sequías deberían aumentar en las regiones del centro y del norte, generando así una competencia más intensa entre los usos domésticos, agrícolas e industriales. Además, la reducción del potencial hidroeléctrico ejercerá mayor presión sobre el sistema energético chileno.

Recuadro 5.3. Potenciales impactos del cambio climático en Chile

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014) identifica una serie de potenciales impactos derivados de las reducciones en la disponibilidad de agua, el aumento de temperatura y eventos climáticos extremos:

- La falta de agua podría limitar la producción de energía hidroeléctrica. La CEPAL (2012) estimó que las potenciales reducciones en la generación de electricidad podrían estar en el rango de 10% a 22%. Menos agua disponible para el enfriamiento de las centrales térmicas también podría afectar la generación térmica. Los patrones de consumo cambiarán a medida que aumenta la demanda de electricidad para sistemas de aire acondicionado y disminuye la demanda para calefacción.
- El aumento de la erosión del suelo afectaría negativamente a la producción agrícola. Es probable que las plagas sean más frecuentes, mientras que algunas enfermedades podrían disminuir. Las zonas idóneas para la silvicultura, la producción de frutas y vino se desplazará. Las tierras irrigadas podrían ser más productivas a medida que aumenten las temperaturas, siempre que haya suficiente agua disponible.
- Pueden surgir impactos negativos sobre la biodiversidad a medida que el ritmo del cambio climático excede la capacidad de adaptación de las especies. Los ecosistemas podrían tardar varios siglos en encontrar un nuevo equilibrio tras la alteración causada por el cambio climático.
- El riesgo de inundaciones podría aumentar. Por ejemplo, la CEPAL (2015) estima que las inundaciones costeras que ahora ocurren en Valparaíso una vez cada 50 años, se producirán cada 11 años para el año 2070.

Las estimaciones monetarias muestran que, en general, las pérdidas económicas ascenderían al 1,1% del PIB en un escenario de mayor calentamiento (equivalente a un aumento de la temperatura mundial de 3,4 °C) de ahora hasta 2100. Estas estimaciones indican beneficios económicos para la agricultura y la silvicultura, pero aumento de los costos netos para el cultivo de frutas, el ganado, la energía hidroeléctrica y el suministro de agua potable. Sin embargo, en estas previsiones no se consideraron una serie de impactos importantes entre los que se incluyen el aumento de las muertes en climas cálidos (ya sea directamente o como resultado de las interacciones entre las temperaturas y la calidad del aire), clima extremo, los impactos sobre las empresas y la biodiversidad. Por lo tanto, estas estimaciones monetarias sólo captan una fracción de los costos potenciales del cambio climático en Chile.

Fuente: OECD/ECLAC (2016), *OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252615-en>

Gestión de los riesgos hídricos

Las secciones anteriores revelaron tendencias que aumentarán la presión sobre los recursos hídricos existentes, y que amenazará la seguridad hídrica en Chile. En el caso de Chile, al igual que para muchos países de la OCDE, cuatro tipos de desafíos del agua requieren una atención especial ahora y en el futuro para asegurar un crecimiento sostenible e inclusivo en el país.

- **Demasiada agua:** Las inundaciones son cada vez más frecuentes y también afectan la calidad del agua y su abastecimiento a los hogares. Las inundaciones que afectan a las áreas urbanas tendrán un mayor impacto en Santiago y Valparaíso, que representan la mayor parte de la producción nacional y el 60% de la población total. Por ejemplo, las fuertes lluvias en el centro de Chile en abril de 2016 han dejado aproximadamente a 4 millones de personas sin agua potable. En Santiago, la

agencia nacional de respuesta a emergencias declaró una alerta roja para la ciudad de más de siete millones de personas debido al agua sucia producto de las inundaciones. En mayo de 2015, las inundaciones en el norte de Chile (región de Atacama) causaron 31 muertes y dejaron 16 588 personas sin hogar (ONEMI, 2015). El gobierno chileno estimó costos de recuperación de al menos 1.500 millones de dólares (O'Brien y Esposito, 2015). Según la Cámara Chilena de la Construcción, en los últimos 30 años, ocho de los diez desastres naturales más grandes, medidos por la cantidad de muertes, se relacionaron con inundaciones en áreas urbanas o las riberas de los ríos.

- **Muy poca agua:** La actual sequía, que comenzó en el año 2007, está perjudicando la producción de cobre en Chile, aunque el país sigue siendo el principal exportador mundial. La sequía está exacerbando los incendios forestales, elevando los precios de la energía y afectando la agricultura. Esto tiene consecuencias económicas, ya que Chile es uno de los países con mayor diferencia en el crecimiento económico entre años de sequía y años sin sequía, con un PIB que varía entre un 1-2% (OCDE/GWP, 2015).
- **Agua demasiado contaminada:** Los niveles de calidad del agua varían en todo el país, y las diferencias son evidentes entre el sur y el norte. En el extremo sur de Chile, donde se ubica el 80% de los 16.000 lagos y lagunas del país, la calidad del agua es muy buena en términos generales, debido principalmente a la baja densidad poblacional y poca actividad económica. En el centro de Chile, los grandes asentamientos urbanos como Santiago y Valparaíso tienen acceso limitado al tratamiento terciario de aguas residuales, que junto con grandes escorrentías agrícolas han causado la eutrofización de lagos costeros, humedales y estuarios. También en el centro de Chile, la actividad minera ha elevado los niveles de cobre y salinidad en algunos ríos, incluyendo el río Maipo que es la principal fuente de riego y agua potable para la Región Metropolitana de Santiago y Valparaíso. En las regiones septentrionales, las aguas superficiales suelen superar los valores límite permisibles o recomendables de metales pesados y sulfatos, principalmente debido a los efluentes mineros (OCDE/CEPAL, 2016).
- **Cobertura universal de los servicios de agua:** un desafío fundamental en Chile es el acceso al abastecimiento de agua y el saneamiento en los asentamientos rurales. Según el *Joint Monitoring Programme*, el 7% de la población rural de Chile actualmente carece de acceso a fuentes mejoradas de agua potable y el 9% a saneamiento. Las futuras tendencias en términos de urbanización y el crecimiento poblacional, junto con el envejecimiento de la infraestructura en las ciudades, también aumentarán la presión sobre los sistemas urbanos de agua potable.

Aunque la infraestructura puede ayudar a manejar los riesgos hídricos mencionados, no puede ser la única respuesta. La construcción de más represas, la mejora de los canales para tener menos fugas y la instalación de sistemas de riego eficientes contribuirán a aumentar la disponibilidad de agua y reducirá los riesgos de *muy poca agua*. Los sistemas de aguas lluvia con mayor capacidad y cobertura ayudarán a manejar los caudales más altos y, por lo tanto, disminuirán el riesgo de inundaciones en las ciudades, así como reducirán el impacto sobre el medio ambiente, la infraestructura urbana (por ejemplo, la infraestructura para prestar servicios de agua), y en general sobre la sociedad. Los tratamientos de mayor calidad en las plantas de tratamiento de aguas residuales también disminuirán los riesgos de contaminar sistemas de agua dulce. Sin embargo, las

inversiones en infraestructura deberán estar integradas en marcos de gobernanza más amplios, acompañadas de instituciones de agua sólidas y mejores sistemas de información. Por ejemplo, si los sistemas de aguas lluvia se amplían en Santiago, pero no se operan y se mantienen adecuadamente debido a la fragmentación de las competencias entre el estado y los municipios, el sistema no cumplirá con sus objetivos previstos. Las represas que no contemplen múltiples usos en su operación podrían suministrar agua para un uso específico, pero también podrían perder la oportunidad de generarle beneficios a otras categorías de usuarios.

Debido al régimen particular de derechos de aprovechamiento y mercado de agua en Chile, el espacio para la acción pública en la gestión del agua es algo limitado. El Código de Aguas de 1981 creó un sistema único de derechos de aprovechamiento, conocido como uno de los sistemas más a favor del mercado del mundo. El Código de Aguas permitió el desarrollo de un mercado de agua con el objetivo de lograr mayor eficiencia económica y conservación del agua. Mientras que el primer concepto se logró mediante la asignación de derechos a actividades productivas, se afirma que el segundo concepto fracasó debido a los monopolios que se crearon y la especulación. Los derechos de aprovechamiento han sido asignados por el gobierno nacional a los usuarios privados a petición propia, sin costo alguno, y fueron asignados por períodos de tiempo indefinidos, con la posibilidad de ser heredados de un individuo a otro. Cuando hay más de una reclamación sobre la misma fuente de agua y no hay suficientes recursos para satisfacerlos a todos, el derecho se asigna después de un proceso de licitación/subasta. El derecho es comercializable, con el objetivo de asignar el derecho de acceso al agua a aquellas iniciativas con el mayor valor en el mercado. Una vez que los particulares están en posesión de sus derechos de aprovechamiento, son responsables de la gestión y distribución de su agua. En la mayoría de los ríos chilenos, estos grupos de usuarios particulares se organizan en Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) (ver Recuadro 5.5), que se tratan en algunos casos de instituciones centenarias que han adquirido la experiencia y la aceptación social para gestionar los recursos hídricos. Sin embargo, las OUAs se enfocan en la gestión de los recursos superficiales para riego de un río determinado, y normalmente no tienen control sobre todos los ríos, afluentes y recursos subterráneos que juntos forman una cuenca. Por tanto, el gobierno pierde su poder para establecer una planificación integral y una visión a largo plazo, ya que no tiene facultades sobre los regímenes de asignación de agua y la priorización de los usos. Por ejemplo, este marco institucional limita la función del estado para gestionar los arbitrajes entre los siguientes aspectos: usuarios aguas abajo/aguas arriba, las generaciones actuales/futuras, los productores/usuarios del agua, usuarios de energía/agricultura/hogares/minería. Dado el impacto de las tendencias actuales y futuras sobre la demanda y la oferta de agua, estos arbitrajes deben abordarse como una responsabilidad compartida entre los sectores público, privado y sin ánimo de lucro. El papel del estado en este contexto es facilitar el funcionamiento efectivo y eficiente del mercado, a través de la facultad de diseñar reglas y normas claras para asegurar que se asigna suficiente agua para el consumo humano y la preservación de los ecosistemas naturales, y brindando información sólida para asegurar que los actores dentro del mercado tomen las decisiones correctas.

En los años 2005 y 2011, la administración chilena emprendió importantes esfuerzos para reformar el Código de Agua. Desde la reforma de 2005 que estableció los requerimientos de flujos ecológicos, el Estado tiene la facultad de rechazar las solicitudes de derechos de aprovechamiento para preservar los valores mínimos ambientales. Además, la reforma incluyó la posibilidad de crear reservas de agua en situaciones excepcionales, la necesidad de dar una justificación en una solicitud de derechos de aprovechamiento, una tasa en caso de no darle uso a los derechos de aprovechamiento, y la obligación de reportar

transacciones sobre derechos de aprovechamiento. Sin embargo, la reforma de 2005 no cambió los aspectos fundamentales del modelo de asignación ni el mercado de agua, tal como se definen en el Código de 1981. Esta es la razón por la que una nueva reforma iniciada en 2011 busca reforzar el papel del agua como un bien público nacional y tiene como objetivo facilitar la acción pública en la gestión de riesgos del agua en Chile. A la reforma se le dio prioridad legislativa en 2014 y ahora está en discusión en la Comisión Especial de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequías del Senado, después de ser aprobada en el Congreso el 22 de noviembre de 2016. El borrador del texto considera una serie de disposiciones que son difíciles de evaluar en el momento de escribir este informe, pero cualquier intento de fortalecer el actual marco institucional hacia una gobernanza pública más sólida en la gestión del agua en Chile es un paso adelante significativo para establecer un marco de condiciones que ayuden a gestionar los riesgos del agua en Chile.

El proceso en curso para reformar el Código de Aguas, ofrece una buena oportunidad para involucrar a las partes interesadas en el desarrollo de una estrategia nacional de agua. El proceso se debería utilizar como un catalizador para desarrollar una visión estratégica a nivel nacional sobre cómo el agua puede contribuir a un crecimiento sostenible e inclusivo a corto, mediano y largo plazo. Elevar la importancia de la gestión del agua en la agenda política nacional y local es esencial para sostener la matriz productiva de Chile y asegurar el bienestar de los ciudadanos.

El panorama general de las brechas en la gobernanza del agua en Chile

En las siguientes secciones se detallan las brechas más importantes en la gobernanza del agua en Chile, en comparación con los *Principios de la OCDE sobre la Gobernanza del Agua* (Recuadro 5.4).

Recuadro 5.4. Principios de la OCDE sobre la Gobernanza del Agua

Los 12 Principios de Gobernanza del Agua tienen por objeto mejorar los sistemas de gobernanza del agua que ayudan a gestionar “demasiada agua”, “muy poca agua” y “agua demasiado contaminada” de manera sostenible, integral, e incluyente, a un precio aceptable y en un espacio de tiempo razonable. Consideran que la gobernanza es buena si ayuda a resolver los desafíos claves del agua utilizando una combinación de procesos “bottom-up” y “top-down”, al tiempo que impulsan las relaciones constructivas entre el Estado y la sociedad. La gobernanza es mala si genera costos de transacción excesivos y no responde a las necesidades propias de cada lugar.

Hacer frente a los desafíos actuales y futuros requiere de políticas públicas sólidas orientadas a objetivos medibles, en calendarios previstos y predeterminados en la escala apropiada, en base a una clara asignación de funciones entre las autoridades competentes y sujetas a supervisión y evaluación periódica. La gobernanza del agua puede contribuir en gran medida al diseño e implementación de tales políticas mediante una responsabilidad compartida entre los distintos órdenes de gobierno, la sociedad civil, las empresas y la amplia gama de actores que juegan un importante papel en estrecha colaboración con los diseñadores de políticas para cosechar los beneficios económicos, sociales y ambientales de la buena gobernanza del agua.

Los Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE tienen la intención de contribuir a la creación de políticas públicas tangibles y orientadas a la obtención de resultados, en base a tres dimensiones de la gobernanza del agua que mutuamente se refuerzan y complementan:

Recuadro 5.4. Principios de la OCDE sobre la Gobernanza del Agua (cont.)

- **La efectividad** se refiere a la contribución de la gobernanza en definir las metas y objetivos sostenibles y claros de las políticas del agua en todos los órdenes de gobierno, en la implementación de dichos objetivos de política, y en la consecución de las metas esperadas.
- **La eficiencia** está relacionada con la contribución de la gobernanza en maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar, al menor costo para la sociedad.
- **La confianza y participación** están relacionadas a la contribución de la gobernanza en la creación de confianza entre la población, y en garantizar la inclusión de los actores a través de legitimidad democrática y equidad para la sociedad en general.



Mejorando la eficacia de la gobernanza del agua

- Principio 1. Asignar y distinguir claramente los roles y responsabilidades para el diseño de políticas del agua, la implementación de políticas, la gestión operativa y la regulación, e impulsar la coordinación entre las autoridades competentes.
- Principio 2. Gestionar el agua a la(s) escala(s) apropiada(s) dentro del sistema integrado de gobernanza por cuenca para así poder reflejar las condiciones locales, e impulsar la coordinación entre las diferentes escalas.
- Principio 3. Fomentar la coherencia de políticas a través de la coordinación transversal eficaz, especialmente entre políticas de agua y medio ambiente, salud, energía, agricultura, industria, y planeamiento y ordenación del territorio.
- Principio 4. Adaptar el nivel de capacidad de las autoridades responsables a la complejidad de los desafíos del agua que deben afrontar, y a la serie de competencias necesarias para llevar a cabo sus funciones.

Recuadro 5.4. Principios de la OCDE sobre la Gobernanza del Agua (cont.)

Mejorando la eficiencia de la gobernanza del agua

- Principio 5. Producir, actualizar, y compartir de manera oportuna datos e información consistentes, comparables y relevantes relativos al tema del agua, y utilizarlos para guiar, evaluar y mejorar las políticas del agua.
- Principio 6. Asegurar que los marcos de gobernanza ayuden a movilizar las finanzas del agua y a asignar los recursos financieros de manera eficiente, transparente y oportuna.
- Principio 7. Asegurar que los marcos regulatorios sólidos de gestión del agua sean implementados y aplicados de manera eficaz en pos del interés público.
- Principio 8. Promover la adopción e implementación de prácticas de gobernanza del agua innovadoras entre las autoridades competentes, los órdenes de gobierno y los actores relevantes.
- Principio 9. Incorporar prácticas de integridad y transparencia en todas las políticas del agua, instituciones del agua y marcos de gobernanza del agua para una mayor rendición de cuentas y confianza en la toma de decisiones.

Pilar 3: Aumentar la confianza y la participación en la gobernanza del agua

- Principio 10. Promover el involucramiento de las partes interesadas para que coadyuven de manera informada y orientada a resultados en el diseño e implementación de políticas del agua.
- Principio 11. Fomentar marcos de gobernanza del agua que ayuden a gestionar los arbitrajes entre usuarios del agua, áreas rurales y urbanas, y generaciones.
- Principio 12. Promover el monitoreo y evaluación habitual de las políticas de agua y de la gobernanza del agua cuando proceda, compartir los resultados con el público y realizar ajustes cuando sea necesario.

Fuente : OCDE(2015c), *OECD Water Governance Principles*, disponible en: <https://www.oecd.org/gov/regional-policy/OECD-Principles-on-Water-Governance-brochure.pdf>

Fragmentación de responsabilidades en competencias relacionadas con el agua

Chile tiene uno de los niveles más altos de fragmentación de responsabilidades cuando se trata de competencias relacionadas con el agua. Más de cuarenta instituciones participan en la prestación de más de 100 funciones relacionadas con el agua. Tanto el estudio de la OCDE de 2012 sobre la *Gobernanza del Agua en América Latina y el Caribe* como el realizado por el Banco Mundial en 2013 han destacado este grado de fragmentación y han ayudado a que los actores chilenos tomen conciencia de este desafío institucional. Dentro del MOP, varias autoridades tienen competencias esenciales sobre la gestión del agua, incluyendo la DGA, DOH y la Dirección de Planeamiento. En el pasado, la DGA y la DOH tenían una baja participación en la planificación de la infraestructura de agua, pero el Plan Chile 30/30 ofrece la oportunidad de combinar perspectivas e identificar las necesidades de infraestructura relacionada con el agua. Es fundamental que la DGA pueda controlar y monitorear los derechos de aprovechamiento, y que la DOH ejecute la infraestructura dentro del marco de una visión integral. Uno de los caminos a seguir que

Chile está considerando para fortalecer el marco institucional para la gestión del agua y articular mejor los principales actores en temas de agua, es el establecimiento de una Subsecretaría de Recursos Hídricos dentro del MOP. Aunque esta figura podría ayudar a resolver la compartimentación dentro del MOP, habría que contar con mecanismos de coordinación eficaces para coordinar con otros organismos y ministerios fuera del MOP. Por el momento, esta coordinación se realiza de manera informal a través del Comité de Ministros del Agua creado en 2014 y que pone alrededor de la mesa a los ministerios de Agricultura, Minería, Energía, Medio Ambiente y Obras Públicas. Un paso adelante sería la formalización de dicho Comité para concebir una estructura similar a la de la Subsecretaría de Turismo que se apoya en un comité interministerial formalizado para asegurar la coordinación con otros sectores relevantes para las políticas de turismo como son las obras públicas, medio ambiente, transporte, etc.

La fragmentación, o un alto número de autoridades responsables, no es malo per se si existen los mecanismos de coordinación correctos y éstos funcionan adecuadamente (OCDE, 2016). El mecanismo tradicional de coordinación para las políticas de riego en Chile ha sido un comité interministerial denominado la Comisión Nacional de Riego (CNR) (Recuadro 5.19), que opera bajo la coordinación del Ministerio de Agricultura. La Comisión está encargada de diseñar políticas de riego y está dirigida por un Consejo de Ministros. El Consejo está presidido por el representante del Ministerio de Agricultura, y reúne a varios ministerios, incluyendo los representantes de los Ministerios de Economía, Hacienda, Obras Públicas y Desarrollo Social. Sin embargo, se ha manifestado que este mecanismo es insuficiente para coordinar eficazmente las políticas de agua entre las autoridades competentes de Chile (OCDE 2012, Banco Mundial, 2013). En el año 2014 se nombró un Delegado Presidencial de Recursos Hídricos para asesorar a la Presidenta y los Ministros sobre cómo mejorar la gestión de los recursos hídricos en Chile. En ese momento, reflejaba un cierto compromiso de aumentar la importancia del agua en Chile, pero el mandato del Delegado Presidencial terminó en mayo de 2016 antes de que cualquier Política Nacional de Recursos Hídricos pudiera ser acordada por los diferentes ministerios e interesados competentes. No obstante, la visión del Delegado Presidencial ha sido recogida en un documento titulado “Política Nacional de Recursos Hídricos”, cuyas directrices se resumen a continuación en los Recuadros 5.6 y 5.8. Sin embargo, vale la pena recalcar que hasta la fecha este documento no ha sido aceptado por todas las autoridades competentes como una Política Nacional del Agua per se.

Falta de una escala funcional e hidrológica en la gestión del agua

Una característica sorprendente del modelo chileno de gestión del agua es la ausencia de sistemas integrales de gobernanza de cuencas que puedan servir para un enfoque funcional y territorial de los riesgos del agua. Esto se puede explicar en buena parte por el contexto geográfico específico del país (asimetría norte/sur y cuencas de muy pequeña escala debido a las montañas y el mar), pero también por el alto grado de centralización en la mayoría de las políticas públicas en Chile, incluyendo del agua. En ausencia de una adecuada gobernanza de las cuencas, las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) (Recuadro 5.5) manejan el agua de una manera bastante fragmentada, y se le da poca consideración a la necesidad de una gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas. Estas instituciones centenarias han adquirido la experiencia y la aceptación social para gestionar eficazmente los recursos hídricos. Aunque la mayoría de ellas tienen control sobre un río entero, generalmente no tienen control sobre todos los ríos y afluentes que en conjunto forman una cuenca. Estas organizaciones se centran en la gestión de los recursos hídricos superficiales con fines de riego, y a menudo no se coordinan con los usuarios que retiran las aguas subterráneas y, como resultado, se descuida la interconexión

hidrológica entre el río y los acuíferos. Una de las razones de la falta de coordinación es el número limitado de organizaciones de usuarios de aguas subterráneas. La experiencia de los países de la OCDE muestra que la gestión eficaz de los recursos subterráneos puede proporcionar una reserva de agua natural, particularmente en áreas con acuíferos sedimentarios no confinados. Por esta razón, dentro del contexto actual de derechos del agua existe la necesidad de buscar alternativas que mejoren la gobernanza de cuencas en Chile y la gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas.

Recuadro 5.5. Organizaciones de Usuarios del Agua en Chile

Las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) han jugado un papel clave en el desarrollo de infraestructura de agua desde el siglo XIX y operan y mantienen una gran parte de ellas hoy en día. Gestionan una red de aproximadamente 100 000 km de canales sin traducir sus costos de operación y mantenimiento al Estado. Sin embargo, el desarrollo de esta red se apoyó en gran medida a través de diferentes subsidios estatales (ver el Recuadro 5.19).

Los principales tipos de Organizaciones de Usuarios de Agua en Chile son:

- **Asociaciones de Canalistas:** formada por propietarios de derechos de aprovechamiento que comparten la operación de una infraestructura, la cual se alimenta de una fuente natural y la distribuye entre los usuarios.
- **Comunidad de Aguas Superficiales:** formada por propietarios de derechos de aprovechamiento que extraen, canalizan y distribuyen agua de la misma fuente.
- **Comunidad de Aguas Subterráneas:** formada por propietarios de derechos de aprovechamiento que extraen agua subterránea. Estas organizaciones controlan las abstracciones y manejan la información sobre los pozos y la disponibilidad del recurso.
- **Juntas de Vigilancia:** organizaciones con jurisdicción sobre una cuenca o parte de una cuenca, que están formadas por comunidades de aguas superficiales, asociaciones de canalistas y personas que ejecutan sus derechos de aprovechamiento.

Fuente: DGA (2016), *Atlas del Agua: Chile 2016*, Dirección General de Aguas, disponible en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>

Varias políticas, incluyendo la visión del Delegado Presidencial en el documento nombrado “Política Nacional de Recursos Hídricos” (Recuadro 5.6), han intentado promover la gestión de las cuencas hidrográficas, pero han tenido poco éxito hasta el momento. Un ejemplo es la creación de una serie de Mesas Territoriales del Agua entre 2014 y 2015 para coordinar con las autoridades subnacionales la implementación de los objetivos nacionales a nivel local, y fortalecer el papel de las OUA. Las Mesas Territoriales incluyeron actores públicos y privados, así como universidades y representantes de la sociedad civil, y se conformaron incrementando su actividad poco a poco. En primer lugar, se realizó una reunión general con las autoridades del agua en la región para explicar el papel del delegado subnacional nombrado para esa región, el objetivo subyacente de la mesa territorial y sus métodos de trabajo. En segundo lugar, se invitó a actores relevantes del sector privado, académicos y grupos de la sociedad civil a formar parte de las mesas. En cada región se nombraron representantes para armar la Mesa Territorial, con el apoyo del Ministerio del Interior, que nombró “Delegados Presidenciales subnacionales” y con el apoyo de los Intendentes de las regiones, quienes les proporcionaban soporte logístico para llevar a cabo sus funciones (oficinas, vehículos, etc.). Sin embargo, debido a los recortes

presupuestarios en el Ministerio del Interior en 2015, sólo quedaron un número limitado de Mesas Territoriales, a saber, en Coquimbo, Valparaíso, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, ya que las autoridades de estas regiones decidieron cubrir los costos de operación relacionados.

También se han tratado de desarrollar planes de gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) para cuencas individuales. El Gobierno de Chile y el Banco Mundial trabajaron para crear un plan de GIRH en Choapa, en la región de Coquimbo, que finalmente no se implementó debido a restricciones presupuestarias. El proyecto, que está siendo reactivado por la DGA, prevé junto con el gobierno nacional la participación de las OUA, las organizaciones de la sociedad civil, y las autoridades regionales y locales. El plan considera el uso de modelos hidrológicos que incluyen escenarios de cambio climático, el desarrollo de una plataforma que permita visualizar información de recursos hídricos sobre la cuenca, y propone un mecanismo de coordinación para ayudar a mejorar la gobernanza del agua en la cuenca a largo plazo (Agua, 2016). En la Cuenca del Río Copiapó también se están considerando esfuerzos similares.

Recuadro 5.6. Las disposiciones sobre la gestión de cuenca hidrográficas en el documento del Delegado Presidencial denominado “Política Nacional de Recursos Hídricos”

La última declaración de política del Gobierno de Chile sobre la gestión del agua, emitida por el Delegado Presidencial, reconoce las cuencas hidrográficas como una unidad de gestión territorial y solicita:

- Promover la gestión integral de los recursos hídricos a través de enfoques que consideren las especificidades territoriales, con el fin de incorporar las singularidades de cada cuenca en términos de desafíos futuros, con las Mesas Territoriales que se implementarán en cada región como primer paso a seguir.
- Estudiar la posibilidad de desarrollar un marco normativo para la implementación de la gestión integral de los recursos hídricos en Chile.
- Instrumentos de ordenamiento territorial que consideren las cuencas como la unidad de planificación y gestión de los recursos hídricos.
- Planes de desarrollo territorial que consideren la cuenca como la unidad de planificación.

Fuente: Government of Chile (2015), National Water Resources Policy 2015, disponible en: http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf

Incoherencia de las políticas entre sectores

El gobierno central de Chile se caracteriza por un alto grado de compartimentación. Los ministerios sectoriales trabajan de manera aislada, con mecanismos limitados para asegurar la alineación y la integración entre las áreas políticas y las inversiones. La falta de coordinación horizontal es particularmente difícil en la gestión del agua, ya que muchas decisiones tomadas en otros dominios políticos (es decir, uso del suelo, energía, agricultura, industria) generan riesgos del agua y viceversa. Por ejemplo, no está claro cómo se ha tenido en cuenta la gestión de los recursos hídricos en el desarrollo de la agenda de infraestructura energética que se extiende hasta 2050. Tampoco está claro cómo la Comisión Nacional de Riego ha planificado la expansión de la frontera agrícola y cómo las partes interesadas han sido consultadas y que nivel de participación han tenido (por ejemplo, el Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Energía, OUA, etc.). Una

evaluación exhaustiva de los impactos distributivos de las decisiones tomadas en las áreas de políticas relacionadas con el agua es esencial para fomentar la complementariedad de las políticas, especialmente cuando se trata de explorar las sinergias en infraestructura futura.

Se estableció un Comité de Ministros del Agua para coordinar acciones en áreas de políticas que tengan un impacto sobre el agua. El Comité fue promovido por el Ministerio de Obras Públicas, que es quien ostenta su Secretaría, y fue diseñado como un órgano operativo para discutir las soluciones intermedias entre los cinco ministerios más relacionados con el agua: agricultura, minería, energía, medio ambiente y obras públicas. El Delegado Presidencial Nacional para los Recursos Hídricos también formó parte del Comité hasta el final de su mandato. En cierta medida, el Comité del Agua ha apoyado la coherencia de las políticas, pero más en una dinámica de caso por caso y no sistemáticamente. Un caso notable es el conflicto entre los usuarios respecto al embalse del lago Laja, en la región de Biobío. Este lago natural de 5.000 Mm³ con alto valor ambiental (tiene una cascada que es una atracción turística popular) es una importante fuente de agua para la actividad agrícola en la región, pero la Empresa Nacional de Electricidad Sociedad Anónima (ENDESA) es la encargada de gestionar el embalse, ya que posee los derechos de aprovechamiento. El conflicto comenzó cuando ENDESA fue privatizada en 1989 y utilizó los derechos de aprovechamiento para maximizar sus beneficios de la planta hidroeléctrica instalada. Esto puso presión adicional sobre los recursos hídricos disponibles, y surgieron principalmente dos conflictos: en primer lugar, los usuarios agrícolas no podían acceder a los recursos hídricos necesarios para mantener la producción y, en segundo lugar, la sostenibilidad ambiental de la cascada se encontró bajo amenaza. En este contexto, el Consejo se reunió y acordó una regla operativa para la gestión de los recursos del lago, que fue discutida primero entre los ministerios más afectados, es decir, Energía, Medio Ambiente y Agricultura, junto con los usuarios y las partes interesadas. Cada ministerio negoció y coordinó con sus interlocutores habituales (por ejemplo, grupos de usuarios, ONGs, etc.) antes de entablar diálogos con los otros ministerios sobre la necesidad de reconsiderar algunos de los derechos de aprovechamiento asignados.

El Comité es un mecanismo informal y no institucional. Aunque esto ha permitido cierta flexibilidad y confidencialidad al tratar asuntos delicados, la ausencia de formalización podría poner en duda su rendición de cuentas y sostenibilidad en el tiempo. Los ministerios relevantes argumentan que cualquier formalización reduciría su operatividad y retrasaría la implementación de las medidas que se deciden en el comité. Sin embargo, un órgano de coordinación oficializado podría superar los ciclos políticos y servir como un mecanismo de coordinación sólido, en el que las soluciones intermedias y los conflictos de interés podrían ser gestionados eficazmente. Además, para el caso de Chile se podrían considerar otros mecanismos de coordinación complementarios que actualmente se utilizan en otros países de la OCDE (Recuadro 5.7).

Recuadro 5.7. Menú de opciones para coordinar políticas entre ministerios, agencias públicas y los niveles de gobierno

En **Francia**, el Comité Interministerial para el Desarrollo Sostenible fue creado por decreto en el año 2003. Presidido por el Primer Ministro, se reúne anualmente y está integrado por los ministros responsables de interior, asuntos sociales, empleo, relaciones exteriores, asuntos europeos, defensa, juventud, educación, investigación, economía, finanzas, industria, transporte, vivienda, turismo, salud, agricultura, cultura, reforma del estado, desarrollo territorial, ciudades y comunidades locales, deportes y territorios extranjeros. Un representante del Presidente también participa en las actividades del comité interministerial, y su función es definir y monitorear la implementación de las orientaciones gubernamentales para fomentar el desarrollo sostenible, incluyendo lo relacionado con los gases de efecto invernadero y la prevención de los riesgos naturales más importantes.

Recuadro 5.7. Menú de opciones para coordinar políticas entre ministerios, agencias públicas y los niveles de gobierno (cont.)

También asegura el alineamiento de la estrategia nacional y los planes de acción para el desarrollo sostenible con el compromiso del país en este ámbito al nivel europeo e internacional. El comité prepara un informe de evaluación anual sobre la aplicación de la estrategia y los planes de acción.

En **Australia**, el Consejo de Gobiernos Australianos (COAG) es el máximo foro intergubernamental, y sus miembros son el Primer Ministro, los mandatarios y ministros de los estados y territorios, y el Presidente de la Asociación Australiana de Gobiernos Locales (AAGL). El Primer Ministro preside el COAG. La función del COAG es promover reformas políticas de importancia nacional, o que requieran de una acción coordinada entre todos los gobiernos Australianos. El COAG cuenta con el apoyo de consejos interministeriales que facilitan la consulta y la cooperación entre el territorio autónomo y, los estados y territorios, en áreas políticas como la salud, la educación, los derechos indígenas y la economía. Juntos, estos consejos constituyen el Sistema del Consejo del COAG. Los consejos del COAG persiguen y supervisan los asuntos prioritarios de importancia nacional y toman medidas conjuntas para resolver los problemas que surgen entre los gobiernos. Los consejos también desarrollan reformas de políticas para la consideración del COAG, y supervisan la implementación de las reformas de política acordadas por el COAG. El COAG ha sido la fuerza impulsora y coordinadora de las reformas del agua realizadas en las jurisdicciones Australianas durante más de 20 años.

En **México**, han progresado significativamente en abordar la fragmentación institucional de las políticas del agua a nivel federal. Algunos de estos esfuerzos se emprendieron a través del Consejo Técnico de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El consejo es un órgano interministerial encargado de aprobar y evaluar los programas, proyectos, presupuestos y operaciones de la comisión, así como de coordinar las políticas del agua y definir estrategias comunes entre múltiples ministerios y agencias (SEMARNAT; SEDESOL; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA.]; Tesorería; Energía; CONAFOR; y IMTA).

Israel*, el Consejo de la Autoridad del Agua creado en el año 2007 es responsable de toda la toma de decisiones y establecimiento de políticas por parte de la Autoridad del Agua en Israel. Busca coordinar las acciones de los ministerios de protección ambiental, salud, finanzas, relaciones exteriores e infraestructura, que colectivamente eran responsables del proceso de toma de decisiones sobre asuntos relacionados con el agua y alcantarillado. Bajo el acuerdo anterior, las decisiones importantes a menudo eran imposibles de tomar debido a los intereses divergentes de cada agencia/ministerio, y la falta de incentivos para llegar a un acuerdo, lo que creaba el riesgo de tener una falta de sentido colectivo de responsabilidad para la toma de decisiones nacionales sobre la gestión del agua y las aguas residuales. El Consejo de la Autoridad del Agua se estableció para aliviar estos estancamientos que ocurrían de manera frecuente. Todas las políticas y planes que la Autoridad del Agua de Israel o cualquier otro ministerio proponga deben ser presentados al Foro del Consejo de la Autoridad del Agua para su aprobación antes de que puedan ser promulgados. La eficacia del Consejo de la Autoridad del Agua se basa en dos criterios: crear una representación equitativa de todos los grupos interesados, y asegurar que la efectiva y oportuna toma de decisiones sea su prioridad. Esto unifica la responsabilidad a nivel nacional de la toma de decisiones en la gestión del agua y de las aguas residuales, y ha mejorado sustancialmente la eficiencia y los tiempos en la toma de decisiones.

El Consejo Nacional del Agua en **España** es una agencia consultiva de alto nivel creada en el año 2009 que incluye comunidades autónomas, entidades locales, autoridades de cuencas hidrográficas y sindicatos profesionales y económicos relacionados con el agua. La coordinación horizontal de las políticas del agua se asegura mediante la participación de los principales directores generales del Ministerio de asuntos Ambientales, Rurales y Marítimos (agua, calidad y protección del medio ambiente, desarrollo sostenible y asuntos rurales).

Fuente: OCDE (2015), *Water Resources Governance in Brazil*. OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238121-en>; OCDE (2011), *Water Governance in OECD Countries: A Multi-Level Approach*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264119284-en>

Brechas en los datos y la información

Chile ha realizado importantes esfuerzos para producir el Atlas del Agua, el cual ofrece un panorama general del inventario de recursos hídricos, pero en términos generales aún existen brechas en cuanto a los datos y la información disponible sobre la gestión y planificación de los recursos hídricos que obstaculizan la toma de decisiones. Los datos están dispersos entre una amplia gama de fuentes, que incluyen al sector público, los operadores de agua, los usuarios agrícolas y la industria (es decir, la minería y otros). Con frecuencia, el gobierno tiene que proporcionar estimaciones y, al mismo tiempo, pasan por alto indicadores básicos como la tasa de extracción por uso o la tasa de consumo de agua potable de los hogares en áreas rurales. En concreto, el Ministerio de Agricultura informa de que existe la necesidad de mejorar las mediciones de las demandas de agua en el sector agrícola ya que actualmente la abstracción volumétrica se mide a través de los derechos del agua. Sin embargo, en Chile los derechos del agua a menudo no se utilizan en su totalidad y hay también situaciones en las que los usuarios utilizan más de lo que tienen asignado. La falta de cumplimiento y monitoreo de las abstracciones de agua tanto para fuentes superficiales como subterráneas es una dificultad añadida para la medición de los volúmenes de agua utilizados por la agricultura. Además, existen pocos datos en la web que estén en un formato trabajable, y la existencia de series temporales tiende a ser limitada. Una última preocupación son las inconsistencias, o la falta de convergencia entre las fuentes oficiales de datos, y aquellos producidos por el sector privado, además de que la información producida con datos existentes no siempre guía la toma de decisiones.

Chile ya está tomando medidas para cerrar su brecha de información, pero todavía se necesita más progreso en esta área. Estas medidas incluyen las directrices de acción de la Política Nacional de Recursos Hídricos, en particular aquellas orientadas a mejorar el sistema de información del agua (Recuadro 5.8). Sin embargo, no se ha dado un seguimiento específico a la aplicación de estas directrices. En Chile, se podría hacer más esfuerzos para mejorar la producción de datos y el uso de datos para los procesos de planificación y gestión de los recursos hídricos. Las normas internacionales y las medidas de calidad de datos implementadas en los países de la OCDE podrían servir para guiar al país.

Recuadro 5.8. Disposiciones sobre los sistemas de información en el documento del Delegado Presidencial denominado “Política Nacional de Recursos Hídricos”

La Política Nacional reconoce que el acceso a información clara y precisa sobre el agua es fundamental para la toma de decisiones basadas en la evidencia, tanto para las instituciones como para los usuarios privados del agua. En particular solicita las siguientes acciones:

- Establecer un Sistema Nacional Integral de Información sobre Recursos Hídricos Públicos.
- Fortalecer el papel de la DGA en los sistemas de información, para que sean capaces de implementar un inventario completo del agua, con series temporales confiables y datos actualizados, y completar el registro de derechos de aprovechamiento, que actualmente está incompleto.
- Modernizar y ampliar el programa de medidores fluviales, medidores de aguas lluvia, sistemas de monitoreo de aguas subterráneas, medidores de nivel de embalse y mediciones de calidad.

Recuadro 5.8. Disposiciones sobre los sistemas de información en el documento del Delegado Presidencial denominado “Política Nacional de Recursos Hídricos” (cont.)

- Asegurar que los actores privados compartan información relacionada con el agua mediante los incentivos a través de acuerdos de colaboración.
- Desarrollar un acuerdo nacional de investigación entre actores públicos y privados, incluyendo las universidades, los centros tecnológicos, las OUA y otros, con el fin de mejorar la información relacionada con el agua y desarrollar nuevas tecnologías de la información.

Fuente: Government of Chile (2015), National Water Resources Policy 2015, disponible en: http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf

Panorama general de las brechas de infraestructura hidráulica en Chile

Las siguientes secciones capturan las brechas más prominentes en la infraestructura de agua de Chile, al compararla con normas internacionales. Los tipos de infraestructura de agua analizados en este Capítulo incluyen: i) servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento, tanto en áreas urbanas como rurales; ii) infraestructura para fuentes de agua no convencionales; iii) infraestructura de riego y recursos hídricos.

Servicios de agua potable y saneamiento

Como país de la OCDE, Chile está cerca de lograr la cobertura universal del suministro de agua potable y el saneamiento, pero tiene importantes disparidades territoriales, en particular entre las zonas rurales y urbanas. El *Joint Monitoring Programme* (liderado por la Organización Mundial de la Salud y UNICEF) estimó que en el año 2015 Chile alcanzó 99% de acceso a agua potable e instalaciones de saneamiento (Tabla 5.2). Sin embargo, mientras que en las zonas urbanas el acceso a servicios de agua potable y saneamiento es 100%, en las zonas rurales la cobertura de agua potable en el año 2015 era del 93% y para el saneamiento 91%.

Tabla 5.2. Acceso a servicios de agua y saneamiento, 1990 y 2015

	Cobertura de agua potable					
	Urbano (%)		Rural (%)		Total (%)	
	1990	2015	1990	2015	1990	2015
Canalizado a las instalaciones	98	100	38	93	88	99
Otra fuente mejorada	1	0	10	0	2	0
Otros no mejorados	1	0	25	7	5	1
Agua superficial	0	0	27		5	
	Estimaciones de la cobertura de saneamiento					
	Urbano (%)		Rural (%)		Total (%)	
	1990	2015	1990	2015	1990	2015
Instalaciones mejoradas + compartidas	91	100	53	91	85	99
Otros no mejorados	5	0	41	8	10	1
Defecación abierta	4	0	6	1	5	0

Fuente: WHO/UNICEF (2015), Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (base de datos). [https://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller\[type\]=country_files](https://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=country_files)

Abastecimiento de agua y saneamiento urbano

Los servicios de agua en las zonas urbanas son suministrados por concesiones privadas y regulados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) (Recuadro 5.9). Los servicios de agua urbanos de Chile, es decir, el suministro de agua potable y el tratamiento de aguas residuales, están en un régimen concesional al sector privado, lo que significa que las diferentes empresas privadas son responsables de proporcionar servicios de agua bajo la regulación de la SISS.

- Concesiones asignadas para un período de tiempo indefinido. Entre los años 1998 y 2000 el Estado vendió participaciones estratégicas de compañías públicas a proveedores de servicios de agua privados. Estas compañías privadas compraron una importante parte de las acciones de las compañías públicas y participaron en ampliaciones de capital. Las principales compañías públicas fueron privatizadas utilizando este esquema incluyendo los prestadores de servicio en Santiago de Chile y las regiones de O'Higgins, Los Lagos y Biobío.
- Concesiones asignadas por 30 años. En 2001, el gobierno decidió cambiar el esquema de privatizaciones por uno que solo transfiriese el derecho al sector privado de operar y gestionar las concesiones de servicios de agua, pero que no fuesen los propietarios directos. Los derechos para la explotación se asignaron por un período de 30 años bajo el compromiso de llevar a cabo las inversiones necesarias, en especial a lo referente a infraestructura de saneamiento. Bajo este esquema entre el año 2001 y el 2004 el resto de las 8 compañías públicas fueron concesionadas al sector privado.

La delegación de servicios de agua urbanos a los proveedores privados funcionó para llevar a cabo la expansión de los servicios de saneamientos urbanos, el cual era el principal objetivo que se había marcado el gobierno. Chile reestructuró sus servicios de abastecimiento de agua y servicios de saneamiento en los años 90 para el desarrollo de infraestructura de saneamiento de manera que se compensara el retraso en inversión pública. El acceso al tratamiento de aguas residuales aumentó del 20,85% al 73,30% entre el año 2000 y 2005 y del 73,30% al 90,59% entre el 2005 y 2011 (Gráfico 5.9). En el año 2014, se informa que el 96,58% de los hogares tenían acceso a sistemas de alcantarillado, con tratamiento primario, secundario o terciario.

Recuadro 5.9. Superintendencia de Servicios Sanitarios

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) fue establecida en el año 1990 como una entidad pública, descentralizada y reguladora con funciones de mando y control para el suministro de agua potable y servicios de saneamiento. Sus responsabilidades incluyen la supervisión y auditoría de los proveedores de servicios, asegurar el cumplimiento de las normas, el control de las descargas de aguas residuales industriales y la fijación de tarifas. El regulador desarrolla las siguientes actividades:

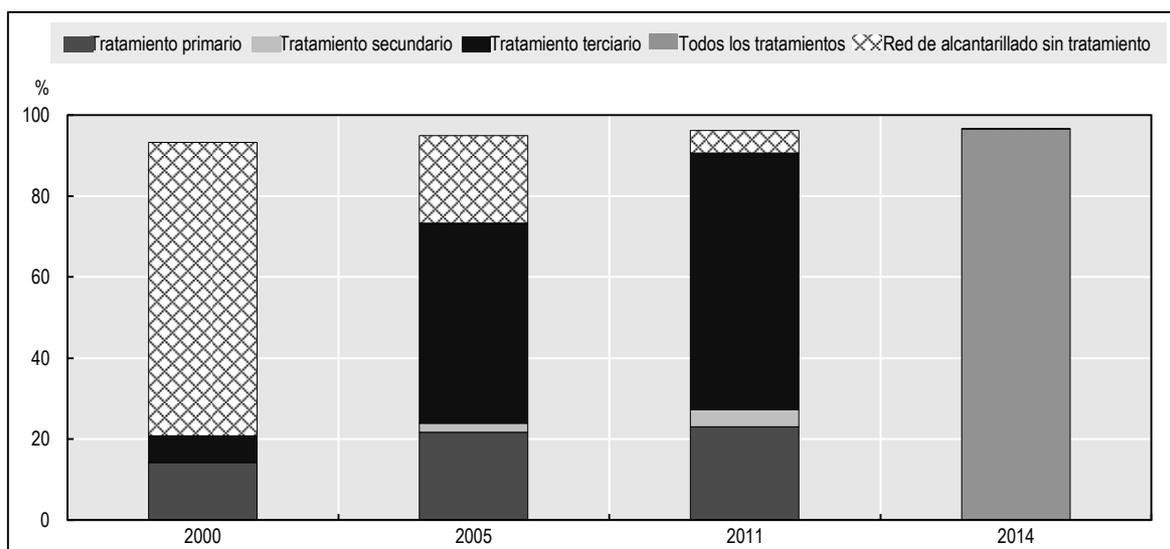
- Revisar, proponer y monitorear la implementación de las normas técnicas relacionadas con el diseño, construcción y operación de servicios de agua y de saneamiento.
- Implementar y hacer cumplir las normas relacionadas con las tarifas de los servicios prestados por los concesionarios, de acuerdo con el marco legal de tarifas.

Recuadro 5.9. Superintendencia de Servicios Sanitarios (cont.)

- Implementar el régimen de concesiones y asegurar el cumplimiento de los concesionarios con las normas y resoluciones legales de la SISS, y participar en las fases de inicialización, explotación, transferencia y extinción del régimen de concesiones.
- Monitorear las descargas de aguas residuales industriales, en particular hacer cumplir los estándares de calidad.
- Aplicar sanciones y penalizaciones.

Fuente : SISS (2016), *Historia del Sector Sanitario en Chile*, <http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3681.html>

Gráfico 5.9. Evolución del acceso de Chile al alcantarillado y tratamiento de aguas residuales por porcentaje de población



Nota: Tratamiento primario: proceso físico y/o químico que implica el asentamiento de sólidos suspendidos u otro en el que la DBO5 de las aguas residuales entrantes se reduce al menos un 20% antes de la descarga y el total de sólidos suspendidos se reduce al menos en un 50%. Tratamiento secundario: proceso que implica generalmente un tratamiento biológico con un asentamiento secundario u otro proceso, con una eliminación de DBO de al menos 70% y una eliminación de DCO de al menos el 75%. Tratamiento terciario: tratamiento de nitrógeno y/o fósforo y/o cualquier otro contaminante que afecte la calidad o un uso específico del agua (contaminación microbiológica, color, etc.).

Fuente: OCDE/CEPAL (2016), *OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252615-en>

Los desafíos que enfrenta Chile en cuanto a abastecimiento de agua potable y saneamiento urbano son similares a los que enfrentan otros países de la OCDE, y son principalmente la mejora y renovación de la infraestructura necesaria para mantener los actuales niveles de prestación de servicios y seguridad. En los países de la OCDE con un PIB per cápita relativamente bajo, el desarrollo de la infraestructura está en curso y requiere inversiones del orden del 1% del PIB (OCDE, 2015a). Una encuesta de la OCDE de 48 áreas metropolitanas en 2015 mostró que más del 90% de las ciudades reportaron el

envejecimiento o la carencia de infraestructura como un desafío notable. La última deficiencia mencionada puede amenazar la cobertura universal de servicios de agua potable y saneamiento, y disminuir la capacidad de proteger a los ciudadanos contra los desastres relacionados con el agua. Al igual que otros países y ciudades de la OCDE, Chile necesita modernizar sus instalaciones para ofrecer un tratamiento de aguas residuales de alta calidad. Actualmente, en Chile la norma que establece la calidad de este servicio (SEGPRES N°90/2000) no obliga a que las plantas de tratamiento de aguas residuales deban tener tratamiento terciario. Algunos países que ya han aumentado los niveles de tratamiento terciario en sus plantas son Austria, Alemania, Luxemburgo, Holanda, España, Suiza y el Reino Unido (OCDE, 2016). En las ciudades europeas, este aumento de la calidad del tratamiento se debe principalmente a la Directiva de la UE (91/271/EEC) relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, que establece estándares más altos que los chilenos.

Comparaciones de referencia

Las brechas de infraestructura hídrica no son fáciles de evaluar en general, ya que los sistemas de agua son estructuras complejas que dependen no sólo de la “cantidad” de infraestructura, sino también del tipo de infraestructura, su calidad, su ubicación y cómo se opera y gestiona. Además, generalmente hay una falta de indicadores para muchos tipos de infraestructura. Por ejemplo, no hay indicadores para sistemas de aguas lluvia, infraestructura verde o infraestructura natural, es decir servicios de ecosistemas. Para evaluar el rendimiento de este tipo de infraestructura, es necesario realizar un análisis costo-beneficio individual. Por ejemplo, un sistema de aguas lluvia está adecuadamente diseñado y gestionado si evita las inundaciones en una ciudad y por lo tanto ahorra pérdidas para los ciudadanos y las empresas. Los servicios de ecosistemas pueden ayudar a mejorar la calidad del agua, proteger de las inundaciones y aumentar la disponibilidad de agua al recargar los acuíferos.

Las redes de agua envejecidas tienen impactos negativos en términos de eficiencia, y generan fallos de servicio. El indicador utilizado para medir los niveles de eficiencia en los sistemas de abastecimiento de agua urbana en las ciudades de la OCDE es la pérdida de agua. Otro indicador que ha sido utilizado por la SISS para evaluar la calidad de las redes es el número de roturas de tubería cada 100 km. Las fugas en la tubería generan costos adicionales, tanto en términos ambientales (se utiliza y se pierde más agua dulce, y algunas aguas residuales vuelven al medio ambiente sin tratamiento) como en términos financieros (a través del costo de oportunidad de las fugas y el costo de tratamiento del agua que se filtra antes de llegar al consumidor, aumentando así el costo unitario de tratamiento). En Chile se prevé que la futura disponibilidad de los recursos hídricos disminuirá debido a los efectos del cambio climático, probablemente aumentando el valor futuro del agua, lo que podría hacer más rentable mejorar la eficiencia de la infraestructura (OCDE, 2016).

En la siguiente sección, las áreas metropolitanas de mayor tamaño de Chile se comparan con ciudades equivalentes en términos de pérdidas de agua⁷ y consumo de agua en hogares (Tabla 5.3). Las áreas metropolitanas chilenas se definen utilizando la definición de áreas funcionales urbanas (FUA, por sus siglas en inglés)⁸ de la OCDE, que no están limitadas por las fronteras administrativas de las ciudades, sino que se definen según el lugar donde las personas trabajan y viven (usando flujos de desplazamiento). De acuerdo con esta definición, Chile cuenta con 26 FUAs que abarcan 100 municipios. En el caso de Chile, las FUAs que se han incluido para el análisis son el área metropolitana de Santiago de Chile (por encima de 1,5 millones), las áreas metropolitanas de Concepción y Valparaíso (entre 500.000 y 1,5 millones) y las áreas urbanas medianas de Coquimbo y Antofagasta (entre 200.000 y 500.000)⁹.

Tabla 5.3. Clasificación de ciudades utilizadas para las comparaciones por tamaño

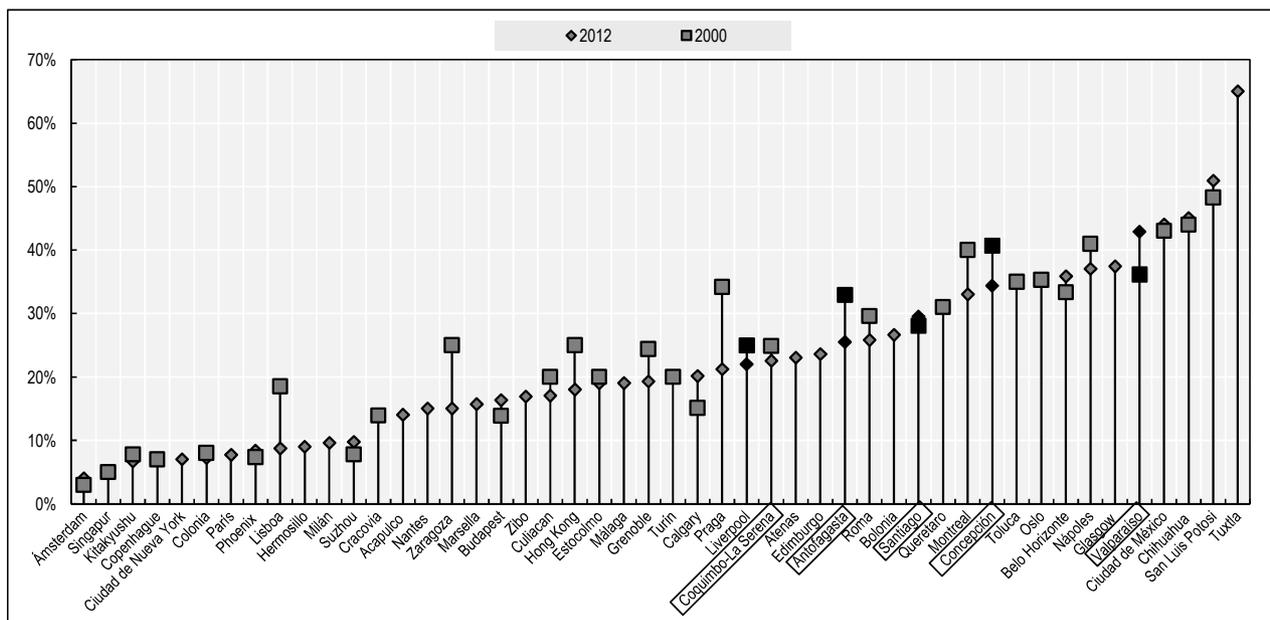
Número de habitantes	Ciudades
Más de 5 millones	Ciudad de México, Ciudad de Nueva York, París, Hong Kong, Río de Janeiro, Singapur, Santiago de Chile .
Entre 1,5 y millones	Ámsterdam, Atenas, Barcelona, Belo Horizonte, Budapest, Daegu, Lisboa, Marsella, Milán Montreal, Nápoles, Phoenix, Roma, Suzhou, Zibo.
Menos de 1,5 millones	Acapulco, Bolonia, Calgary, Chihuahua, Colonia, Copenhague, Culiacan, Edimburgo, Glasgow, Grenoble, Hermosillo, Kitakyushu, Cracovia, Liverpool, Malaga, Nantes, Okayama, Oslo, Praga, Queretaro, San Luis Potosi, Estocolmo, Turén, Toluca, Tuxla, Veracruz, Zaragoza, Valparaíso, Concepción, Antofagasta, Coquimbo-La Serena.

Fuente: Basado en la población total del núcleo urbano del área urbana funcional (OCDE, 2012b) y los datos proporcionados por las ciudades encuestadas de países no pertenecientes a la OCDE.

Las pérdidas de agua en las principales ciudades chilenas son más altas que en la mayoría de sus ciudades pares. Valparaíso (42.9%) tiene un desempeño ligeramente superior al de ciudades mexicanas como Tuxtla (65%), San Luis Potosi (50.9%), Chihuahua (45%) y Ciudad de México (44%), que figuran en la parte inferior de la clasificación. La ciudad de Concepción también registra niveles relativamente altos de pérdidas de agua (34.4%), similar a Belo Horizonte (35.8%), Oslo (35.3%), Toluca (35%) y Montreal (33%). Santiago, con una tasa del 29,5%, tiene un porcentaje más alto que las áreas metropolitanas equivalentes como Roma (25.8%), Hong Kong (18%), Milán (9.6%) y París (7.7%). Cabe destacar que Antofagasta (25.5%) y Coquimbo-La Serena (22.5%) presentan las tasas más bajas de las cinco áreas metropolitanas chilenas estudiadas (Gráfico 5.10).

La evolución de las fugas de agua difiere entre las distintas áreas metropolitanas de Chile. En Valparaíso, las pérdidas de agua aumentaron de 36,2% a 42,9% entre el 2000 y el 2012, y en Santiago del 28,1% al 29,5% en el mismo período. Valparaíso registró el mayor incremento en las pérdidas de agua entre las ciudades que proporcionaron datos para los años 2012 y 2000 (Gráfico 5.11). Sin embargo, Coquimbo-La Serena, Concepción y Antofagasta han logrado reducir estas pérdidas en términos absolutos: 2,3%, 6,3% y 7,4%, respectivamente.

Gráfico 5.10. Pérdidas de agua en ciudades de la OCDE y de países no pertenecientes



Notas:

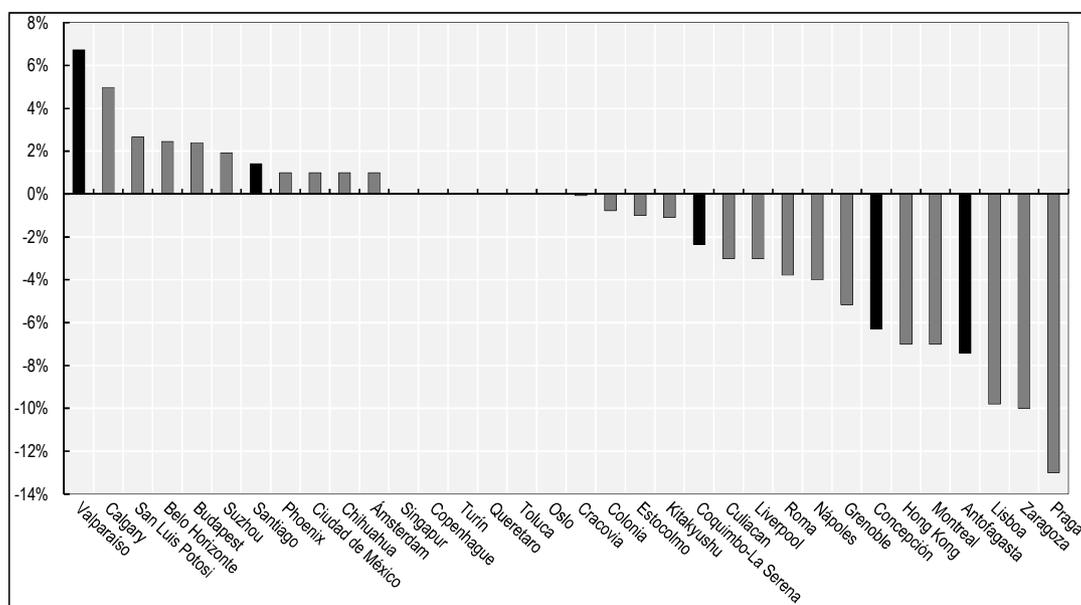
1) de las ciudades encuestadas: Budapest (datos 2013); Liverpool (la cifra es la pérdida real para Liverpool, los valores del 2000 y 1990 se basan en los datos regionales de la UU); Singapur (agua no reportada: PUB le hace seguimiento al UFW que comprende dos componentes, es decir, pérdidas reales [fugas] y pérdidas aparentes [medición]).

2) para los datos de las áreas metropolitanas de Chile, se agrega para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles para las pérdidas de agua. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, San José de Maipo), Valparaíso (Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Limache), Concepción (Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Coronel, San Pedro de la Paz, Tomé, Penco, Hualqui).

3) Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de datos sobre el Agua en Chile (2016); y OCDE (2016), Gobernanza del Agua en las Ciudades. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

Gráfico 5.11. Evolución de las pérdidas de agua entre el 2000 y 2012



Notas:

1) de las ciudades encuestadas: Budapest (datos 2013); Liverpool (2012 la cifra es la pérdida real para Liverpool. 2000 y 1990 valores se basan en los datos regionales de UU); Singapur (agua no reportada: PUB le hace seguimiento al UFW que comprende dos componentes, es decir, pérdidas reales [fugas] y pérdidas aparentes [medición]).

2) para los datos de las áreas metropolitanas de Chile, se agrega para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles para las pérdidas de agua. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central, Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, San José de Maipo), Valparaíso (Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Limache), Concepción (Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Coronel, San Pedro de la Paz, Tomé, Penco, Hualqui).

3) Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

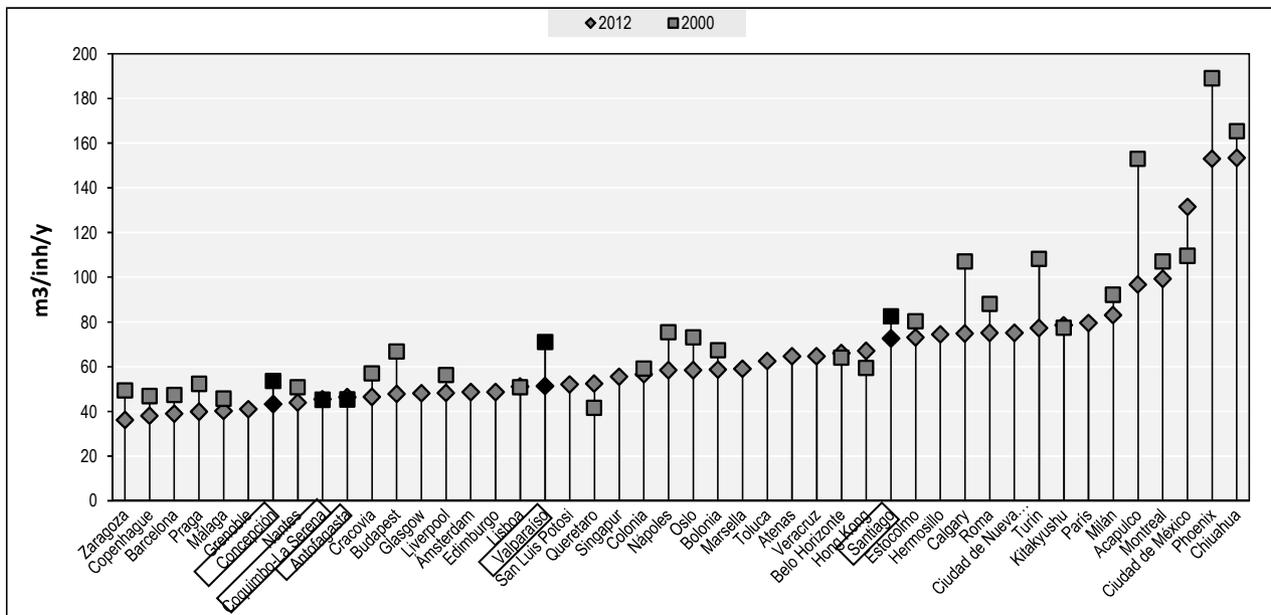
Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de datos sobre el Agua en Chile (2016); OCDE (2016), Gobernanza del Agua en las Ciudades. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

Se estima que el nivel económico óptimo de pérdidas de agua en las redes municipales oscila entre 10% y 20% dependiendo de la naturaleza de cada red individual (OECD, 2016a). El nivel óptimo de fuga se alcanza cuando el costo de reducir más ese nivel es igual al beneficio (OECD, 2016). Se espera que el valor unitario de agua se eleve debido a la reducción de disponibilidad de recursos hídricos en áreas que sufren estrés hídrico. Una red más eficiente contribuiría a ahorrar agua e incrementar la disponibilidad.

El número promedio de roturas en el sistema de agua urbano chileno fue de 20,9 roturas cada 100 km en 2015 (SISS, 2015). El número de roturas difiere de sobremanera entre los distintos prestadores de servicios de agua en Chile, siendo la tasa más elevada de 34,6 roturas cada 100 km y la más baja de 0 roturas cada 100 km (SISS, 2015). Basado en estudios internacionales, el Informe de Gestión de la SISS (2014) sostiene que la red se encuentra en mal estado si registra 40 roturas o más cada 100 km, en estado aceptable si tiene entre 20 y 39 roturas cada 100 km, y redes con menos de 20 roturas cada 100 km están en buen estado.

Las ciudades chilenas se encuentran entre las consumidoras más bajas de agua per cápita si se las compara con ciudades de un tamaño similar (Gráfico 5.12). Considerando los datos de 2012, Concepción (43,21 m³/hab/año), Coquimbo-La Serena (45,44 m³/hab/año), y Antofagasta (46,25 m³/hab/año) se encuentran entre las ciudades con menor consumo de agua per cápita del total de ciudades encuestadas. Los niveles de consumo en estas tres ciudades son similares a los de Málaga, Grenoble, Nantes y Cracovia. Valparaíso (51,36 m³/hab/año) también se ubica entre las ciudades con los niveles más bajos dentro de su categoría. Santiago está un paso más arriba en cuanto al consumo de agua per cápita (72,6 m³/hab/año), más o menos igualando otras grandes ciudades como Nueva York, París y Hong Kong.

Gráfico 5.12. Consumo de agua per cápita, 2012 y 2000



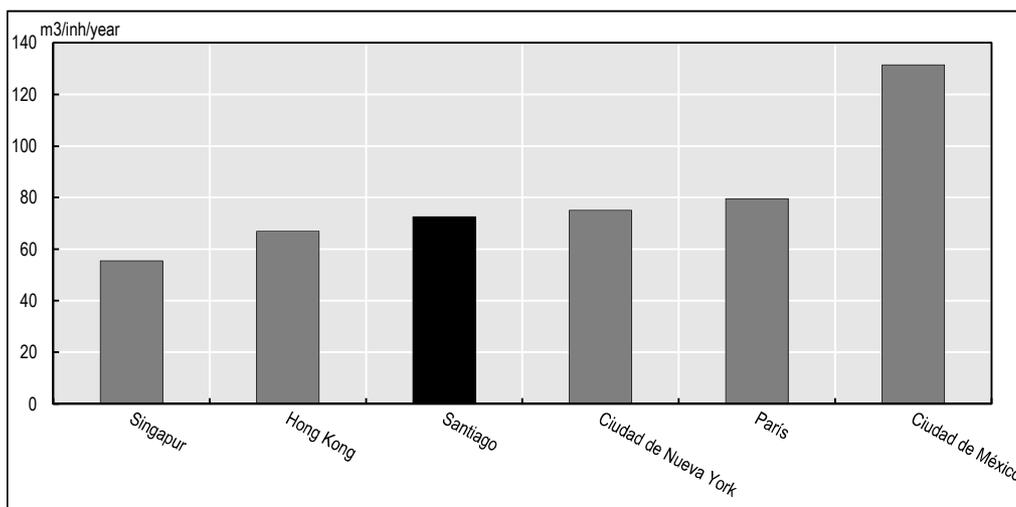
Notas:

1) Para los datos de las áreas metropolitanas de Chile, se agrega para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles para las pérdidas de agua. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central, Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, San José de Maipo), Valparaíso (Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Limache), Concepción (Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Coronel, San Pedro de la Paz, Tomé, Penco, Hualqui)

2) Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de datos sobre el Agua en Chile (2016); OCDE (2016), *Gobernanza del Agua en las Ciudades*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

Gráfico 5.13. Consumo de agua per cápita en grandes ciudades, 2012



Notas:

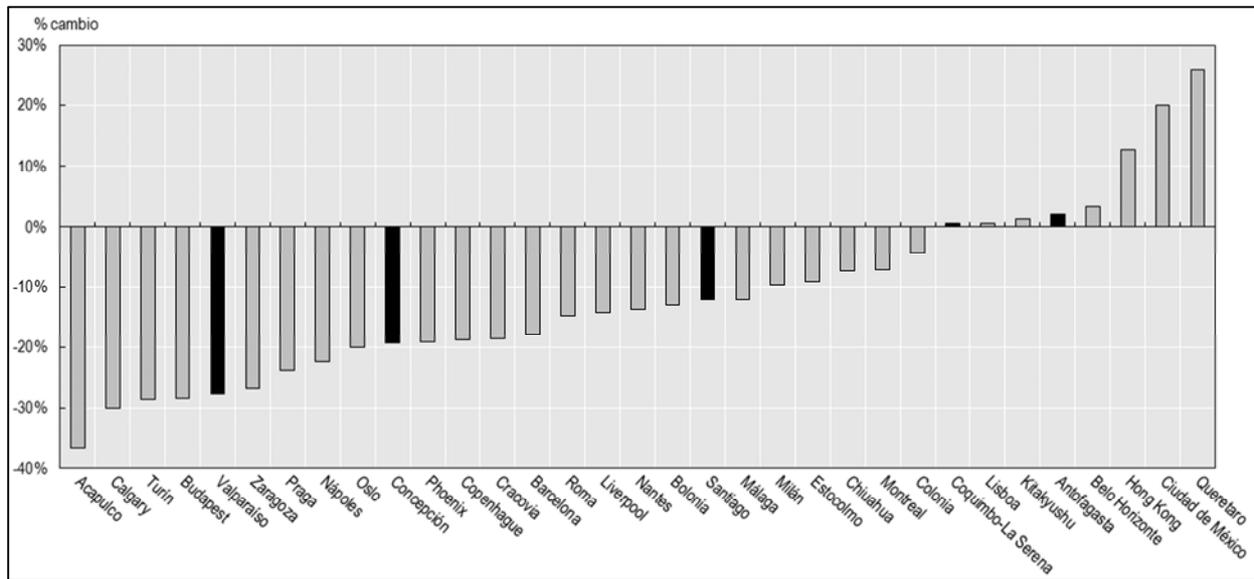
1) Para los datos de las áreas metropolitanas de Chile, se agrega para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles para las pérdidas de agua. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central, Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, San José de Maipo)

2) Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de datos sobre el Agua en Chile (2016); y la OCDE (2016), *Gobernanza del Agua en las Ciudades*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

Las tendencias en el consumo de agua per cápita difieren entre las ciudades más grandes de Chile. Entre el año 2000 y 2012, Santiago redujo el consumo de agua de 82,55 a 72,60 m³/hab/año. Durante el mismo período, Concepción y Valparaíso también redujeron el consumo de 53,58 a 43,21 m³/hab/año y de 71,04 a 51,36 m³/hab/año, respectivamente. En cuanto a variación porcentual, Valparaíso registró la mayor caída en el consumo (-27,70%), seguida por Concepción (-19,36%) y Santiago (-12,05%). En Coquimbo-La Serena y Antofagasta, los cambios en el consumo de agua per cápita desde el año 2000 han sido mínimos – con un incremento del 0,64% y 2,10%, respectivamente.

Gráfico 5.14. Consumo de agua per cápita, cambio porcentual 2000-12

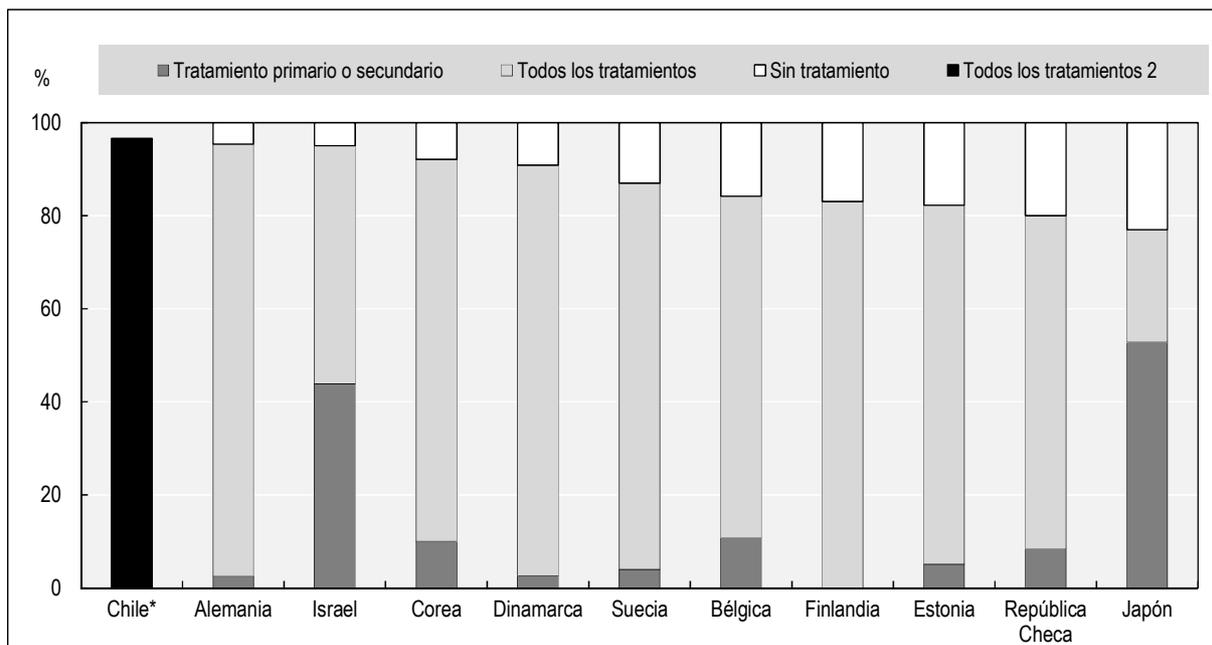


Notas: Para los datos de las áreas metropolitanas de Chile, se agrega para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles Calera de Tango, San José de Maipo), Valparaíso (Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Limache), Concepción (para las pérdidas de agua. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central, Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Coronel, San Pedro de la Paz, Tomé, Penco, Hualqui); Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de datos sobre el Agua en Chile (2016); y la OCDE (2016), *Gobernanza del Agua en las Ciudades*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

Los servicios de saneamiento urbanos se han evaluado en términos de la calidad del tratamiento de aguas residuales. El desafío que enfrentan los países de la OCDE, incluyendo a Chile, ya no está relacionado con el acceso a los servicios de saneamiento en las áreas urbanas, sino más bien con la calidad del agua resultante del proceso de tratamiento. Cuanto mayor es la calidad del tratamiento, más oportunidades se presentan para reutilizar el agua tratada. Esta reutilización contribuye a una mejor eficiencia en el suministro de agua potable y puede reducir el costo de la tarifa. El agua resultante de este proceso de reciclaje puede ser utilizada para usos alternativos que demandan estándares de calidad de agua menos estrictos (por ejemplo, riego de jardines, limpieza de calles, riego para la agricultura, etc.). Chile se ubica entre los países de la OCDE con mayor acceso a sistemas de alcantarillado con algún nivel de tratamiento (96%) (Gráfico 5.15). Sin embargo, el Informe de Gestión de la SISS 2015 indica que un total de 37% de las plantas de tratamiento de aguas residuales del país (109) son consideradas “vulnerables”. Esto implica que estas plantas están en riesgo, ya que están operando cerca de su límite previsto. Estas limitaciones abarcan tanto la capacidad hidráulica como la capacidad de tratamiento orgánico, ya que exceder el límite pone a las empresas en riesgo de incumplimiento con los estándares de calidad, lo que puede resultar en externalidades negativas como los malos olores (SISS, 2015). El tratamiento de aguas residuales en Chile no tiene estándares de calidad tan altos como en otros países de alto ingreso de la OCDE. Mientras que en Holanda, Alemania, Dinamarca y Suecia la participación del tratamiento terciario fue superior al 80% en el año 2011, en Chile es menor (63% para el mismo año) (Gráfico 5.16).

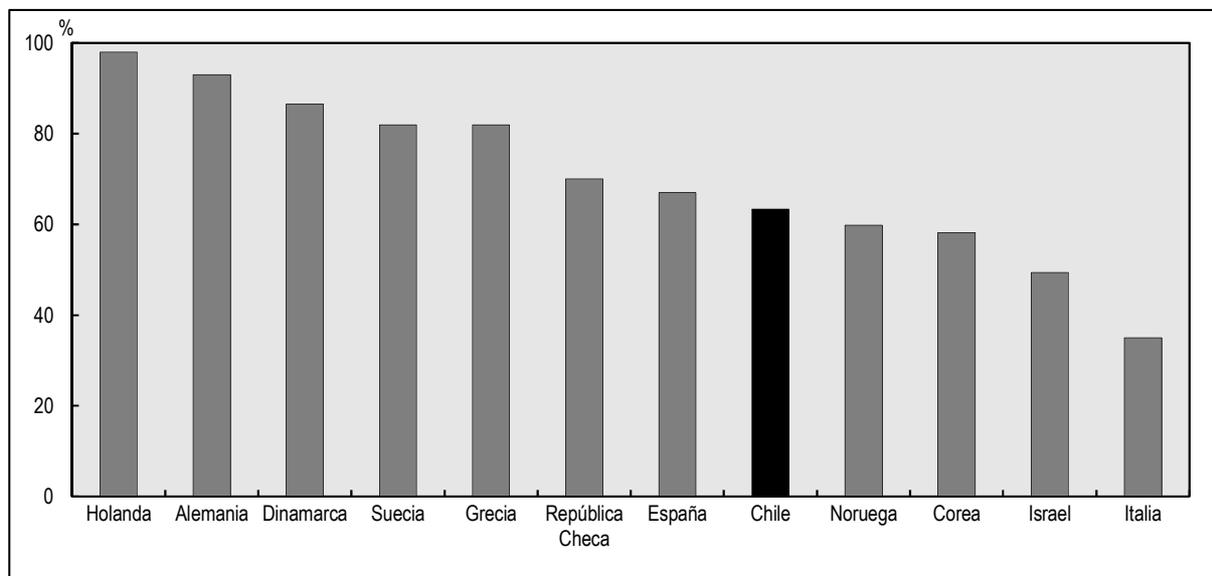
Gráfico 5.15. Acceso a alcantarillado y tipo de tratamiento en países seleccionados, 2013 o últimos datos disponibles



Nota: Los datos de Chile son para el año 2014 y no hay desagregación por tipo de tratamiento. Todos los porcentajes se calculan con respecto a la población total del país.

Fuente: OCDE (2015e), Acceso al alcantarillado y tipo de tratamiento, Estadísticas Ambientales de la OCDE (base de datos). <http://stats.oecd.org/> OECD (2014a), Datos históricos de la población y proyecciones estadísticas (base de datos). <http://stats.oecd.org/>

Gráfico 5.16. Tratamiento Terciario en países selectos, 2011

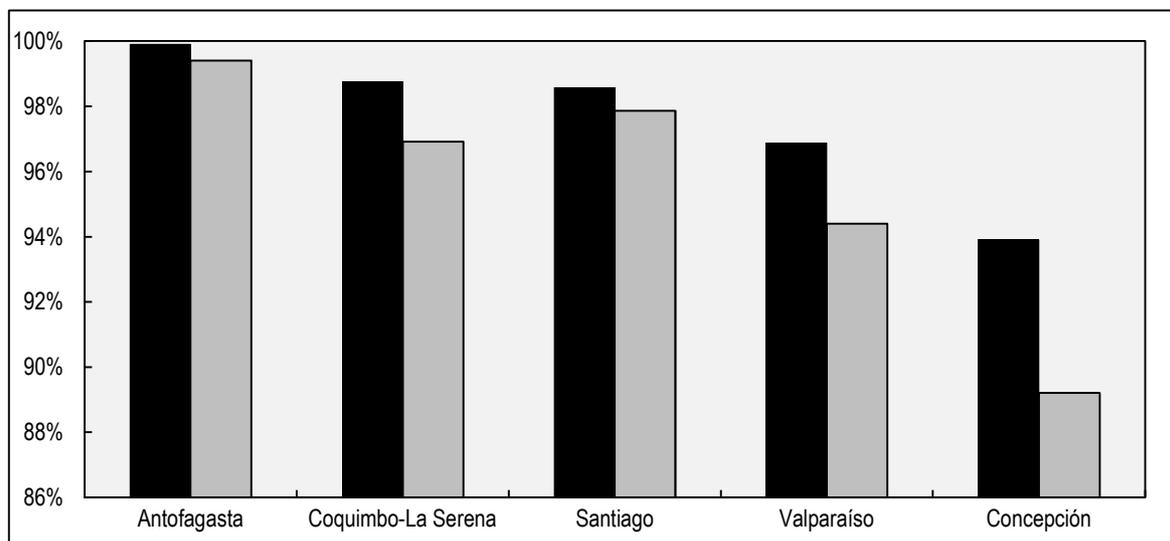


Nota: Los datos de Holanda y Alemania son del año 2010, y para España e Italia de 2012. Todos los porcentajes se calculan con respecto a la población total del país.

Fuente: OCDE (2015e), Acceso al alcantarillado y tipo de tratamiento, Estadísticas Ambientales de la OCDE (base de datos). <http://stats.oecd.org/>

El acceso al alcantarillado y tratamiento de aguas residuales varía entre las ciudades más grandes de Chile, de 99.90% en Antofagasta, 98.74% en Coquimbo-La Serena y 98.59% en Santiago de Chile, a 93.91% en Concepción, donde se lograron avances significativos entre el año 2000 y 2012 (Gráfico 5.17). El área metropolitana de Santiago registra la mayor variabilidad entre sus municipios en términos de acceso a alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, especialmente en municipios de bajos ingresos como San José de Maipo (43.80%), Lampa (70.40%) y Calera de Tango (52.70%) (Gráfico 5.18).

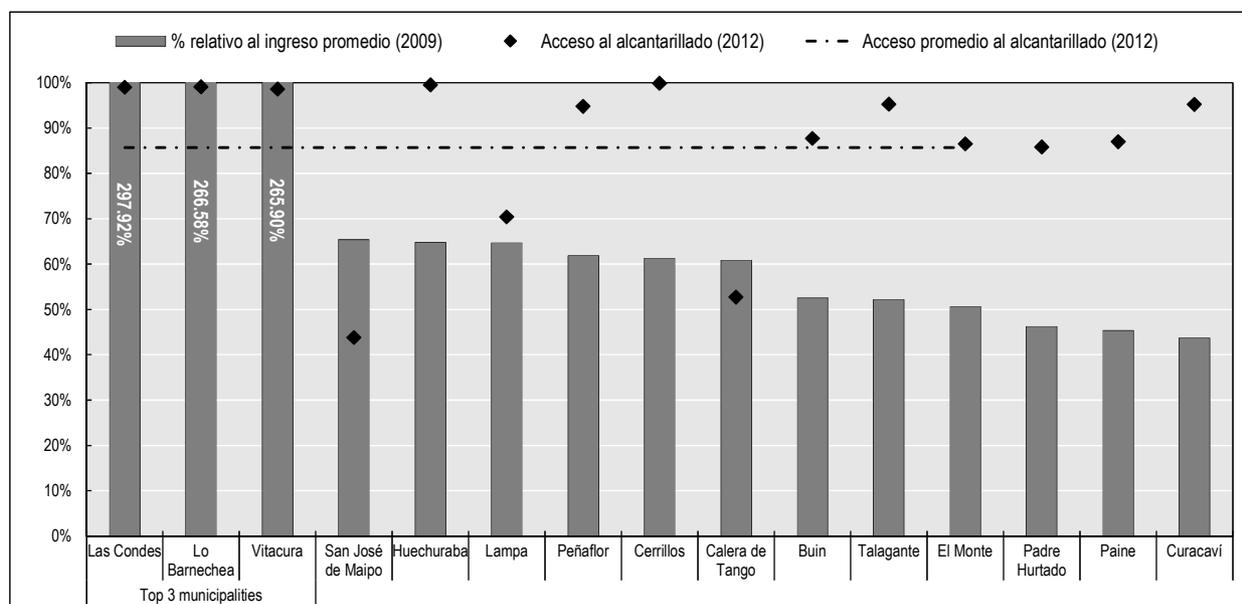
Gráfico 5.17. Acceso a alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de FUAs en Chile



Nota: los datos de las áreas metropolitanas de Chile se agregan para los municipios dentro de las Áreas Urbanas Funcionales y con los datos disponibles para el consumo de agua en los hogares. Santiago de Chile (Maipú, Gran Santiago, Las Condes, Estación Central, Colina, Lo Barnechea, Huechuraba, Vitacura, Peñaflo, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, San José de Maipo); Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores urbanos de agua, con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de Datos sobre el Agua en Chile (2016).

Gráfico 5.18. Ingresos y acceso a alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, municipios en la FUA de Santiago (2012)



Nota: Los datos corresponden al porcentaje de la población atendida por los operadores de agua urbanos, con respecto a la población total que vive dentro de la zona cubierta.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c). Estadísticas oficiales proporcionadas en el Cuestionario de la OCDE para este informe: Solicitud de Datos sobre el Agua en Chile (2016).

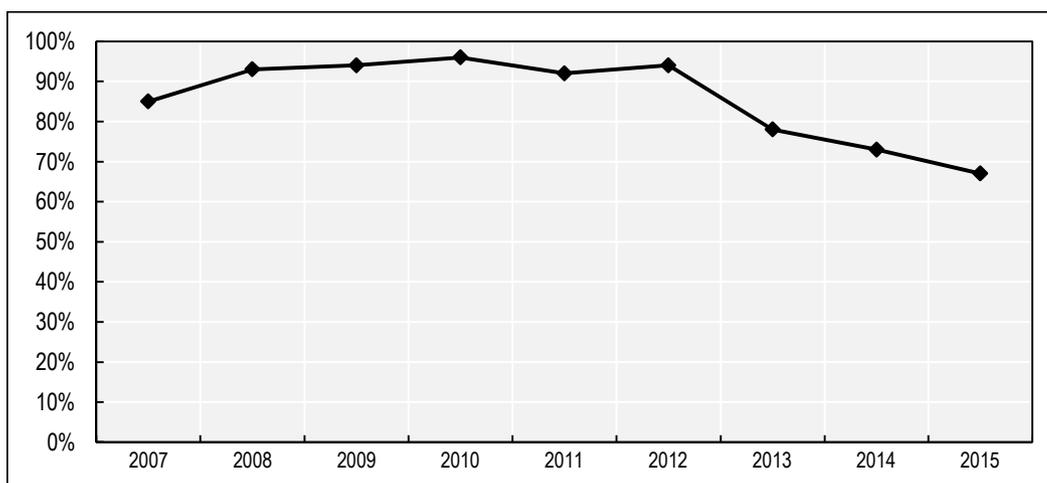
Cómo abordar las brechas de infraestructura en las zonas urbanas de Chile

En su informe de Gestión de Servicios Hídricos de 2015, la SISS también resalta la necesidad de renovar la infraestructura en ciertas áreas de las redes de abastecimiento de agua y saneamiento. Actualmente se calcula que el 40,4% de la red de abastecimiento de agua en Chile fue construida con cemento de amianto entre el año 1950 y 2000 y tiene una vida útil aproximadamente de 40 años, si el mantenimiento se realiza con regularidad y efectividad (SISS, 2015). Esto implica que una gran parte de esta red tiene que ser examinada con atención, y lo mismo ocurre con los sistemas de alcantarillado construidos con hormigón pretensado o cemento. Además, existen tramos clave de la tubería que proporciona agua potable que tienen más de 60 años y que necesitan un diagnóstico específico y, si fuese necesario, un plan para ser reemplazados (SISS 2015). En 2015 la tasa de reposición fue de 0.32%, lo que implica que se tardaría 312 años en renovar la red entera a este ritmo (SISS, 2015). La tasa actual de rotura (20.8 roturas cada 100 km) podría aumentar si el ritmo de reposición sigue constante. Por tanto, es necesario aumentar el monitoreo de las tuberías que están más envejecidas y prestar mayor atención a las redes con tasas de roturas más altas dada la alta variabilidad (la tasa más elevada es de 34.6 roturas cada 100 km y la más baja de 0 roturas cada 100 km).

Actualmente no está claro cómo Chile enfrentará el reto de renovar y modernizar sus servicios de agua urbanos para asegurar un sistema eficiente y eficaz que esté a la altura de los estándares de los países desarrollados. La ejecución de los planes de inversión de las concesiones privadas para renovar la infraestructura de suministro de agua potable en Chile ha disminuido durante los últimos 3 años. Los planes de inversión son acordados y negociados entre la SISS y las concesiones privadas, y el incumplimiento de

los mismos puede implicar sanciones. Entre los años 2007 y 2010, las concesiones privadas realizaron un promedio de más del 90% de las inversiones planificadas. Esto se debe a la fuerte vigilancia y aplicación de las sanciones y multas por parte de la SISS durante ese período (SISS, 2015). Sin embargo, a partir del año 2012, el porcentaje de las inversiones ejecutadas durante el año fiscal (es decir, el año natural) han ido disminuyendo y, en promedio, las concesiones privadas ejecutaron menos del 70% de las obras planificadas cada año (Gráfico 5.19). Cabe mencionar que actualmente no existe un mecanismo que permita discernir si las inversiones atrasadas son ejecutadas más tarde en los demás años fiscales que engloba el plan.

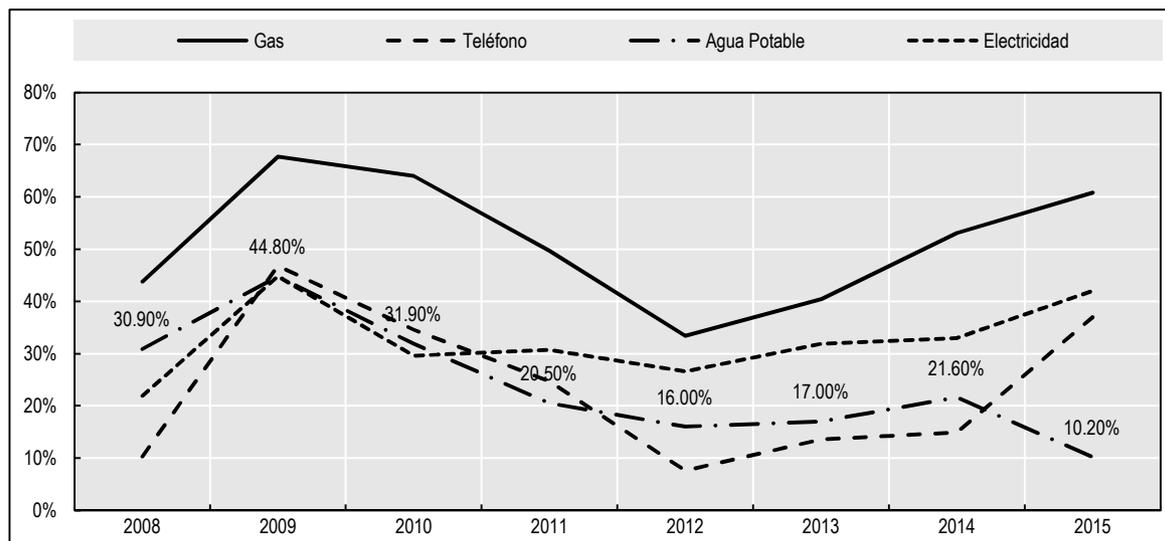
Gráfico 5.19. Ejecución de planes de inversión (%) por concesiones privadas en Chile, 2007-15



Fuente: SISS (2015), *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2015*, disponible en: http://www.siss.cl/577/articles-15784_inf_gest.pdf

Las encuestas de percepción, realizadas anualmente desde 2008 por la SISS, muestran que los usuarios están cada vez menos satisfechos con los servicios de agua. Desde 2009, se ha registrado una caída en la puntuación que los usuarios le asignan a los servicios de agua potable, el cual alcanzó su nivel más bajo en el año 2015 (10,2%) (Gráfico 5.20). Según la encuesta de la SISS, otros servicios básicos, como gas, teléfono y electricidad registraron puntuaciones más altas en el año 2015 (60,8%, 37,0% y 42,0%). Este bajo nivel de satisfacción de los usuarios con respecto al suministro de agua potable en Chile es probablemente debido a deficiencias en calidad y cantidad. Otros estudios, como el de ProCalidad, muestran algunas diferencias con respecto a las encuestas llevadas a cabo por la SISS. Por ejemplo, en la encuesta de ProCalidad, que utiliza una metodología distinta para llevar a cabo las entrevistas (pero el mismo sistema de puntuación: “satisfacción neta”), los servicios de electricidad (38%) e internet (20%) no tienen mejor puntuación que los servicios de agua (42%) (ProCalidad, 2017). Además, la satisfacción neta con los servicios de telefonía (43%) solo se encuentra un punto porcentual por encima de los servicios del agua, mientras que en la encuesta de la SISS la diferencia alcanza 20 puntos porcentuales.

Gráfico 5.20. Encuestas de percepción de usuarios de los servicios de gas, agua potable, teléfono y electricidad 2008 - 2015



Nota: La muestra de la encuesta consistió en un total de 10.036 hogares repartidos en 15 regiones a los que prestan servicios las 27 concesionarias más grandes en Chile. Para cada concesionaria la muestra utilizó un nivel de confianza estadística de 95% y un error muestral del 1%. La percepción de los usuarios se midió como “Satisfacción Neta” que corresponde a la diferencia entre el % de clientes satisfechos (clientes que otorgaron notas al servicio de 6 o 7) y el % de clientes insatisfechos (clientes que puntuaron con nota igual o menor a 4).

Fuente: SISS (2017), *Encuestas de Percepción de Usuarios*, <http://www.siss.cl/577/w3-propertyvalue-3452.html> (realizadas el 7 de febrero de 2017).

Las inversiones en infraestructura de agua son intensivas en cuanto al capital que se necesita, y sólo se recuperan después de largos períodos de tiempo. Por tanto, cuando se invierte en infraestructura, es fundamental buscar la mejor relación calidad-precio posible. Las pérdidas de agua pueden estar distribuidas por todo el sistema de abastecimiento de agua potable, que en las grandes ciudades significa cientos de kilómetros de tubería, y los datos en tiempo real son fundamentales para identificar, localizar y cuantificar las fugas. Las ciudades de la OCDE que han logrado mejorar sus sistemas de información de agua han sido más eficaces enfrentando el problema de las fugas. Dos buenas prácticas en la OCDE las encontramos en el plan de Nueva York para reemplazar un tramo de un acueducto que juega un papel crítico para el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad, y en Zaragoza (España) donde su política de control y monitoreo ha llevado a una reducción de un 40% de sus fugas (Recuadro 5.10).

Recuadro 5.10. Arreglando las instituciones que pueden arreglar las cañerías en las ciudades de la OCDE

La renovación de la infraestructura ayuda a frenar el aumento de los costos ambientales y operativos de tratamiento de aguas debido a las fugas. La mejora del sistema de información, el monitoreo de flujos y el uso de indicadores de desempeño relacionados con las pérdidas de agua también pueden reducir las ineficiencias y sus costos ambientales y financieros. En **Zaragoza**, por ejemplo, se realizaron inversiones constantes para reducir y controlar las pérdidas de agua, incluyendo la rehabilitación de la red de tubería y los controles de gestión de la presión. En el año 2008, las pérdidas del sistema se redujeron más de un 40% en comparación con el año 1997, lo que condujo a un ahorro anual de 20 millones de m³ de agua (Phillip, 2011). Otras ciudades también han reducido significativamente las pérdidas de agua desde los años noventa (Colonia, Grenoble, Kitakyushu, Lisboa, Liverpool, Montreal, Nápoles, Oslo, Praga, Roma y Estocolmo).

Recuadro 5.10. Arreglando las instituciones que pueden arreglar las cañerías en las ciudades de la OCDE (cont.)

Desde los años 90, el Departamento de Protección Ambiental (DEP, por sus siglas en inglés) de la Ciudad de Nueva York ha estado monitoreando fugas en un tramo del acueducto que conecta el embalse de Rondout en el condado de Ulster con el embalse de West Branch en el condado de Putnam. Hay dos áreas con fugas significativas en el acueducto de Delaware concretamente en túnel Roundout-West Branch donde las intersecciones de Wawarsing y Roseton. Entre los dos suman fugas de aproximadamente 35 millones de galones de agua por día. En respuesta, el DEP planea construir un túnel de desvío alrededor de las áreas con las fugas en Roseton, que consistiría en un nuevo segmento de túnel para desviar el agua y rodear la sección con las fugas, y dos ejes en cada extremo. Este trabajo se inició en el año 2013 y se completará en el año 2023. Una vez construidos el túnel y los ejes, el acueducto se cerraría y será drenado. En ese momento, las filtraciones en Wawarsing serían reparadas y el túnel de desvío sería conectado al túnel existente. Este trabajo comenzaría en el año 2022 y tardaría entre cinco y ocho meses.

Fuente: OCDE (2016), Gobernanza del Agua en las Ciudades. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en> ; UKRN (2015), “Innovación en los sectores de la infraestructura regulada”, disponible en: <http://www.ukrn.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/20150112InnovationInRegInfrSec.pdf> ; Philip R. (2011), “Reducir la demanda de agua y establecer una cultura de ahorro de agua en la Ciudad de Zaragoza” Caso de estudio: Zaragoza, España, SWITCH Training Kit, disponible en: www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch_training/files/Case_studies/Zaragoza_Case_study_preview.pdf.

La mejora de la infraestructura urbana de agua y saneamiento de Chile es una responsabilidad compartida entre los sectores público y privado. Chile tiene el peculiar desafío de que todo su sistema de abastecimiento de agua urbana está concesionado a proveedores privados, lo cual ha demostrado ser una ayuda para mejorar la eficiencia de sus sistemas de agua y saneamiento. Si bien Chile ha logrado movilizar inversiones para el desarrollo de infraestructura hasta el momento, los retos actuales que enfrenta el país para renovar y modernizar la infraestructura requieren de nuevas respuestas. El gobierno chileno debe considerar opciones de bajo costo, como la inversión en sistemas de información que permitan identificar y atajar las fugas y problemas de la red, y recurrir más a la infraestructura verde y de múltiples usos para aprovechar al máximo las complementariedades entre las políticas de agua potable y otras para minimizar las obligaciones de las futuras generaciones. Por ejemplo, el Plan de Desarrollo para 2015 – 2019 del Sistema Gran Santiago incluye un Plan de Eficiencia Hidráulica que tiene como objetivo solucionar los segmentos de la red de agua potable del Gran Santiago donde se registran pérdidas de agua más elevadas, es decir superiores a 30%. El plan contempla inversiones en sistemas de información que permitan identificar mejor las pérdidas de agua y, una vez localizadas, la instalación de equipamiento que permita reducir esas pérdidas. Sin embargo, esto no significa que no se necesiten inversiones más cuantiosas, ya que algunos sistemas están envejeciendo y necesitan soluciones más intensivas en capital, sino que estas soluciones han de ser combinadas con soluciones de menor costo. Alternativas de bajo costo: infraestructura natural y técnicas de gestión de la demanda.

Invertir en la infraestructura natural puede contribuir a gestionar el riesgo de agua demasiado contaminada. Existe un concepto erróneo de que los servicios de ecosistemas sólo son relevantes para los usuarios del agua de ciertos sectores, como el sector agrícola o las comunidades rurales. Sin embargo, los servicios de ecosistema son también una parte valiosa del inventario de las instalaciones, servicios y equipos necesarios para asegurar la seguridad hídrica en las ciudades. Por ejemplo, en el centro de Chile, donde la actividad minera ha aumentado los niveles de cobre y salinidad en algunos ríos como el Maipo, los servicios de ecosistemas podrían ayudar a aumentar la calidad del agua

y reducir los costos de operación de las plantas de tratamiento. Si el agua extraída para el suministro de agua potable es de mayor calidad, entonces los requerimientos de tratamiento son menores y hay una menor necesidad de usar procesos químicos en las plantas de tratamiento. Esto también puede generar ahorros de electricidad, ya que los procesos de tratamiento son más cortos. Las técnicas de gestión de la demanda, como la educación, la concientización o la reutilización del agua, son también alternativas con menor costo que el desarrollo de una gran infraestructura. Sin embargo, requieren mejoras en las bases de datos de monitoreo de recursos y uso del agua.

Demostrar los beneficios de los servicios de los ecosistemas es importante para concientizar las partes interesadas. El uso de las valoraciones económicas de los ecosistemas está aumentando como herramientas de análisis. Con el valor aportado por el ecosistema en mano, los tomadores de decisiones pueden entonces sopesar los costos y beneficios de opciones alternativas a infraestructura (Emerton, L. y Bos, E., 2014). Además, si las valoraciones de los ecosistemas estimulan la participación de las partes interesadas, es decir, los prestadores de servicios de agua, las comunidades rurales, los usuarios agrícolas, se pueden tomar decisiones más informadas y basadas en un consenso. Una combinación de infraestructura natural y tradicional puede impulsar proyectos más sostenibles y con mayor resiliencia al clima (Emerton, L. y Bos, E., 2014). Un experimento innovador con pagos por servicios ambientales se llevó a cabo en la ciudad de Quito, Ecuador por ejemplo (Recuadro 5.11).

Recuadro 5.11. Movilizar financiamiento innovador para la gestión de los recursos hídricos en Quito, Ecuador

La ciudad de Quito, Ecuador, ofrece un ejemplo de cómo conseguir financiamiento sostenible para la gestión de los recursos hídricos. Para el año 2025 la población de la ciudad se espera que alcance casi 4 millones, aumentando la demanda de agua casi un 50%. El gobierno municipal y las organizaciones no gubernamentales reconocieron el valor de los servicios de cuenca para la ciudad y proporcionaron capital inicial para formar el Fondo de Protección del Agua para Quito (FONAG). Los usuarios del agua (agrícola, energía, servicios públicos, etc.) pagan una tasa al fondo que depende de su consumo de agua, donde la mayor parte proviene de la Empresa de Agua de Quito. Para el año 2009, el fondo tenía más de \$7 millones USD. Utilizando los intereses devengados, FONAG paga para proteger y mantener los servicios de los ecosistemas. Los beneficios a corto plazo ya se pueden evidenciar, y éstos incluyen la conservación de 730.000 hectáreas, la mejora en la calidad del agua y el suministro para más de 13 millones de personas, 52% de las cuales son pobres, y beneficios para 1800 personas asociadas con el manejo y conservación de cuencas. El financiamiento a largo plazo (80 años) se enfoca en la educación ambiental, la investigación y la conservación de cuencas.

Fuente: Smith, M. et al. (2006). *Pay – Establishing payments for watershed services*. Disponible en: <http://mtforum.org/sites/default/files/publication/files/5381.pdf>

El reciclaje de aguas lluvias y de aguas grises son buenas opciones para ahorrar agua, pero es necesario establecer normas de calidad para evitar problemas sanitarios (OCDE, 2016) (Recuadro 5.12). Una condición previa para la reutilización de aguas residuales es que las aguas residuales urbanas y rurales y el tratamiento de los efluentes sean de estándares suficientemente altos para preservar la calidad de las fuentes de agua. Las opciones técnicas de tratamiento se definen de acuerdo con los usos previstos para dicha agua, que podría ser para verter directamente a los ríos para mantener los niveles de agua, riego de espacios verdes, cultivos de granos, plantación de árboles, refrigerantes para la industria o reabastecimiento de acuíferos (GWP, 2012). El desarrollo de la reutilización de aguas residuales depende en gran medida de la presión que existe sobre los recursos y

los costos relacionados (especialmente los costos de energía), y sobre cómo se comparan estos costos con los de las fuentes primarias de recursos hídricos.

Recuadro 5.12. Reutilización del agua en Singapur

En el año 2003, la Junta de servicios Públicos (PUB, por sus siglas en inglés), la agencia nacional de agua de Singapur, introdujo a NEWater como uno de los cuatro *National Taps** de Singapur. NEWater es agua recuperada de alta calidad producida a partir de agua tratada que ha sido sometida a estrictos procesos de purificación y tratamiento mediante tecnologías avanzadas de doble membrana (micro filtración y ósmosis inversa) y ultravioleta. Ha pasado más de 130 000 pruebas científicas y supera los estándares de agua potable establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. NEWater se utiliza principalmente para fines industriales no potables, en parques de fabricación de obleas, industrias y edificios comerciales. Durante los meses secos, NEWater se utiliza para recargar los embalses y se mezcla con agua cruda antes de someterse a tratamiento en la planta de agua y luego se utiliza para el suministro de agua potable.

Antes del desarrollo de NEWater, Singapur tenía que depender en gran medida de las cuencas locales y de agua importada de Johor en Malasia como sus principales fuentes de agua. Sin embargo, estas dos fuentes tradicionales dependen altamente del clima. Aunque la reutilización de agua no es un concepto nuevo, lo que es significativo para Singapur es la implementación a gran escala y la amplia aceptación pública de NEWater para el uso indirecto de agua potable. Esto forma parte de una estrategia general de concientizar a la población, destacando un nuevo enfoque para la gestión del agua al comunicarle al público la necesidad de considerar el agua como un recurso renovable que se puede utilizar una y otra vez. El precio de NEWater es más económico que el de agua potable, y esto ha animado a muchas industrias a cambiar a NEWater. Los estrictos cumplimiento de las descargas de aguas usadas también juegan un papel importante en asegurar que las plantas de reutilización de agua puedan funcionar como fueron diseñadas y para suministrar parte del efluente tratado a las plantas NEWater. La tecnología de recuperación de agua también es relevante para otras regiones con escasez de agua. Desde una perspectiva energética, utiliza alrededor de un cuarto de lo que requeriría la desalinización. Es desde esta perspectiva que NEWater tiene gran potencial para las ciudades en desarrollo.

Nota: * Los otros tres son agua de captación local, agua importada y agua desalinizada.

Fuente: OCDE (2016), *Gobernanza del Agua en las Ciudades*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>

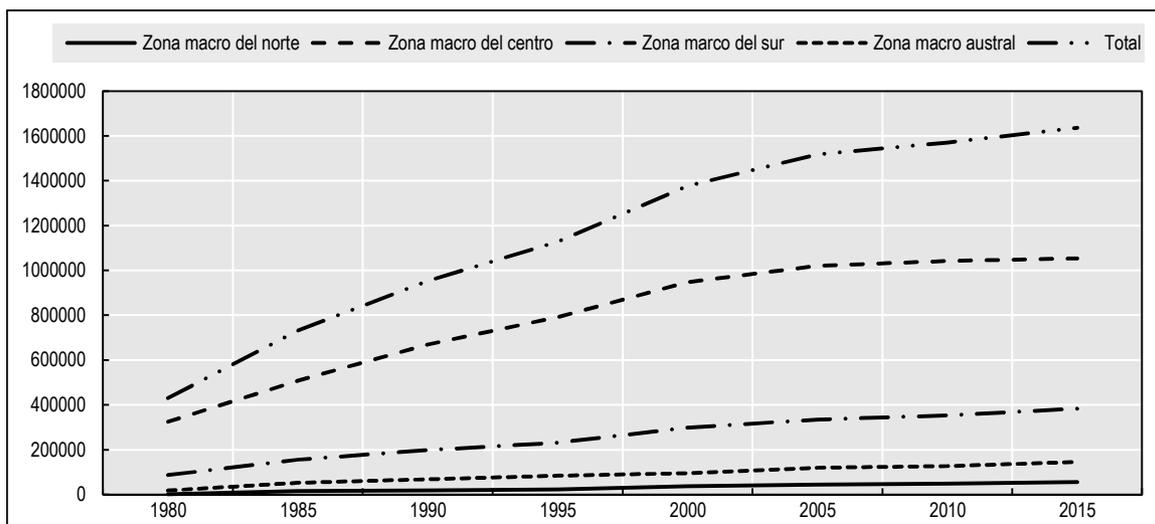
Servicios rurales de abastecimiento de agua y saneamiento

Chile ha realizado esfuerzos significativos en las últimas décadas para fomentar el acceso al abastecimiento de agua potable y saneamiento en las zonas rurales. Aunque parcialmente existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales en los sectores rurales de Chile¹⁰, evaluar el porcentaje de la población cubierta en asentamientos dispersos es una tarea abrumadora. Fuentes oficiales informan que este es el desafío más urgente en el programa de agua potable rural del país. El Programa de Agua Potable Rural (APR) ha estado activo desde el año 1964, y ha sido operado por la Subdirección de Agua Potable Rural dentro de la DOH desde el año 2011. La DOH brinda infraestructura de servicios de agua rurales, pero son los ciudadanos que se benefician del Programa APR los que son responsables de gestionar, operar y mantener los sistemas a través de un comité o cooperativa de APR. Sin embargo, las cooperativas y los comités no siempre cuentan con los recursos necesarios para cubrir los costos de operación y mantenimiento de estas infraestructuras, motivo por el cual la DOH dedica parte de su presupuesto del Programa APR a mejorar, renovar, ampliar y mantener las redes.

Los resultados del Programa APR en términos de acceso al suministro de agua potable han sido notorios. Cuando el programa comenzó en el año 1964, la cobertura del abastecimiento de agua potable en las zonas rurales era muy pequeño, alrededor del 6%, mientras que actualmente más del 93% de la población rural tiene acceso a fuentes de agua

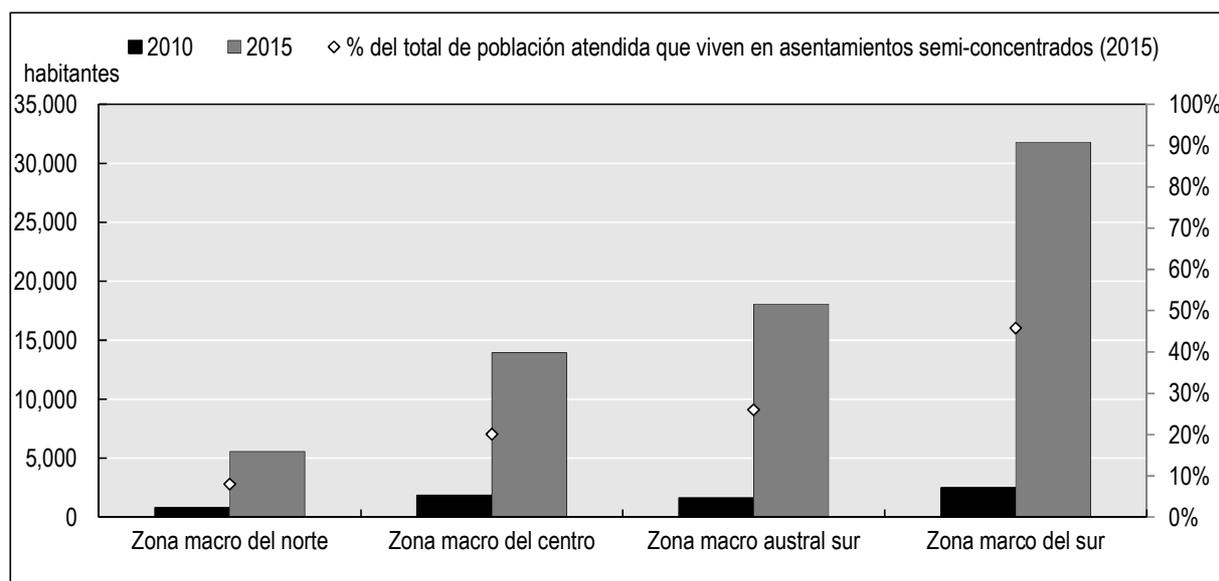
mejoradas (Gobierno de Chile, 2016). Desde el año 1980, el total de la población servida por este programa ha aumentado de 400.000 personas a más de 1.600.000 (Gráfico 5.21). Las dos macrozonas con mayor número de beneficiarios del programa APR son la Macrozona Central, con más de un millón de personas, y la Macrozona Sur, con cerca de 400.000 habitantes (Gráfico 5.21).

Gráfico 5.21. Población rural total con acceso en Chile, por macrozona



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”.

En el año 2015, el gobierno chileno informó que, si bien las comunidades rurales concentradas tienen acceso al agua potable, las zonas dispersamente pobladas todavía tienen dificultades para acceder a los servicios básicos de agua. El Programa APR ha tenido éxito en asegurar acceso para los asentamientos rurales más grandes, de los cuales el 100% tienen acceso a agua potable (Gobierno de Chile, 2016), pero todavía hay retos significativos en asentamiento rurales semi concentrados o dispersos (Gráfico 5.22).

Gráfico 5.22. Personas en áreas escasamente pobladas atendidas por el APR

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”.

El nuevo desafío del programa APR es asegurar el acceso para la población que vive en áreas semi-concentradas y dispersas. Mientras que en las zonas semi-concentradas los sistemas rurales tradicionales de agua pueden aun ser eficaces, en las poblaciones dispersas será necesario introducir sistemas innovadores. Los costos de estos son presumiblemente mayores y atienden a menos personas que en áreas semi-concentradas, lo que podría dificultar que los proyectos cumplan con los criterios de la metodología de evaluación social establecida por el Ministerio de Desarrollo Social (DIPRES, 2015). La metodología de evaluación social asegura que sólo los proyectos que generen un retorno social mínimo, es decir, en términos de resultados económicos o sociales, reciban financiamiento del Ministerio de Hacienda, lo que significa que no prioriza la infraestructura en regiones remotas dado que la relación costo-beneficio de la prestación de servicios rurales de agua en asentamientos semi-concentrados y dispersos es menor que en los asentamientos concentrados. Por lo tanto, tales proyectos no cumplirían fácilmente con los criterios de la metodología de evaluación social y no calificarían para recibir financiamiento. Esto podría dificultar lograr el objetivo del APR de proporcionar servicios de agua potable rural a los asentamientos semi-concentrados y dispersos. El Capítulo 2 propone opciones que Chile podría implementar para revisar la metodología de evaluación social y enfrentar sus desafíos en cuanto a infraestructura. Estas metodologías podrían consistir en complementar el análisis de costos y beneficios con un marco de análisis multicriterio que se pueda utilizar para incorporar objetivos a más largo plazo, asuntos estratégicos y mejorar la alineación con las prioridades políticas más amplias.

El informe de evaluación de la Dirección de Presupuesto (DIPRES) (2015), resalta daños notables y envejecimiento de los sistemas de APR que crean obstáculos para la fiabilidad de un suministro de agua potable de calidad y en suficiente cantidad. Entre los años 2011 y 2014, el 22,1% de los costos inesperados de mantenimiento y operación se debió al deterioro de los sistemas APR. Esto se debe principalmente a la distribución desigual de habilidades técnicas, financieras y de gestión entre los diferentes comités y

cooperativas de APR. Aunque todos los comités tienen la obligación de utilizar instrumentos de planificación tales como informes financieros anuales y planes de actividades, muchos no los tienen en la práctica (DIPRES, 2015). Debido a estos problemas de gestión, más del 5% de los sistemas APR no cumplían con los estándares de calidad del agua y más del 9% de los sistemas APR no realizaron estudios bacteriológicos.

La insuficiencia de datos e información también obstaculizan la eficiencia de las inversiones en el Programa APR. En la actualidad, no se cuenta con un seguimiento sistemático y exhaustivo de los resultados logrados por el Programa APR. La evaluación de DIPRES señala la dificultad de acceder a datos e información fiable y completa para mejorar la toma de decisiones basada en la evidencia sobre el programa de inversiones en áreas rurales. DIPRES recomienda ampliar la base de datos del Programa APR, incorporando un registro completo y que se actualice periódicamente de los proyectos ejecutados, incluyendo los siguientes datos: tipología del proyecto (instalación, ampliación, mejora, conservación y mantenimiento), fechas de inicio y finalización, costos y número de beneficiarios (población servida). DIPRES también recomienda promover la planificación estratégica de inversiones cuando éstas se enfocan en asentamientos rurales semi-concentrados y dispersos, mejorar las capacidades de gestión y los conocimientos técnicos de las cooperativas y comités encargados de la operación, mantenimiento y financiamiento del sistema APR, e implementar técnicas de monitoreo y evaluación a través de mejorar la producción de datos e información.

Un futuro objetivo del Programa APR es ofrecer acceso a agua potable y servicios de saneamiento rurales a 560 asentamientos semi-concentrados que representan un total de 220 000 habitantes. En enero de 2017 se adoptó una nueva ley de servicios sanitarios rurales que contempla los siguientes objetivos:

- Fortalecer la capacidad de gestión de los comités y las cooperativas, preservando al mismo tiempo su carácter participativo.
- Establecer los derechos y obligaciones de los comités y cooperativas, basados en los principios de solidaridad y no discriminación en cuanto a los derechos de acceso a los servicios rurales de agua.
- Establecer y aclarar la función reguladora del estado en los servicios del agua rurales, incluyendo la metodología para calcular y revisar las tarifas por los servicios.
- Crear una Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales dentro de la DOH con la responsabilidad de desarrollar una política para apoyar y promover las actividades de los comités y las cooperativas.
- Fomentar la participación del personal directivo de los comités y cooperativas en los Consejos Nacionales y Regionales que han de establecerse.
- Incorporar las zonas rurales con menos densidad poblacional dentro del alcance del Programa de Agua Potable Rural, priorizando las áreas con estrés hídrico.
- Incorporar servicios de saneamiento rural dentro del alcance del Programa de Agua Potable Rural y nombrar un organismo técnico para estudiar las mejores soluciones caso por caso, por ejemplo, para decidir entre redes de saneamiento o sistemas localizados.

- Involucrar a las comunidades en la toma de decisiones sobre la mejor solución.
- Reducir la fragmentación teniendo un solo operador de agua por asentamiento rural tanto para el agua potable como para los servicios de saneamiento.
- Reducir la brecha existente en los servicios de agua rural.

La DOH debe llevar a cabo un monitoreo regular del Programa APR para anticipar los cortes de suministros y la necesidad de costosas inversiones debido a reemplazos de infraestructura, y se debe coordinar con los Consejos Regionales para establecer las prioridades de inversión. El financiamiento de los servicios de agua potable rural en Chile se realiza a través de la Ley Nacional de Presupuesto. El MOP proporciona a los gobiernos regionales una lista de proyectos y una cierta cantidad de fondos, y los Consejos Regionales (CORE) se encargan de priorizarlos. Los Fondos de Infraestructura Rural del SUBDERE se canalizan a través de los gobiernos regionales bajo la responsabilidad de la DOH de supervisar la ejecución técnica de los proyectos. Una cooperación más estrecha entre los CORE y el MOP ayudaría a identificar sistemas de agua rurales disfuncionales o los que no son operados o mantenidos adecuadamente, así como las necesidades de inversión más urgentes en asentamientos semi-concentrados y dispersos. La Ley Nacional de Presupuesto ha proporcionado flexibilidad para que el Programa APR haga inversiones en obras pequeñas y permitió CLP 2 500 millones de inversión anual entre los años 2007 y 2011, con un pico de CLP 82.680 millones, en el año 2016 (más de 400 sistemas de agua potable rural han tenido trabajos de construcción y mantenimiento financiados con este mecanismo) (SAFI, 2017). Por tanto, este mecanismo será clave para prevenir que algunos de los sistemas de agua potable rural colapsen. Además, el MOP podría llevar a cabo una reevaluación de las normas técnicas para que los sistemas duren más tiempo, y también podría identificar los requisitos de ampliación de red en asentamientos rurales que hayan experimentado un crecimiento demográfico significativo.

Las lecciones aprendidas por países de la OCDE en la prestación de servicios de agua potable rural pueden ayudar en la elección de la infraestructura adecuada para afrontar el desafío de suministrar servicios de agua a los asentamientos semi-concentrados y dispersos. Cuando los países reflexionan sobre las necesidades futuras de infraestructura, la mayoría reconocen en estos momentos que los sistemas centralizados a gran escala pueden dejar de ser la solución más óptima debido a los altos costos de mantenimiento y recursos, lo cual es particularmente cierto para los asentamientos rurales donde los sistemas localizados pueden tener más sentido. La ampliación de los servicios sanitarios dentro del marco del Programa de Agua Potable Rural se podría construir en torno a sistemas localizados de manejo de aguas residuales que prestan servicio a asentamientos individuales o pequeños grupos de propiedades (Recuadro 5.13). Requieren menos inversión inicial que la infraestructura de mayor tamaño y son más eficaces para adaptarse a una ampliación de cobertura de servicios, como es la situación actual de Chile.

Recuadro 5.13. Servicios sanitarios localizados en los países de la OCDE

El abastecimiento de agua y los servicios de saneamiento localizados pueden utilizarse para atender a las poblaciones no conectadas a sistemas públicos. Países ricos con grandes áreas metropolitanas pero con baja densidad poblacional, por ejemplo Australia y Estados Unidos, aún tienen una cantidad significativa de habitantes atendidos por sistemas privados o comunitarios. La situación en Europa es más diversa: la proporción de hogares no conectados a sistemas de alcantarillados es mayor en los países o regiones de baja densidad o de bajos ingresos, por ejemplo, Portugal y España, el sur de Italia y Grecia, los países de Europa Oriental y los países Nórdicos, Irlanda e incluso algunos *Länders* alemanes. En estas áreas, las poblaciones aún no están totalmente conectadas a los sistemas públicos de agua. Irlanda ha mantenido oficialmente un gran número de regímenes colectivos de agua, proporcionando agua al 8% de la población de pequeñas escalas comunitarias (OCDE, 2013c).

Los sistemas sanitarios localizados no son sólo un remedio para cuando hay número limitado de sistemas centralizados de tubería, sino que se utilizan cada vez más en países como los Estados Unidos, donde el saneamiento in situ comprende ahora alrededor del 40% de todos los nuevos proyectos desarrollados (USEPA, 2002). Barrios sostenibles en ciudades están reemplazando parcial sino totalmente los sistemas públicos tradicionales con tecnologías descentralizadas. Paradójicamente, estas innovaciones se están produciendo en los Estados europeos más ricos y de mayor densidad (OCDE, 2013c). El rendimiento de los sistemas localizados es comparable con el de la infraestructura de tubería centralizada. Por ejemplo, una evaluación de los sistemas localizados en Irlanda muestra que, a pesar de las dificultades para cumplir las normas impuestas a nivel europeo, estos sistemas funcionan a veces mejor que los sistemas públicos de abastecimiento de agua, y las poblaciones a las que prestan servicios en su gran mayoría están comprometidos con mantener en buen estado estos sistemas localizados (Brady y Gray, 2013).

La innovación puede contribuir a mejorar el rendimiento de los sistemas localizados. Se están realizando investigaciones continuas para proporcionar a las comunidades que dependen de sistemas individuales y comunitarios con sistemas de tratamiento robustos y simplificados, equipados con TICs en tiempo real, para ayudar a establecer servicios comunitarios operados desde centros remotos (por ejemplo, el trabajo de Yoram Cohen, Instituto de Medio Ambiente y Sostenibilidad de UCLA). Estos desarrollos explican el renovado interés por el saneamiento in situ y localizado. La Academia Australiana de Ciencias Tecnológicas e Ingeniería (ATSE), por ejemplo, recomienda que los gobiernos Australianos fomenten la inversión y la adopción de estos tipos de sistemas (ATSE, 2012).

Fuente: (OECD, 2013c), Brady y Gray (2013), y ATSE (2012) adaptado de la OCDE (2015a), *Agua y Ciudades: Asegurar un futuro sostenible*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230149-en>

Infraestructura de aguas lluvia

Bajo el marco jurídico actual, la infraestructura de aguas lluvia involucra a múltiples actores a nivel nacional. De acuerdo con la Ley 19.525, adoptada en el año 1997, la DOH (dentro del MOP) está a cargo de la red primaria, mientras que el Ministerio de Vivienda es responsable de la red secundaria. Además, cada centro urbano con más de 50.000 habitantes debe diseñar su propio plan maestro, definiendo la red primaria y secundaria de aguas lluvia para la ciudad. Un hecho fundamental es que la infraestructura de aguas lluvia no está incluida en el régimen de concesión a los proveedores privados en las zonas urbanas.

Si bien la infraestructura de aguas lluvia existe en las principales ciudades chilenas, como Valparaíso, Concepción y Santiago, no funciona eficazmente contra los episodios de lluvias fuertes. Teniendo en cuenta las tendencias en el cambio climático y el crecimiento poblacional en las zonas urbanas, es muy necesario contar con sistemas eficientes y eficaces de recolección de aguas lluvia en Chile. Los episodios de inundación causan pérdidas materiales, humanas y económicas. El riesgo de inundación de las aguas

lluvia es particularmente alto en áreas donde la infraestructura de aguas lluvia no ha sido adaptada a la escorrentía elevada de los cauces provenientes de las montañas, como en Santiago. La expansión urbana en la parte oriental de Santiago hacia el piedemonte Andino también ha aumentado la cantidad de superficie impermeable, lo que contribuye a un riesgo elevado de inundaciones (Romero y Mendoça, 2014). Las ciudades crecientes de tamaño mediano, como Valparaíso o Antofagasta, también deben considerar desarrollar y mantener este tipo de infraestructura para prepararse para el futuro.

Las inundaciones urbanas son un problema muy localizado que podría estar bajo responsabilidad local, considerando el proceso actual de descentralización. Un proceso de transferencia de tales prerrogativas a las ciudades debería ir acompañado de nuevos recursos financieros, ya sea a través de transferencias nacionales del gobierno central o a través de la capacidad para aumentar los ingresos a nivel subnacional. El capítulo 3 de este informe describe las condiciones marco y las capacidades que necesitan las administraciones subnacionales para asegurar que la inversión en infraestructura a nivel subnacional sea eficaz y alcance los objetivos preestablecidos. Países de la OCDE como Francia han considerado una gama de opciones, incluyendo instrumentos fiscales, para aumentar los ingresos y así poder incorporar la infraestructura de aguas lluvia (Recuadro 5.14).

También existen alternativas de bajo costo para reducir el impacto de un sistema urbano de aguas lluvia que no esté suficientemente desarrollado, especialmente a través de la infraestructura verde urbana. Como en el caso de los servicios de agua potable rural, también existen sistemas descentralizados para el drenaje de aguas lluvia. En la OCDE, se están utilizando cada vez más tecnologías de “control de fuente” que manejan las aguas lluvia cerca del punto de generación (OCDE, 2015a). Por ejemplo, los techos verdes o las superficies permeables capturan las aguas lluvia antes de que caiga sobre el pavimento y las calles contaminadas. Estas soluciones tienen varios beneficios. En primer lugar, ayudan a aliviar los flujos máximos ya que el agua se capta en la fuente y de esta manera no llega a las calles y redes de alcantarillado, lo que mitiga los efectos de las inundaciones urbanas al reducir la probabilidad de experimentar un desbordamiento en la red. En segundo lugar, ayudan a reducir la contaminación al impedir que las aguas lluvia se contamine mientras fluye por las calles. En tercer lugar, estos métodos también pueden ayudar a mejorar la calidad del agua que regresa al medio ambiente. Por ejemplo, las superficies permeables permiten que las aguas lluvia se infiltren por el suelo y recargue los acuíferos. Por último, ayudan a adaptar la infraestructura de aguas lluvia al cambio climático, ya que el drenaje descentralizado reduce los flujos máximos urbanos transportados a través de las alcantarillas, lo que ayuda a aliviar la necesidad de invertir en la ampliación de infraestructura de tratamiento de aguas residuales (OCDE, 2015a). Varias ciudades de la OCDE han desarrollado estrategias integrales para desarrollar sistemas urbanos de infraestructura verde. Una de ellas es San Francisco, la cual fue una de las ciudades pioneras hace diez años cuando se firmó un acuerdo multilateral entre la asociación de prestadores de servicios del agua, la agencia de construcción de la ciudad y el departamento de salud pública para unir esfuerzos en la promoción de sistemas descentralizados (Recuadro 5.15).

Recuadro 5.14. Financiando la gestión urbana de las aguas lluvia en Francia

La incapacidad de gestionar adecuadamente las aguas lluvia afecta la capacidad de las autoridades locales francesas para lograr el “buen estado ecológico” que exige la Directiva del Marco Europeo del Agua. Gracias a un instrumento fiscal específico que fue introducido en el año 2011, las autoridades locales francesas tienen la capacidad de establecer un nuevo servicio público dedicado a la gestión de las aguas lluvia, el cual puede ser financiado total o parcialmente por los ingresos de un impuesto específico.

El impuesto se basa en superficies impermeables en áreas urbanas o áreas que serán desarrolladas en el futuro, independientemente de que las superficies estén conectadas o no a un sistema de drenaje. El impuesto lo paga el propietario del suelo o propiedad cuando la propiedad es mayor a un área mínima establecida por la autoridad local. La tasa impositiva la fija el gobierno local y no puede exceder un euro por metro cuadrado por año (EUR/ m²/año). Esta tasa puede estar sujeta a una reducción total o parcial donde las instalaciones están ubicadas de manera que reducen la escorrentía. La reducción de la tasa trata de reflejar la disminución de la escorrentía. Los dueños de propiedades adyacentes pueden unirse a este mecanismo si construyen y operan una instalación en conjunto con los demás.

Este nuevo impuesto aspira principalmente a crear incentivos para manejar las aguas lluvia cerca de la fuente y limitar la escorrentía mediante la implementación de medidas que mitiguen las consecuencias de las superficies impermeables. También tiene como objetivo aumentar los ingresos destinados a la gestión a largo plazo de las aguas lluvias urbanas. A largo plazo, los ingresos generados por el impuesto probablemente disminuirán a medida que se cumplen los objetivos – una tendencia que las autoridades locales necesitan anticipar e incorporar en el instrumento fiscal. En el momento en que las autoridades locales realizan estudios de factibilidad, tienen la oportunidad de reflexionar sobre el nivel de ambición que tendrá su política de gestión de las aguas lluvias urbanas y los paquetes de políticas (zonificación, normas, información, impuestos, etc.) que desean implementar. Llevar a cabo consultas con las partes interesadas debe ocupar un lugar esencial en el proceso.

Fuente: OCDE (2015a), *Agua y Ciudades: Asegurar un futuro sostenible*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230149-en>

Dado que las inundaciones son cada vez más frecuentes en Chile, y que afectan a la prestación de servicios y la calidad del agua en los hogares causando un impacto económico importante debido a los altos costos de recuperación, es necesario considerar el desarrollo de una estrategia integral para enfrentar las inundaciones más allá de los sistemas de aguas lluvia. Hay países de la OCDE que tienen un gran conocimiento y tradición en estos asuntos, como es el caso de Países Bajos. La política de los Países Bajos en protección contra las inundaciones tiene sus orígenes en los años cincuenta. Fue durante ese tiempo que el primer Comité Delta desarrolló los puntos de partida y estándares para la seguridad contra inundaciones, los cuales se fijaron en la Ley de Estructuras de Defensa contra Inundaciones. Actualmente, el Programa Delta es el principal instrumento político para prevenir las inundaciones (Recuadro 5.16).

Recuadro 5.15 La recolección de aguas lluvia en San Francisco

En el año 2008, la Comisión de Servicios Públicos (SFPUC, por sus siglas en inglés) de San Francisco, el Departamento de Inspección de Edificios (DBI, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Salud Pública (DPH, por sus siglas en inglés) firmaron un Memorando de Entendimiento para establecer los requisitos de los sistemas de recolección de aguas lluvia ubicados dentro de la Ciudad y el Condado de San Francisco. El Memorando de Entendimiento promovió la recolección de aguas lluvia y su reutilización para aplicaciones no potables sin necesidad de tratamiento que permitiese cumplir con los estándares de calidad de agua potable. También definió las funciones de las agencias que participaron del proceso. Las líneas de acción han constado de:

- El SFPUC ha elaborado y distribuido material de orientación sobre la recolección de aguas lluvia. Este material cubre el diseño del sistema, los componentes del sistema, los usos permitidos, las responsabilidades del propietario y los requisitos. Con el fin de llevar a cabo una investigación, la SFPUC ha animado a todos los recolectores de aguas lluvia a notificar a la SFPUC sobre las especificaciones del diseño de sus sistemas.
- El DBI ha emitido permisos para la construcción de sistemas de recolección de aguas lluvias correctamente diseñados para usos no potables que cumplan con los criterios mínimos descritos en el Memorando de Entendimiento y en el material de orientación preparado por la SFPUC. El DBI ha sido el responsable de revisar las solicitudes de permisos y la inspección de sistemas de recolección de aguas lluvia que han requerido permisos.
- Para asegurar la protección de la salud pública, el DPH ha revisado los proyectos de recolección de aguas lluvia que proponen usos residenciales aparte de la descarga de sanitarios.

El diseño, mantenimiento y uso del sistema es responsabilidad del propietario. El Memorando de Entendimiento clasificó los tipos de barriles y cisternas de lluvia, y definió que usos están permitidos para las aguas lluvia recolectadas. El agua de los barriles se puede utilizar para el riego y el lavado de vehículos; está prohibido conectar los barriles de lluvia a las tuberías internas o externas. El agua de las cisternas conectadas al sistema interno se puede utilizar para riego, lavado de vehículos, calefacción, el enfriamiento y descarga de residuos. Si una cisterna no está conectada a la tubería interna, no se puede usar para la descarga de residuos. El Memorando de Entendimiento también incluía requisitos de seguridad y mantenimiento, componentes requeridos del sistema, requisitos de etiquetado y requisitos de los permisos del DBI.

Fuente : APA (2008), Manejo del clima húmedo con infraestructura verde, Manual Municipal: Políticas de recolección de aguas pluviales, disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/gi_munichandbook_harvesting.pdf

Recuadro 5.16. El Programa Delta

El Programa Delta es un instrumento de planificación nacional que aspira a lograr dos objetivos prioritarios para asegurar un país “seguro ahora y en el futuro”: proteger a Países Bajos contra las inundaciones, y garantizar el suministro de agua potable. Es un esfuerzo conjunto entre el gobierno central, las provincias, los consejos municipales y las autoridades regionales del agua, en estrecha cooperación con organizaciones sociales y empresas. La implementación del Programa Delta consiste en una serie de proyectos flexibles a corto y largo plazo. El primer Programa Delta fue presentado a la Cámara de Representantes en el año 2010 e introdujo un nuevo enfoque flexible para la gestión del agua basado en las mediciones y escenarios realizados por el Instituto Meteorológico Real de Países Bajos en el año 2006. La segunda edición del Programa Delta fue presentada en septiembre 2011 con un nuevo elemento importante: la definición de cinco Decisiones Delta, o áreas prioritarias para la acción en la gestión del riesgo de inundación y los suministros de agua potable.

Recuadro 5.16. El Programa Delta (cont.)

Usando como base el diálogo multiactor y los cálculos e hipótesis técnicas, estas decisiones estructuran el Programa Delta y orientan las medidas a tomar en las siguientes áreas:

- Seguridad hídrica: actualizar las normas de seguridad y desarrollar estrategias de seguridad orientadas hacia las regiones.
- Estrategia de agua potable: elaboración de una estrategia para el abastecimiento sostenible de agua potable.
- Gestión del nivel de agua en la región de IJsselmeer: una decisión sobre la gestión a largo plazo del nivel de agua del IJsselmeer, centrada en la seguridad hídrica y el abastecimiento de agua potable.
- Delta Rhine-Meuse: una estrategia para la protección del Rhine-Meuse y soluciones para el abastecimiento de agua potable.
- Adaptación especial: un marco de política nacional para el (re)desarrollo de áreas edificadas y recomendaciones sobre las inundaciones y el estrés por calor.

La Ley del Delta sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Suministros de Agua Potable que entró en vigor en enero de 2012 como una enmienda a la Ley del Agua es la columna vertebral del Programa Delta. Designa un Comisionado del Delta, nombrado por el gobierno, para dirigir el Programa Delta y presentar una propuesta anual de acción al Consejo de Ministros, en consulta con las autoridades pertinentes, las organizaciones sociales y la comunidad empresarial. Este informe anual proporciona una visión general de todas las medidas, instalaciones, estudios y ambiciones relacionados con la gestión del riesgo de inundación y agua potable. La Ley del Delta también consagra un Fondo Delta, separado del Fondo de Infraestructura, para financiar la implementación del Programa Delta y los proyectos relacionados, y reducir el riesgo de que se invierta demasiado o muy poco en la seguridad hídrica y el suministro de agua potable. El Fondo Delta se divide en cinco partidas presupuestarias (Arts. 1-5) relacionados con:

- Invertir en la gestión del riesgo de inundaciones.
- Invertir en el suministro de agua potable.
- Gestión, mantenimiento y sustitución.
- Experimentar.
- Costos relacionados con la red y otros gastos.

El Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente asume la responsabilidad final por los gastos del Fondo Delta. El primer presupuesto oficial del Fondo Delta fue enviado a la Cámara de Representantes de los Países Bajos junto con el tercer informe del Programa Delta en el año 2013. En el Día del Presupuesto del año 2016, la Cámara de Representantes recibió la séptima edición del Programa Delta, que presenta los avances en la implementación de las 5 Decisiones Delta así como otras medidas concretas para mejorar las defensas contra inundaciones y asegurar el suministro de agua potable.

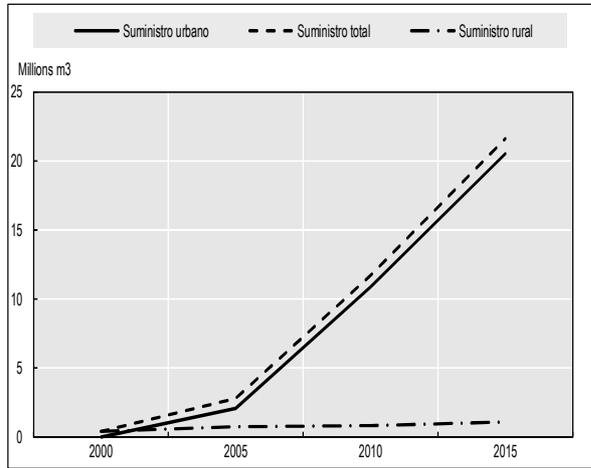
Fuente: OCDE (2014b), Water Governance in the Netherlands: Fit for the Future?, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264102637-en>

Infraestructura para fuentes de agua no convencionales

En Chile, la desalinización se ha expandido en las últimas décadas, principalmente en la Macrozona Norte. La desalinización para el suministro de agua potable se ha desarrollado en las cinco regiones de la Macrozona Norte, donde ha aumentado un 2 500%

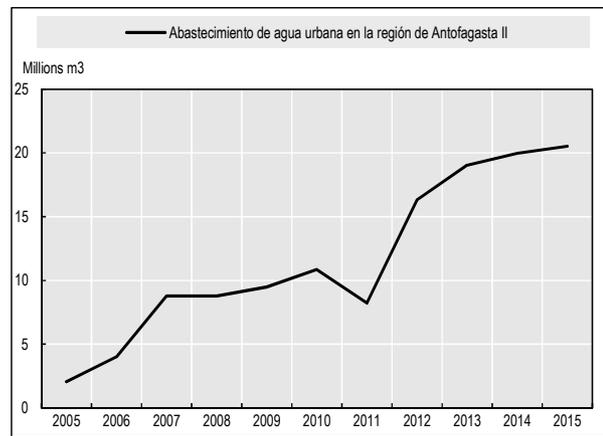
en los últimos 15 años (Gráfico 5.23). Los nuevos recursos disponibles se han utilizado principalmente para satisfacer las necesidades hídricas urbanas en la región de Antofagasta (Gráfico 5.24), donde se ha producido un rápido desarrollo del volumen suministrado por esta fuente alternativa (de 2 Mm³/año en el 2005 a más de 20 Mm³ en el año 2020). También se ha observado un aumento en el consumo de agua potable en las zonas rurales por la desalinización, particularmente en Coquimbo, donde ha aumentado de 0.1 Mm³/año a más de 0.4 Mm³ (Gráfico 5.25).

Gráfico 5.23. Evolución del suministro total de agua potable proveniente de la desalinización



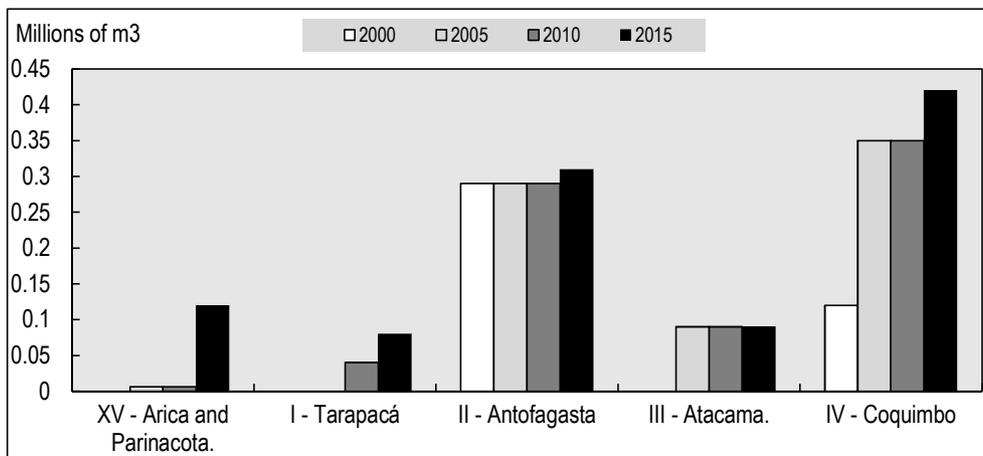
Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las brechas, estándares y gobernanza de la infraestructura en Chile”.

Gráfico 5.24. Evolución del suministro de agua potable proveniente de la desalinización en la región II - Antofagasta



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las brechas, estándares y gobernanza de la infraestructura en Chile”.

Gráfico 5.25. Suministro de agua potable rural proveniente de la desalinización por región en Chile



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las brechas, estándares y gobernanza de la infraestructura en Chile”.

Aunque las plantas de desalinización proporcionan agua de manera fiable, en cantidad y de buena calidad, son caras y requieren de mucha energía. Este tipo de

técnica de suministro de agua es independiente del ciclo hidrológico y no reduce la cantidad de agua disponible para otros usos, ya que utiliza aguas salobres o de mar. Su desarrollo se ha observado principalmente en países con climas áridos o semiáridos, como las Macrozonas Norte y Central de Chile. Por ejemplo, en el Mediterráneo los países con un estrés hídrico severo como España, Argelia o Israel han experimentado la utilización de esta fuente de agua para aumentar la disponibilidad de recursos hídricos sin agotar los acuíferos ya sobreexplotados o las aguas superficiales (Recuadro 5.16). Sin embargo, invertir en desalinización de agua es costoso, y no todos los países pueden permitírselo. GWP (2012) informa que el costo del agua producida por las plantas de desalinización a gran escala oscila entre 0,40 y 0,60 EUR/m³ (y de 0,20 a 0,30 EUR/m³ si se trata de agua salobre), sin tener en cuenta los altos requerimientos iniciales de inversión de capital. El costo es aproximadamente el doble que el de las fuentes de agua convencionales, es decir, las extracciones de fuentes de agua dulce, y 1,5 veces el costo del agua reutilizada (aguas residuales que se utilizan para otros fines después de un tratamiento apropiado).

Recuadro 5.17. La desalinización en los países semiáridos de la región mediterránea

España tiene un perfil climatológico diverso donde las regiones en el norte del país son húmedas y tienen agua en abundancia, mientras que el sur y el este sufren de estrés hídrico severo. Por ejemplo, la Cuenca del Río Júcar, situada en la costa oriental del Mediterráneo registra un 87% de estrés hídrico. España ocupa el cuarto lugar mundial en cuanto a capacidad instalada de desalinización (más de 1500 plantas de desalinización y 2,5 Mm³/día de capacidad instalada). El país destina una gran proporción de estos recursos hídricos provenientes de la desalinización, al suministro de la producción agrícola en invernaderos, que se encuentran principalmente en la región de Almería (costa sureste).

Israel es el país que tiene un mayor compromiso con la desalinización para el suministro de agua que satisfaga la demanda actual y futura. Hasta el año 2004, el sistema de suministro de agua de Israel dependía completamente de las fuentes de agua subterránea y de las aguas lluvia, lo cual no era suficiente para satisfacer la demanda existente. Por tal motivo, inició un ambicioso programa de expansión de la desalinización con la construcción de cuatro plantas que ahora representan el 40% de la disponibilidad total de agua en el país. A principios de 2015, Israel comenzó a operar la planta de desalinización más grande del mundo, llamada Sorek. Su costo fue de 500 millones de dólares y, a máxima potencia, es capaz de producir 627 000 m³/día. El país pretende seguir aumentando la producción de agua desalinizada a 2 Mm³ diarios para el año 2020, y 4,25 Mm³ diarios para el año 2050, lo que correspondería al 70% y al 100% del suministro de agua potable, respectivamente.

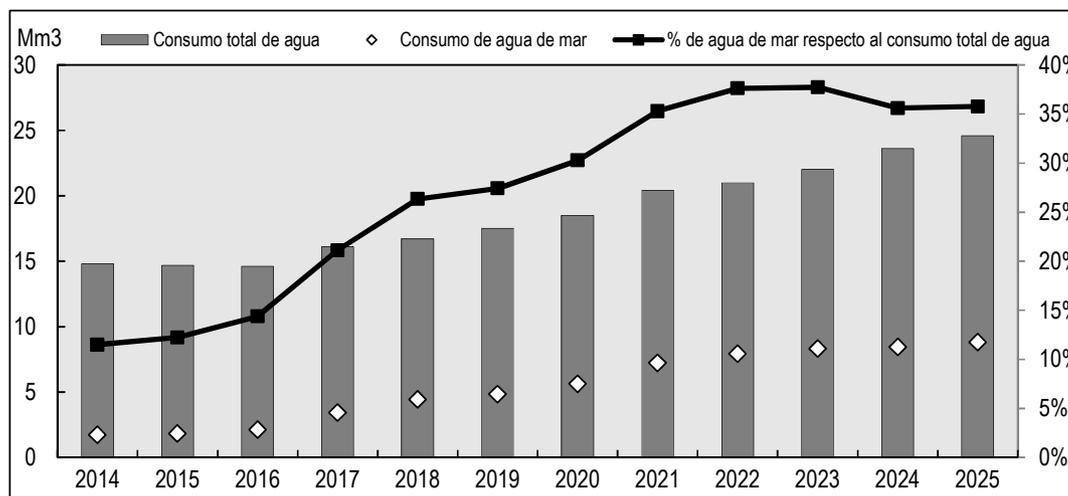
La capacidad de desalinización de **Argelia** se centra en el suministro de agua urbana a los grandes centros del país: Arrel, Orán y Skikda. La actual energía barata en el país permite la viabilidad económica de estos proyectos, y la capacidad total instalada en sólo estas 3 ciudades es de más de 0.4 Mm³/día.

Fuente : Adaptado del GWP (2012), *Gestión de la demanda de agua: La Experiencia Mediterránea, documento de enfoque técnico*, disponible en: <http://www.gwp.org/en/ToolBox/PUBLICATIONS/Technical-Focus-Papers/>

Existen planes para ampliar la desalinización en el norte de Chile para actividades mineras. El aumento de la demanda de agua por la minería se está contrarrestando con la construcción de plantas de desalinización en la Macrozona Norte. La Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) sugiere que el consumo de agua por parte de la industria minera aumentará en un 66% con respecto al total del año 2014 para el año 2020 (Gráfico 5.26). En términos absolutos significará un aumento de 10 Mm³/año en las necesidades de agua potable para actividades mineras. COCHILCO también espera que la mayor parte del aumento se cubra con las plantas de desalinización construidas por las principales empresas mineras. En el año 2014, se informa que 1,7 Mm³ de los 14,8 Mm³ utilizados por la industria minera fue agua de mar (aproximadamente 11%). Sin embargo, en el año 2025 se

espera que el porcentaje aumente al 33%. En términos absolutos, esto significará que del aumento de 10 Mm³ esperado para el año 2025, 7,7 Mm³ serán agua desalinizada. Esto tendrá un impacto sobre la energía que será necesaria para poder operar estas plantas.

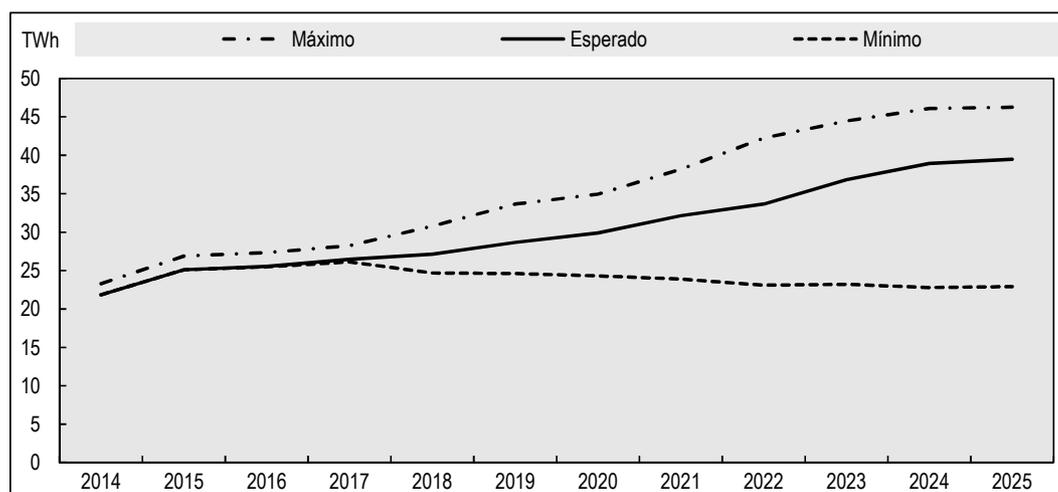
Gráfico 5.26. Estimación del consumo de agua por la industria minera en Chile, 2014-20



Fuente: COCHILCO (2015), *Factores clave para el desarrollo de la minería en Chile*, disponible en: <https://www.cochilco.cl/Recopilacin%20de%20Estudios/2015.pdf>

Los proyectos de desalinización que se ejecutarán próximamente en Chile han tenido un impacto en las estimaciones sobre el consumo de energía del sector minero. La estimación de consumo de energía efectuada por COCHILCO consideró tres escenarios diferentes: escenario máximo, con todos los proyectos de inversión minera en consideración ejecutados; escenario esperado, basado en las incertidumbres sobre algunos de los proyectos considerados en la simulación; y escenario mínimo, en el que sólo se realizan los proyectos confirmados. Para el escenario máximo, el consumo de electricidad aumentará un 98,7% entre los años 2014 y 2025, a una tasa media anual del 6,4% (Gráfico 5.27). En el escenario esperado, el consumo aumentaría un 80,6% a una tasa del 5,5%. Por tanto, 16,5 Twh es el consumo de energía adicional que con alta probabilidad el sector minero requeriría para llevar a cabo sus actividades plenamente en el año 2025. COCHILCO informa que el aumento se explica principalmente por los nuevos procesos de tratamiento de minerales en Chile, y las crecientes necesidades de energía por parte de las plantas de desalinización y las estaciones de bombeo desde la costa hasta los pozos mineros (COCHILCO, 2015).

Las limitaciones de energía ya han tenido un impacto sobre el sector minero chileno. En la región de Atacama, algunos proyectos energéticos importantes como el proyecto Castilla (capacidad de generación estimada de 2 100 MW) o Punta Alcalde (740 MW) se han visto paralizados debido a la incertidumbre y la falta de confianza entre los inversores mineros. En ausencia de una sólida coordinación y combinación estratégica agua-energía, si los precios de la energía siguen aumentando debido al aumento de la demanda, la competitividad del sector minero chileno podría disminuir en comparación con la de otros países latinoamericanos, como Perú.

Gráfico 5.27. Estimación del consumo de energía en el sector minero de Chile, 2014 - 2025

Fuente: COCHILCO (2015), *Factores clave para el desarrollo de la minería en Chile*, disponible en: <https://www.cochilco.cl/Recopilacin%20de%20Estudios/2015.pdf>

Los déficits de energía y el cambio climático requieren pensar en cómo se entregará energía a las plantas desalinizadoras y cuánto costará. Por tanto, es crucial minimizar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Una opción para Chile podría ser explorar las opciones de emisiones de bajo nivel de dióxido de carbono, por ejemplo, plantas de ósmosis inversa, y combinar esta infraestructura con sistemas de recuperación energética y membranas de mejor rendimiento (que sólo necesiten de 3 a 4 kWh de electricidad por m³ de agua producida). El uso de energías renovables para la desalinización (eólica, fotovoltaica, solar y térmica solar concentrada) podría ser una opción en el futuro, sobre todo en la Macrozona Norte, donde el potencial de la energía solar renovable es enorme (Ministerio de Energía, 2015). Sin embargo, las energías renovables sólo representan una opción atractiva si se utilizan para abastecer pequeñas plantas de desalinización en localizaciones aisladas. A nivel mundial, se han construido en los últimos 20 años alrededor de 100 plantas de desalinización junto con fuentes de energía renovables varias de ellas en el Mediterráneo (Argelia, Egipto, España, Túnez) (GWP, 2012). Estas plantas de desalinización solares y eólicas de baja capacidad están bien diseñadas y operadas, y suministran agua de buena calidad a sitios apartados. Los costos de operación son claramente atractivos. Por tanto, la desalinización puede ser una opción para adaptarse al cambio climático, pero no debe sustituir a otras opciones 'sostenibles', como el uso racional del agua. El agua resultante de la desalinización debe estar preferentemente orientada al suministro de agua potable para el consumo humano.

Al invertir en infraestructura costosa como las plantas de desalinización, las estimaciones de costos y beneficios futuros se vuelven aún más importantes. Las plantas de desalinización, además de requerir una significativa inversión inicial de capital, son costosas de mantener a lo largo de todo su ciclo de vida. La desalinización requiere de grandes cantidades de energía y genera emisiones de gases de efecto invernadero cuando la electricidad no proviene de fuentes renovables. Como resultado, puede ser una opción costosa dependiendo de los precios de la energía, particularmente en países como Chile con escasez de suministro energético. Además, la variabilidad de los costos es alta cuando los mercados de energía son volátiles debido a la dependencia de fuentes externas de energía, como en el caso de Chile, y donde los efectos del cambio climático podrían reducir el potencial energético del país. Los países con incertidumbres asociadas con los costos

variables pueden no ser los lugares ideales para desarrollar grandes cantidades de suministro de agua de desalinización. Estas incertidumbres dificultan las evaluaciones sólidas de inversión en desalinización, ya que los futuros costos no pueden pronosticarse con un nivel de confianza suficientemente alto. Por tanto, realizar estudios de factibilidad de calidad y a largo plazo podría implicar grandes ahorros si brindan más información acerca de la oportunidad de inversión. Algunos países de la OCDE, como Australia, han desarrollado proyectos de desalinización que no han resultado rentables en términos económicos ni sociales (Recuadro 5.18).

Recuadro 5.18. Invertir en la desalinización en Sídney, Australia

En el año 2007, se firmó un contrato para construir una planta de desalinización en Sídney dadas las grandes preocupaciones por la escasez de agua. Sin embargo, la construcción de la planta tomó varios años, período durante el cual el final de la sequía alivió algunas de las preocupaciones de seguridad hídrica. Después de la construcción de la planta, los precios del agua aumentaron en un 50% entre los años 2007 y 2010 para cubrir los costos de inversión. En cambio, si se hubieran introducido precios de escasez en Sídney antes de decidir construir la planta de desalinización, el mercado habría brindado señales acerca del momento óptimo para invertir en la desalinización. Al estimar el tiempo óptimo para invertir en la desalinización basado en precios volumétricos eficientes, Grafton y Ward (2010) encontraron que la inversión en desalinización en Sídney se hizo de manera prematura, y causaron pérdidas de bienestar por un valor de cientos de millones de dólares estadounidenses por año. Estas pérdidas se debieron a los costos asociados al uso de restricciones de agua obligatorias en lugar de una fijación de precios dinámica y eficiente y, en última instancia, precios altos volumétricos de agua necesarios para cubrir los altos costos de capital asociados con la construcción prematura de la planta de desalinización.

Fuente: Grafton y Ward (2010) adaptado de la OCDE (2013b), *Seguridad Hídrica para Mejores Vidas*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202405-en>

La innovación en los ciclos del agua de las ciudades también puede ayudar a mitigar la escasez de energía y hacer que la energía esté disponible para otros propósitos. La electricidad es una característica importante del presupuesto anual de los prestadores de servicios de agua, debido a operaciones como el bombeo o las plantas de tratamiento de aguas residuales, que a menudo suceden fuera de las zonas pobladas (OCDE, 2016). Para compensar estos costos, el aumento de la eficiencia del ciclo agua-energía se está convirtiendo en un objetivo importante para los gestores de recursos hídricos y han surgido prácticas innovadoras para fomentar una mayor coherencia entre las políticas del agua y las políticas energéticas a nivel local. Por ejemplo, en Budapest, se utilizan requisitos jurídicos para la coordinación entre la prestación de servicios de agua y los sectores energéticos. En Singapur, Inglaterra y Chile (Recuadro 5.19) se han dedicado importantes inversiones a proyectos innovadores de agua-energía-residuos. Es posible fomentar nuevas innovaciones mediante la experimentación y las pruebas piloto.

Recuadro 5.19. Innovación en proyectos de agua-energía-residuos

En Singapur, el consumo de energía es y seguirá siendo un desafío para el suministro de agua y las operaciones de agua residual. El PUB, la agencia nacional de agua de Singapur, busca mitigar el impacto de la energía sobre los procesos a través de una estrategia de suministro de agua a largo plazo conocida como los “*Four National Taps*” – (i) Agua de la cuenca local almacenada en los embalses; (ii) Agua importada de Malasia; (iii) NEWater: Agua reutilizada ultra-limpia y de alta calidad; (iv) Agua desalinizada.

Recuadro 5.19. Innovación en proyectos de agua-energía-residuos (cont.)

Entre los “Four National Taps”, la desalinización es la que tiene el mayor consumo de energía. Con el objetivo de reducir a la mitad el uso actual de energía, el PUB se asoció con *Evoqua Technologies* (anteriormente *Siemens Water Technologies Corporation*) para poner a prueba procesos eléctricos de desalinización de agua de mar y avanzar con otras innovaciones. El PUB está estudiando la posibilidad de construir paneles solares en los techos de las instalaciones hidráulicas y la instalación de sistemas solares flotantes en el embalse para explotar fuentes de energía alternativa y sostenible. Para el año 2025, el país planea construir la Planta de Recuperación de Agua Tuas (TWRP por sus siglas en inglés), que incorporará tecnologías para mejorar la eficiencia energética y los requerimientos de mano de obra. Se ubicará dentro de la Instalación de Gestión Integral de Residuos que está bajo el mando de la Agencia Nacional del Medio Ambiente (NEA por sus siglas en inglés) para aprovechar las potenciales sinergias del nexo Agua-Energía-Residuos. Esta co-localización marca la primera iniciativa de Singapur de integrar los procesos de tratamiento de aguas residuales y tratamiento de desechos sólidos para maximizar la recuperación de energía y recursos, mientras que se reduce la huella terrestre.

Inglaterra también se ha involucrado en la innovación técnica intersectorial al generar energía con residuos sólidos. En el año 2011, la empresa *Thames Water* abrió un secador de lodo en su planta de tratamiento de agua en Slough, Berkshire por un valor de 1,5 millones de libras esterlinas. Los intentos previos de generar electricidad a partir del lodo en las obras de alcantarillado de la empresa en el sudeste de Londres se habían visto limitados por el alto contenido de agua de los lodos recogidos (75%). El principal objetivo de este proceso fue, por tanto, reducir los residuos de manera más eficiente. Con el nuevo secador, el contenido de agua se reduce al 5% y el lodo se produce en forma de hojuelas o gránulos. Esto permite quemar el lodo como astillas de madera, y requiere menos gas para quemarlo y generar electricidad. La electricidad se utiliza para brindarle energía a las operaciones de *Thames Water*, generando 300.000 libras esterlinas al año en reducción de costos operativos y reduciendo las emisiones de carbono en 500 toneladas el año.

La segunda planta de tratamiento de aguas residuales más grande de **Chile** que trata 6,6 m³/s de flujo genera energía a partir de los residuos sólidos. La planta de tratamiento genera biogás que después se utiliza para motores de energía de cogeneración y la electricidad generada se utiliza para autoconsumo. La planta de biogás de Mapocho-Trebal genera energía térmica que se utiliza en el proceso de tratamiento de aguas residuales. En 2013, la planta empezó un proceso de modernización para mejorar la eficiencia energética que finalizó recibiendo la certificación de la norma ISO 50.001 que especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética. Chile también ha introducido medidas innovadoras en las tuberías donde la energía hidráulica ya existente se utiliza para generar hidroelectricidad. Este es el caso de la válvula reguladora en San Antonio que está instalada en el sistema de suministro de agua potable y conectada con la planta de agua potable de San Enrique.

Fuente: OCDE (2016), *Gobernanza del Agua de Ciudades*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>; UKRN (2015), “Innovation in Regulated infrastructure sectors”, disponible en: <http://www.ukrn.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/20150112InnovationInRegInfrSec.pdf>; Aguas Andinas (2015), “Reporte de Sustentabilidad 2015”, disponible en: <https://www.aguasandinas.cl/la-empresa/desarrollo-sustentable/reportes-de-sustentabilidad>

Es fundamental monitorear y evaluar de cerca el impacto de los proyectos de desalinización sobre el medio ambiente local para asegurar la sostenibilidad a mediano y largo plazo. La desalinización produce un efluente de agua salada con aproximadamente el doble del contenido de sal que la del agua promedio que se encuentra en los océanos, y cuando ésta se libera al océano aumenta la salinidad y puede afectar el medio ambiente marino. Los proyectos de desalinización ubicados a lo largo de la costa descargan sus efluentes a los ecosistemas marinos, elevando la salinidad del agua. Para asegurar que esta salmuera altamente concentrada no afecte a los ecosistemas naturales, ha habido algunos avances recientes para instalar sistemas difusores que controlan la disolución de salmuera con el agua de mar y reducen el área de impacto. Se requiere un monitoreo continuo de la membrana de la infraestructura de desalinización y de la fauna y

flora en los ecosistemas marinos para evitar catástrofes ambientales (GWP, 2012). Un camino a seguir consistiría en fortalecer el marco institucional, jurídico y normativo de desalinización, en particular en tres áreas concretas:

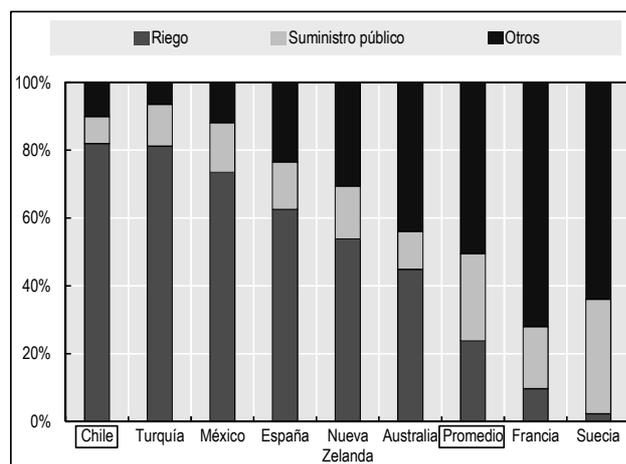
- **Evaluaciones de Impacto Ambiental y permisos:** esta área parece estar preparada para enfrentar los desafíos de desarrollar la desalinización en Chile. Los proyectos de desalinización deben someterse a evaluaciones de impacto ambiental realizadas por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), y sin su aprobación no se pueden ejecutar plantas de desalinización. Debido a la fuerte disposición y los planes para desarrollar más proyectos de desalinización en Chile, podría ser necesario ampliar el alcance de las evaluaciones de impacto ambiental para que tengan en cuenta los efectos agregados esperados si varios proyectos están recibiendo la evaluación de impacto al mismo tiempo. El Ministerio de Defensa es el encargado de monitorear, regular y supervisar la costa y el mar territorial de Chile. Por lo tanto, es competencia de este ministerio conceder los permisos necesarios para usar cualquier terreno dentro de su jurisdicción. Estos permisos tienen un plazo de 50 años.
- **Política nacional e inversión privada:** el desarrollo de proyectos de desalinización ha respondido a las necesidades de los usuarios privados en lugar de seguir una estrategia coordinada por parte del gobierno chileno. Por tanto, actualmente no existe una estrategia integral de planificación del uso de suelo en la costa norte de Chile para desarrollar estos proyectos. Tampoco existe un enfoque coordinado para manejar los arbitrajes entre usuarios del agua en el norte de Chile, con la desalinización siendo parte de la respuesta en estos arbitrajes. Una política nacional integral podría establecer las directrices para este ámbito.
- **Estado jurídico del agua desalinizada:** el Código de Aguas sólo regula los recursos hídricos continentales y no los recursos hídricos resultantes del tratamiento de agua de mar. Aunque el agua de mar es considerada un bien público en Chile, no existe una regulación ni una autoridad reguladora que supervise el manejo y uso del agua resultante de los procesos de desalinización (iAgua, 2015). Por tanto, no existe un marco claro que establezca reglas y las haga cumplir además de asegurar la rendición de cuentas de inversores y autoridades públicas. Por ende, surgen preguntas fundamentales sobre la naturaleza y el alcance de los derechos que utilizan las empresas mineras o los prestadores de servicios de agua para desalinizar el agua de mar, si el agua desalinizada utilizada para recargar acuíferos o lagos puede considerarse como un recurso hídrico continental, y si la planta desalinizadora o las autoridades públicas serán responsables en caso de una fuga (Rojas y Delpiano, 2015).

Infraestructura de riego y almacenamiento de agua

La agricultura es el principal consumidor de agua en Chile, como en la mayoría de los países del mundo. En el año 2013, Chile extrajo 1159 m³/cápita de agua dulce, el cual es el segundo valor más alto de la OCDE, sólo por debajo de Estonia (Gráfico 5.29). Chile aspira a ser uno de los países líderes en exportaciones de productos agrícolas y es el país de la OCDE con la mayor proporción de agua dedicada a la agricultura (82%), sólo Turquía (81%) y México (73%) se acercan a este nivel (Gráfico 5.28). Este hecho se justifica con la estructura económica de Chile, y la importancia de sus sectores de uso intensivo de agua, particularmente la agricultura, se refleja en las proporciones de asignación de agua por uso. Existen planes para ampliar la frontera agrícola en unas 300.000 hectáreas adicionales, lo

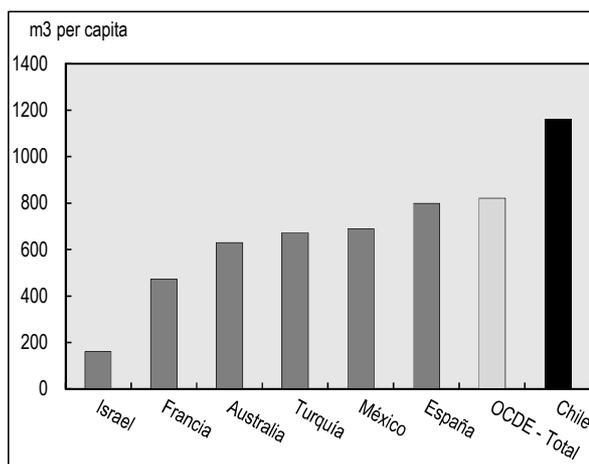
que presentará una serie de problemas, planteando retos importantes a la gestión de recursos hídricos y requerirá una mayor eficiencia del riego.

Gráfico 5.28. Extracciones de agua por usos principales en determinados países de la OCDE, 2013 o últimos datos disponibles



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”; OCDE (2016), OCDE Estadísticas Ambientales (base de datos) Extracciones de agua dulce, <https://stats.oecd.org/> (Accedido en septiembre de 2016)

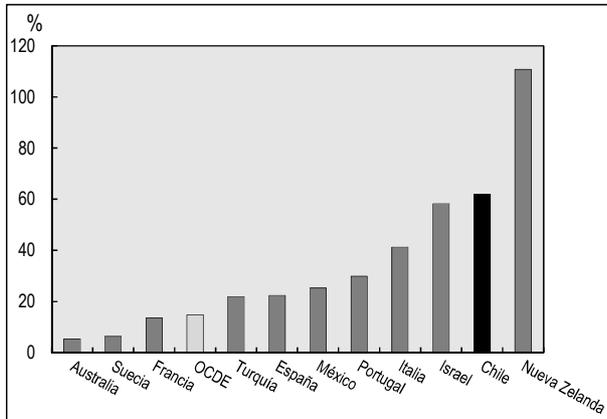
Gráfico 5.29. Extracción de agua per cápita en determinados países de la OCDE, 2013 o últimos datos disponibles



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”; OCDE (2016), OCDE Estadísticas Ambientales (base de datos) Extracciones de agua dulce, <https://stats.oecd.org/> (Accedido en septiembre de 2016)

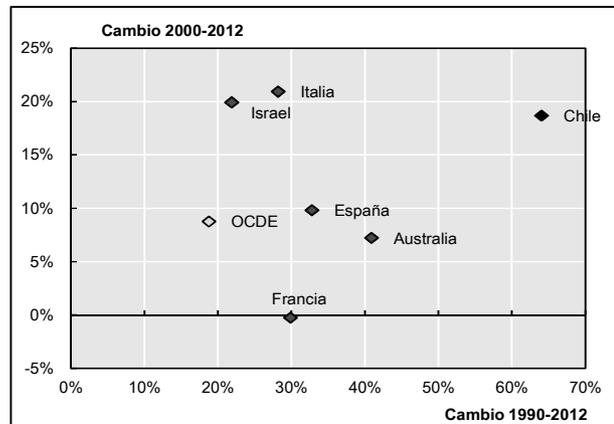
El sector agropecuario chileno ha sido un componente integral del desarrollo del país en los últimos 25 años, y se basó en una política de infraestructura de riego subvencionada. Gráfico 5.31 muestra que entre los años 1990 y 2012, el área de regadío de Chile aumentó más del 65%, con un aumento de más del 20% desde el año 2000. El desarrollo de la infraestructura de riego de Chile se ha basado en subsidios para el sector privado, con el fin de aumentar el área de regadío. En el año 1985, la Ley 18.450 sobre la Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje sentó las bases para una nueva política de riego al subsidiar el costo de nuevos equipos para aumentar y ampliar el riego. En el año 1990, la ley fue modificada para incluir también la infraestructura de riego en el esquema de subsidios (hasta el 75% del costo de la infraestructura estaba cualificada para ser subsidiada). Las tres pautas principales de la ley modificada fueron el Programa de Grandes Obras de Riego, el Programa de Obras Medianas de Riego y el Programa de Pequeñas Obras de Riego. Los dos primeros se centraron en la promoción de canales y represas, mientras que el último se centró en la promoción de los sistemas de distribución. Casi todos los esfuerzos entre los años 1990 y 1999 se centraron en aumentar la seguridad hídrica, y se incluyeron mejoras en la disponibilidad de agua para un área de 12.000 ha gracias a la represa de Santa Juana y un aumento de la superficie irrigada de 11.200 ha con la construcción del canal de Pencahue (FAO, 2015).

Gráfico 5.30. Porcentaje de superficie regada como tierra cultivable en determinados países de la OCDE, 2012



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”; OCDE (2016), OCDE Estadísticas Ambientales (base de datos) Extracciones de agua dulce, <https://stats.oecd.org/> (Accedido en septiembre de 2016).

Gráfico 5.31. Cambio en la superficie regada como porcentaje de tierra cultivable en determinados países de la OCDE



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”; OCDE (2016), OCDE Estadísticas Ambientales (base de datos) Extracciones de agua dulce, <https://stats.oecd.org/> (Accedido en septiembre de 2016).

Hoy en día, la Ley de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (aprobada en 1985) sigue siendo el principal instrumento de apoyo para los inversores privados en Chile. Los principales objetivos de la ley son: i) aumentar el área de regadío; ii) mejorar el suministro de agua en las zonas de riego bajo estrés hídrico; iii) mejorar la calidad y la eficiencia en el uso del agua; iv) recuperar áreas de regadío en malas condiciones. El consenso en torno a esta estrategia es claro y se ha renovado hasta el año 2022, con una asignación de 85 millones de dólares estadounidenses. Uno de los principales impactos desde el año 1997 ha sido el aumento de la cobertura de las nuevas técnicas de riego, de 90.000 ha en ese año a 300.000 ha para el 2007 (FAO, 2015). La Comisión Nacional de Riego (CNR) organiza anualmente una licitación pública para asignar subsidios a proyectos de infraestructura de riego (Recuadro 5.19). La DOH, bajo el MOP, es responsable de monitorear la ejecución de las obras y asegurar que se cumplan los requisitos técnicos y de calidad.

Recuadro 5.20. La Comisión Nacional de Riego (CNR)

La Comisión Nacional de Riego fue creada en 1975 para aumentar y mejorar el área regada del país. La CNR está dirigida por un consejo de ministros encabezado por el Ministro de Agricultura, quien está acompañado en el consejo por representantes de los ministerios de Economía, Hacienda Finanzas, Obras Públicas y Desarrollo Social. Las principales funciones del CNR son:

- Contribuir al diseño de la política nacional de riego.
- Supervisar y controlar la inversión de los fondos incluidos en las partidas presupuestarias nacionales que se planean invertir en obras de riego.
- Mejorar la eficiencia de los procesos de riego a través de proyectos de desarrollo y transformación productiva.

Recuadro 5.20. La Comisión Nacional de Riego (CNR) (cont.)

- Centrarse en el desarrollo de las zonas remotas del país y de los productores en desventaja.
- Fomentar la inversión privada en infraestructura de riego al optimizar las inversiones y asignando subsidios para el riego y el drenaje.
- Evaluar la viabilidad técnica y económica de las inversiones en infraestructura de riego para las cuencas hidrográficas del país.
- Gestionar la aplicación de la Ley 18450 de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, desde la aprobación de la ley en el año 1985.

Fuente : CNR (2016), Historia: Comisión Nacional de Riego, <http://www.cnr.gob.cl/Conozcanos/Paginas/Historia.aspx> (Accedido en noviembre de 2016)

La tasa de captación de agua de Chile por hectárea de área regada está entre las más altas de la OCDE (Gráfico 5.32). Chile capta 12.761 m³/ha/año, muy por encima del promedio de la OCDE (6.821 m³/ha/año), y sólo detrás de Japón, con 21.450 m³/ha/año. Otros países como México (9.450 m³/ha/año), Turquía (7.790 m³/ha/año), España (6.150 m³/ha/año), Nueva Zelanda (4.120 m³/ha/año) o Australia (2.480 m³/ha/año) captan menos agua por hectárea aunque también asignan una gran proporción de sus recursos hídricos a la agricultura (Gráfico 5.32). Estas cifras dependen del efecto meteorológico (las captaciones de agua para agricultura pueden ser complementarias a la precipitación neta en el país), el efecto del recurso hídrico (los agricultores pueden cambiar sus patrones de riego dependiendo de la disponibilidad estacional de recursos hídricos), el efecto de la estructura (tipos de actividades agrícolas o cultivos utilizados), y también el efecto de la eficiencia en el uso de recursos hídricos (actualización de los sistemas de riego o mejores sistemas de información) (OECD, próximamente a). Con respecto a la eficiencia, la ley 18.450 contribuyó al mejoramiento de la eficiencia del riego en Chile, pero el país sigue rezagado en comparación con otros países como Italia, Brasil y Francia, que han logrado desarrollar sistemas de riego más modernos en sus sectores agrícolas. Específicamente, a diferencia de las técnicas modernas como el riego por presión, la técnica tradicional de riego superficial aún domina en la mayor parte de las hectáreas de Chile (72,29%).

Mejorar la eficiencia del sistema de riego debería ser una prioridad, particularmente en la Macrozona Central donde se concentran la mayoría de las actividades agrícolas. La proporción de tierras de regadío en la Macrozona Central y la región VIII (Biobío) suma más del 89% del total de tierras de regadío del país. Se debe hacer una distinción cuando se analizan las técnicas de riego en Chile, ya que las condiciones climatológicas de las áreas donde se encuentra la tierra regada varían significativamente de norte a sur. Por ejemplo, en la región IV (Coquimbo) la disponibilidad de agua es de alrededor de 35,9 m³/s (ver Gráfico 5.7) y las técnicas tradicionales de riego siguen dominando el riego en esta área. Gráfico 5.33 muestra que sólo en la región V (Valparaíso) la proporción de hectáreas regadas con nuevas técnicas de riego es mayor que la proporción de riego tradicional (58% vs. 42%), mientras que en la región IV (Coquimbo) los totales son más o menos iguales (51% versus 49%). Es probable que la intensa competencia por los recursos hídricos en las regiones IV (Coquimbo) y V (Valparaíso) haya impulsado al sector agrícola a ser más eficiente. Sin embargo, todavía hay espacio para promover prácticas más eficientes en las regiones con gran proporción de tierras de regadío, particularmente en la Región Metropolitana de Santiago (RM) (34% de hectáreas con nuevas técnicas de riego y 12,5% del total de tierras de regadío) y en la región de O'Higgins (VI) (28% de hectáreas con nuevas técnicas de riego y 19,2% del total

de tierras de regadío). Si establecen subsidios para promover la eficiencia, éstos han de ser complementados con medidas blandas (planes de riego y conservación de cuenca) para prevenir que los agricultores se cambien a cultivos de mayor intensidad en el uso de agua o que puedan llevar a una expansión de las áreas de riego y consiguiente aumento del consumo total de agua.

Gráfico 5.32. Captaciones por área de tierras de regadío en determinados países de la OCDE, 2013 o datos más recientes

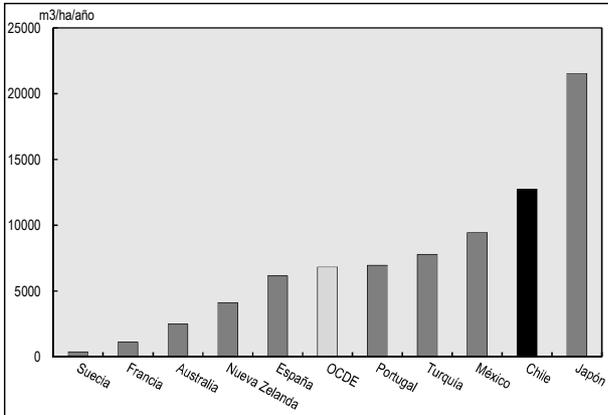
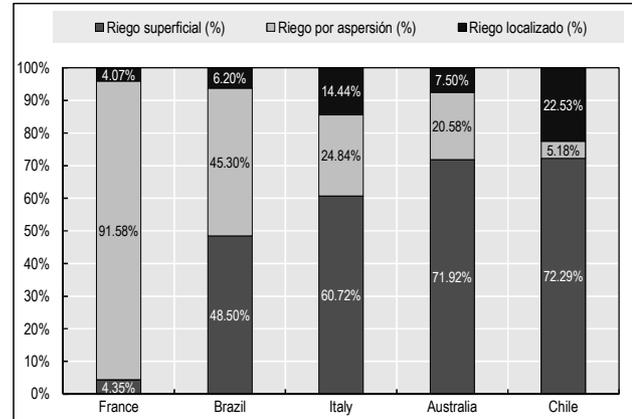


Gráfico 5.33. Sistemas de riego en determinados países de la OCDE y países no pertenecientes a la OCDE; 2007 o datos más recientes

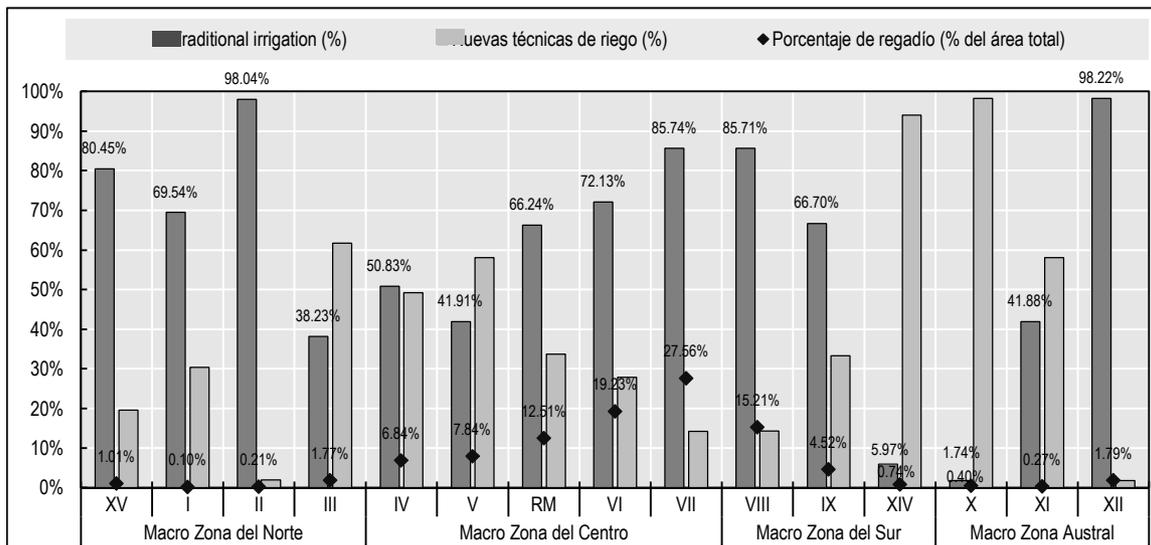


Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2016c), Estadísticas oficiales proporcionadas en la Solicitud de Datos del Cuestionario de la OCDE sobre el Agua en Chile para este informe: “Revisión de las Brechas, Estándares y Gobernanza de la Infraestructura Pública en Chile”; OCDE (2016), Estadísticas Ambientales de la OCDE (base de datos) Captación de agua dulce, <https://stats.oecd.org/> (Accedido en septiembre de 2016)

Nota: Datos de Italia, Chile y Francia son desde el año 2007, Brasil y Australia desde el año 2010

Fuente: FAO (2016), Aquastat: Base de datos de riego y drenaje, disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationdrainage/index.stm>

Gráfico 5.34. Sistemas de riego en regiones chilenas



Fuente: INE (2007), “Censo Agropecuario 2007”, Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php

La infraestructura de los recursos hídricos es compleja de cuantificar y evaluar. Aunque las represas o las estaciones de bombeo de aguas subterráneas se pueden contar, hacer este tipo de balance no proporciona evidencia sobre si dicha infraestructura pueda satisfacer las demandas de agua en los sectores agrícola, minero u otros. Otra manera de cuantificar la infraestructura de riego puede ser cuantificar los kilómetros de canales. Sin embargo, un país puede tener un gran número de represas para el almacenamiento de agua, pero esto puede no ser suficiente si no están diseñadas adecuadamente para concordar la disponibilidad del agua con la demanda de agua (por ejemplo, represas sobredimensionadas) o si no se manejan y operan eficazmente. Por ejemplo, las grandes represas vacías sufren grietas y fisuras, ya que el diseño estructural considera ciertos niveles de altura de agua calculados en escenarios hidrológicos específicos. Esto puede resultar en costosas inversiones en mantenimiento y operaciones. Por el contrario, si los sistemas de riego tienen canales con grietas puede que éstas sean una importante fuente de recarga de agua subterránea, por lo que mejorar esta infraestructura podría reducir la recarga del acuífero. Esto lleva a que cada solución infraestructural requiere ser evaluada individualmente y concienzudamente para tener en cuenta las especificidades territoriales de su localización.

Frente a las tendencias climáticas, económicas y urbanas, algunas inversiones en infraestructura podrían contribuir a una mejor gestión del suministro de agua para el riego. Determinadas represas y acueductos podrían contribuir a mantener el actual nivel de consumo de agua y hasta cierto punto, satisfacer la creciente demanda. Las inversiones que se están considerando incluyen infraestructura de bombeo para las fuentes de agua subterránea, la construcción y mejora de los sistemas de riego, y el desarrollo a mediano plazo de plantas de desalinización a pequeña escala y represas para suministrar el agua potable (*Plan de Pequeños Embalses*). El Plan Chile 30/30 debería combinar estas inversiones con medidas más blandas y menos costosas en recursos (reutilización de aguas de las ciudades o mejor gestión de las fuentes subterráneas). Por ejemplo, en el suroeste de Estados Unidos, el cual tiene unas condiciones agroecológicas y climáticas similares al norte y el centro de Chile, un estudio de la OCDE ha investigado en profundidad los riesgos hídricos para la infraestructura, y se ha hecho un llamado para la utilización de una combinación de medidas: i) aumentar la eficiencia de la gestión del agua urbana y la destinada a la agricultura; ii) perfeccionar la gestión del agua subterránea iii) inversión en bancos del agua y sistemas de reciclaje de aguas residuales; y iv) transferencia del agua bien definidas (Cooley H. et al., 2016).

El pensamiento estratégico sobre el tipo de infraestructura que mejor se adapte al futuro de Chile es esencial para aprovechar al máximo las complementariedades de las políticas. Los embalses multipropósito están diseñados y/u operados para servir propósitos complementarios tales como la generación de energía hidroeléctrica, control de inundaciones, suministro de agua, servicios ecosistémicos, riego, etc., y se están utilizando cada vez más en países de la OCDE y países no pertenecientes a la OCDE (Recuadro 5.20). Estas infraestructuras interconectan los sectores relacionados de una forma integral y de largo plazo, y aspiran a compartir los costos y beneficios entre los usuarios de manera eficiente. Ya existen en Chile (por ejemplo, el embalse de Ancoa) casos exitosos de represas multipropósito que reúnen la energía y el riego. Como Chile está buscando desarrollar la energía hidroeléctrica, los embalses multipropósito pueden tener otros usos además del riego.

Recuadro 5.21. Ejemplos de embalses multipropósito en países de la OCDE y no OCDE

Represas multipropósito y los riesgos de demasiada agua y muy poca agua

La Represa Wivenhoe en Brisbane, Australia. Durante los últimos 40 años, la ciudad de Brisbane ha experimentado problemas significativos tanto con la sequía como con las inundaciones. Después de severas inundaciones en el año 1974, la represa de Wivenhoe fue construida para reducir los impactos de futuras inundaciones y almacenar agua en épocas de escasez. La represa fue diseñada para satisfacer el suministro de agua potable de la región con un excedente de 125% en capacidad adicional para la prevención de inundaciones. El diseño de la represa crea arbitrajes, es decir, cuanto más agua se almacena menor la probabilidad de escasez hídrica, sin embargo, hay menos capacidad de captar agua de las inundaciones.

Lago Arenal Rica, Costa Rica. El humedal proporciona beneficios relacionados con varios usos: generación de energía hidroeléctrica, riego, turismo y pesca. El Lago Arenal fue declarado un sitio Ramsar el 16 de Marzo de 2000. Las preocupaciones sobre el lago, incluyendo la estabilidad de su cuenca, problemas de deforestación y posible sedimentación prematura, llevaron al Gobierno a crear el Plan de Gestión y Desarrollo de la Cuenca del Lago Arenal en el año 1996; y una Comisión se estableció para ejecutar el plan en el año 1997. La Comisión ofrece una plataforma para el diálogo que involucra a todas las partes interesadas e instituciones. Los resultados ambientales han sido positivos y negativos, es decir, negativos por las interrupciones causadas debido a la construcción de la represa y el proyecto de riego, y positivos debido a los esfuerzos por proteger los bosques e introducir un enfoque de desarrollo sostenible para la gestión del lago.

En el año 2008, durante un período de sequía, el nivel del agua cayó a aproximadamente el 17% y las reglas operativas de la represa se centraron en la gestión de la escasez de agua. Después de varios meses de lluvias intensas en el año 2010 el nivel de agua subió, lo que provocó inundaciones significativas en toda la ciudad y sus alrededores. Aunque la represa redujo el impacto de las inundaciones, las reglas operativas hicieron que el agua se almacenara cuando podría haber sido liberada antes. Una liberación más temprana habría reducido el impacto de las inundaciones y ayudado a mitigar los daños a las propiedades por un valor aproximadamente de 0.5 mil millones de dólares australianos. La experiencia de Brisbane resalta los complejos arbitrajes que están presentes en los esquemas de gestión de inundaciones.

Represa multipropósito: generación hidroeléctrica, riego, pesca y uso recreativo

El lago Arthurs es un muy buen ejemplo de un embalse multipropósito en **Tasmania, Australia**. Los múltiples usos que el Lago Arthurs puede ofrecer son hidroelectricidad, la recreación, la pesca y el riego. El riego es un nuevo propósito, después de la aprobación del Plan de Agua de Midlands en agosto de 2014. Hay planes de acceso al agua en las fincas que aseguran la sostenibilidad ambiental del sistema. El precio del agua y el suministro en el distrito de riego están respaldados por un acuerdo de suministro de agua entre Tasmanian Irrigation e Hydro Tasmania. El acuerdo reconoce que el agua tomada del Lago Arthurs sería utilizada para generar electricidad en las centrales Poatina y Trevallyn de la organización Hydro Tasmania, y al considerar los beneficios económicos y financieros (y costos), se evidencia que fue un paso importante para cambiar las reglas operativas del almacenamiento. Con respecto a satisfacer las necesidades de riego, Hydro Tasmania evaluó las implicaciones sobre la generación de electricidad y los ingresos asociados, y desarrolló un instrumento de fijación de precios del agua para considerar el uso compartido del agua entre los usuarios.

Fuente: OCDE (2013b), Seguridad Hídrica para Mejores Vidas, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202405-en>; EDF/WWC (2014), Usos Polivalentes de los Embalses Hidroeléctricos, “Sharing the water uses of multipurpose hydropower reservoirs: the SHARE concept” <https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/Multi-purpose%20water%20uses%20of%20hydropower%20reservoirs.pdf>

La participación de las partes interesadas en la selección y las decisiones relacionadas con la infraestructura es fundamental para prevenir los conflictos sociales y crear la aceptación social necesaria. En los últimos años, muchos grandes proyectos de infraestructura, particularmente hidroeléctricos, han enfrentado graves conflictos y atraído una considerable cantidad de resistencia pública (por ejemplo, HidroAysen, Barrancones). Estos bloqueos han contribuido a un cambio estratégico hacia el aumento de la inversión en centrales eléctricas de carbón, que son más fáciles de realizar dada la menor tasa de hidroelectricidad en comparación con los años ochenta. Los grandes proyectos de infraestructura involucran a una amplia gama de actores privados y sin fines

de lucro. El sector corporativo juega un papel importante en la construcción, operación y mantenimiento de estas infraestructuras, con varias empresas involucradas, como ENDESA, AES Gener, Colbún S.A., Suez Energy Andino, E.E. Guacolda y Pacific Hydro. Las ONG nacionales y locales actúan como vigilantes y han ganado capital sociopolítico. Sin embargo, algunas categorías de actores sociales suelen omitirse y seguir subrepresentadas, como las comunidades urbanas y rurales cuyas vidas y actividades son a menudo las más afectadas por los proyectos energéticos. Los pueblos indígenas también son raramente reconocidos en las decisiones políticas relacionadas con la energía a nivel local y nacional, ya menudo carecen de las estructuras y capacidades institucionales para promover sus intereses fuera de sus comunidades.

El involucramiento temprano de todos aquellos que tienen un interés en el resultado, que pueden estar directa o indirectamente afectado, y/o pueden tener la capacidad de influir positiva o negativamente sobre el resultado, es fundamental en este tipo de proyectos. Las partes involucradas concientizan, comparten información, identifican puntos de conflicto y toman medidas colectivas, incluso mediante medidas de compensación para mitigar las consecuencias indeseadas. Esto es particularmente relevante como reveló una encuesta recientemente realizada por el Ministerio de Energía como parte del desarrollo de su Política Energética 2050 donde se mostraba que las comunidades no rechazarían la construcción de tecnología de energía renovable, siempre y cuando cumpla con las normas ambientales internacionales (Ministerio de Energía, 2015). El 97% de los encuestados indicaron su disposición a apoyar la construcción de plantas eólicas o solares en sus comunidades o en comunidades cercanas si cumplían con los estrictos requisitos ambientales y sociales aplicados en los países desarrollados, y si cumplían con los beneficios concretos ofrecidos. El 90% de los encuestados estuvieron de acuerdo cuando se les preguntó acerca de las centrales eléctricas de mareas, el 71% sobre las centrales geotérmicas y el 57% y 56% para las centrales hidroeléctricas que utilizaban los embalses y las centrales hidroeléctricas de río, respectivamente (Ministerio de Energía, 2015).

Conclusiones y Recomendaciones de Políticas

Las tendencias climáticas, urbanas, poblacionales y económicas actuales y futuras están ejerciendo presión sobre los recursos hídricos disponibles en Chile, especialmente para los sectores intensivos en agua, minería y agricultura, que también son importantes fuentes de productividad. La política energética enfocada en aumentar la participación de las energías renovables en la matriz chilena, específicamente a través de la promoción de energía hidroeléctrica, es un factor agravante, sobre todo a medida que las sequías se hacen más frecuentes y con menores niveles en los embalses, afectando de manera negativa a la producción hidroeléctrica.

Sin duda se necesitarán inversiones adicionales en infraestructura física para resolver algunos de los retos de agua del país. Las tuberías de agua urbanas están envejeciendo y cada vez sufren más fugas, por lo que se necesita modernizarlas, operarlas y mantenerlas de manera apropiada. Las áreas y los asentamientos poco poblados deben estar equipados con infraestructura rural de suministro de agua potable y saneamiento. La infraestructura de aguas lluvia que existe actualmente es insuficiente y se deriva en costosos perjuicios cuando ocurren inundaciones. Además, también es necesario mejorar la eficiencia de los sistemas de riego. En algunos casos, la infraestructura multipropósito puede combinar varias de las necesidades anteriores. Una manera crítica de avanzar es considerar complementariedades de las políticas para sacar el máximo provecho de estos costos que sólo pueden recuperarse a largo plazo y generan pasivos importantes para las futuras generaciones.

Combinar el desarrollo de la infraestructura gris en las ciudades (por ejemplo, el tratamiento terciario en las plantas de tratamiento de aguas residuales) con medidas de infraestructura natural (servicios ecosistémicos), puede hacer que las inversiones sean más rentables, por ejemplo, al reducir los requerimientos de tratamiento. Otros beneficios derivados de reducir la necesidad de tratamiento son la reducción del consumo de electricidad y del uso de químicos. Promover la infraestructura verde en las ciudades a través de sistemas de recolección de aguas lluvia también contribuirá a limitar las necesidades de infraestructura gris. Los sistemas localizados de aguas lluvia reducen los caudales máximos cuando hay inundaciones urbanas y contribuyen a mejorar la calidad del agua, ya que se eliminan rápidamente las aguas lluvia de las calles. Esto hace que los sistemas de aguas lluvia sean más resistentes y las ciudades tengan que recurrir menos al tratamiento de aguas residuales.

Además de invertir en infraestructura, Chile necesitará fortalecer su marco institucional de la gestión del agua para superar los retos de fragmentación, gestión a la escala adecuada y coherencia de políticas. Si bien se han dado pasos importantes con la reforma en curso del Código de Aguas (aún pendiente de debate y aprobación en el Senado), los recientes intentos de fomentar la coordinación entre las políticas relacionadas con el agua y de elevar la importancia del agua en la agenda nacional a través del Delegado Presidencial para Recursos Hídricos y el Comité de Ministros del Agua han demostrado ser insuficientes para cumplir con los objetivos previstos. Además, la falta de un sistema de gobernanza de cuencas que permita un enfoque funcional para la gestión del agua y las inconsistencias entre las políticas de agricultura, uso del suelo, energía, minería y agua son dos desafíos importantes que Chile debe enfrentar para estar preparados para el futuro. El país debe establecer un enfoque territorial para la planificación y gestión del agua. También es necesario adoptar nuevas medidas para coordinar mejor las acciones entre los sectores público, privado y sin fines de lucro, para involucrar a todos los niveles de gobierno en las decisiones relacionadas con el agua, para gestionar los arbitrajes entre usuarios, para regular las áreas grises como por ejemplo algunos aspectos del marco jurídico de la desalinización, y para involucrar a las partes interesadas con el fin de lograr una mayor aceptación de las decisiones tomadas en cuanto a infraestructura y políticas.

Lo que sigue es una serie de recomendaciones para que el agua sea un impulsor del futuro desarrollo económico y el bienestar de Chile. Para ello será necesario centrarse en una combinación de respuestas políticas, abordar las brechas de la infraestructura hídrica, no sólo en cantidad, sino también, y lo que es más importante, en tipo. También significará mejorar las prácticas de gobernanza del agua para que la infraestructura entregue los resultados deseados.

A) Elevar la importancia de la gestión del agua en la agenda política nacional de Chile, para que el agua contribuya a un crecimiento y desarrollo sostenible.

1. **Diseñar e implementar una política nacional de recursos hídricos basada en un consenso alcanzado tras consultar entre los ministerios y organismos públicos relacionados con el agua, así como con el sector privado y la sociedad en general.** El marco institucional tan específico de Chile que está basado en los mercados del agua y la atomización de los derechos de aprovechamiento no debería ser un obstáculo para el diseño e implementación de un marco nacional sólido para la gestión de recursos hídricos con lineamientos, prioridades y estrategias claras sobre cómo el agua puede impulsar mejoras económicas, sociales y ambientales. Los intentos previos de desarrollar una política nacional, incluyendo el documento de “Política Nacional de Recursos Hídricos” preparado por el Delegado Presidencial del Ministerio del Interior, pueden proporcionar

insumos y ser útiles como punto de partida. Esta política nacional ayudaría a fomentar la coordinación de actores y proporcionaría un marco para alinear los objetivos entre distintos sectores.

2. **Utilizar el proceso de reforma del Código de Aguas como una buena oportunidad para involucrar a las partes interesadas en el desarrollo de una estrategia nacional para el agua.** Basándose en la reforma del código de aguas de 2005, el cual estableció requisitos de caudales ecológicos, la reforma iniciada en el año 2011 puede abrir un debate más amplio sobre cómo situar el agua como un factor esencial del desarrollo nacional y facilitar la acción pública en la gestión de riesgos del agua en Chile.
3. **Evaluar qué incentivos pueden fomentar una gobernanza eficaz de cuencas que concilie los límites administrativos e hidrológicos.** Chile tiene una serie de especificidades en términos de variabilidad climática donde se combinan desiertos y glaciares, pequeñas cuencas hidrográficas formadas por los 1.251 ríos que fluyen de las montañas a la costa, y la morfología especial que afecta la trayectoria de los ríos, creando un sistema hídrico que es complejo de manejar. En este contexto, las organizaciones de usuarios del agua son actores clave en la gestión de los recursos hídricos siempre que operen a la escala adecuada y se les dote de las prerrogativas y los recursos necesarios para llevar a cabo su rol. Chile podría impulsar un marco de gobernanza de cuencas que considere las especificidades territoriales de cada cuenca. La concientización sobre los beneficios de la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuenca podría hacerse, por ejemplo, promoviendo y comunicando el valor que ofrecen los servicios ecosistémicos.
4. **Fortalecer los sistemas de información del agua y utilizarlos para orientar la planificación y la toma de decisiones.** Mejorar el acceso, la calidad y la divulgación de la información a todos los niveles de gobierno es un requisito para una mejor toma de decisiones, monitoreo y evaluación de las políticas del agua. Se debe establecer un marco de referencia común para todas las instituciones para fomentar la recopilación de datos de tendencias sociales, económicas y ambientales, con conformidad a las normas internacionales y las mejores prácticas de la OCDE. Chile también debería fortalecer la recopilación de datos sobre indicadores básicos como la extracción de agua por uso, y la tasa de consumo en los hogares para el agua potable rural. También hay pocos datos online que estén en un formato viable, y las series temporales tienden a ser limitadas. Otra forma de avanzar es abordar las incoherencias entre las fuentes oficiales de datos y los datos producidos por el sector privado, y asegurar que los datos e información relacionados con el agua guíen eficazmente la toma de decisiones.

B) Invertir en una combinación adecuada de infraestructura, tanto en cantidad como en tipo, y a la vez favorecer un enfoque basado en las funciones de gestión del agua y en las necesidades y oportunidades que existen en cada territorio.

Servicios urbanos de suministro de agua potable y saneamiento

1. **Desarrollar una estrategia y catalizar el financiamiento necesario para mejorar, renovar y mantener el suministro de agua potable y la infraestructura de saneamiento.** La colaboración con los prestadores de servicios del agua y los usuarios será necesario para aclarar quién paga qué, a corto, mediano y largo plazo.

2. **Redoblar esfuerzos en efectuar la transición de gestión del suministro de agua a gestión de la demanda de agua para gestionar mejor los riesgos, especialmente en las ciudades.** Debería de tratarse de una combinación de medidas blandas y duras, como por ejemplo explorar la posibilidad de reutilizar las aguas lluvia y el agua gris con la condición de que se establezcan normas de calidad para evitar problemas relacionados con la salud; mejorar la educación pública sobre la conservación del agua mediante campañas de concientización; y promover el uso de dispositivos de ahorro de agua (por ejemplo, uso del agua de mar para descargar el inodoro).

Servicios de suministro de agua potable y saneamiento rural

1. **Considerar otras alternativas a los sistemas centralizados de gran escala en las aglomeraciones semi-concentradas y dispersas.** La experiencia de los países de la OCDE en el acceso a los servicios de agua y servicios de saneamiento en el sector rural muestra que los sistemas localizados pueden funcionar igual de bien que la infraestructura de gran escala centralizada. Esto aplica tanto a los sistemas de suministro de agua potable como a la infraestructura para los servicios de saneamiento.
2. **Fortalecer la implementación del programa APR para enfrentar los desafíos presentes en la prestación de servicios a las poblaciones semi-concentradas y dispersas,** partiendo de tres tipos de acciones:
 - Mejorar la planificación estratégica y ajustar las inversiones en el Programa APR para tener en cuenta las necesidades de infraestructura específicas para la población que vive en los asentamientos semi-concentrados y dispersos.
 - Revisar la metodología de evaluación social para que Chile pueda enfrentar los nuevos retos a los que se enfrenta para la implementación del Programa APR. Por ejemplo, complementar el análisis costo-beneficio con un marco de análisis multicriterio.
 - Fortalecer las capacidades de gestión, técnicas y financieras de los comités y cooperativas de APR, tanto para asegurar que los sistemas existentes no envejezcan a un ritmo más rápido de lo previsto inicialmente debido a mala gestión, como para mejorar la eficiencia de nuevos sistemas.
3. **La DOH debería llevar a cabo un monitoreo regular del Programa APR para anticipar cortes de suministros y costosas inversiones futuras debido a la necesidad de sustituir infraestructura, y debe coordinar con los Consejos Regionales (CORE) cuales son las inversiones prioritarias.** Una cooperación más estrecha entre el Ministerio de Obras Públicas (a través de la DOH) y los CORE será fundamental para identificar los sistemas de agua potable rural disfuncionales y priorizar las inversiones de acuerdo con las necesidades más urgentes.

Infraestructura de aguas lluvia

4. **Promover** alternativas de menor costo como la infraestructura verde urbana, por ejemplo, al usar tecnologías de “control de fuentes” que manejan las aguas lluvia cerca del punto de generación, techos verdes o superficies permeables que capturan las aguas lluvia antes de que caigan sobre el pavimento y se contaminen en las calles.
5. **Desarrollar estrategias locales o metropolitanas** en los grandes centros urbanos de Chile (Santiago, Valparaíso, Concepción) para fomentar la resiliencia y la capacidad de adaptación de los sistemas de agua frente a las tendencias climáticas, económicas y urbanas.
 - Esto puede lograrse mediante el involucramiento de las partes interesadas para promover la recolección de aguas lluvia, establecer incentivos para mejor coordinar las políticas de agua y las políticas de uso del suelo, y concientizar sobre los niveles actuales de los riesgos hídricos y la responsabilidad compartida que es necesaria tomar para poder gestionarlos.

Desalinización

Aunque la desalinización puede generar una gran cantidad de recursos adicionales, su impacto sobre el medio ambiente puede ser alto y sus costos de operación son impulsados por un alto consumo de energía. En ese sentido, la desalinización no debería impedir que el país aproveche al máximo los instrumentos de gestión de la demanda de agua y las opciones de bajo costo mencionadas en el capítulo. Si Chile decide continuar con la vía de la desalinización, deben considerar varias acciones:

1. **Un marco institucional, jurídico y regulatorio para la desalinización** que contribuya al desarrollo de una estrategia integral que respete el medio ambiente.
 - Elaborar una política nacional de desalinización que establezca lineamientos de planificación para asegurar que la inversión privada se haga correctamente. Debido a la naturaleza intersectorial de los proyectos de desalinización, esta estrategia no sólo debe desarrollarse conjuntamente con las empresas mineras y los prestadores de servicios de agua, sino también con el sector energético y agrícola, así como con las ONG ambientales.
 - Dado que las amenazas ambientales de la desalinización están bien documentadas, es importante establecer reglas de cumplimiento, procedimientos, incentivos transparentes y proporcionales, y herramientas (incluyendo recompensas y sanciones) para promover el cumplimiento.
2. **Las futuras inversiones en desalinización deben ser evaluadas cuidadosamente mediante estudios de viabilidad sólidos, que tengan en cuenta las inversiones iniciales de capital, así como las incertidumbres en los costos de operación (relacionados con los precios de la energía) a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.** El déficit energético en Chile y los efectos del cambio climático requieren de un proceso de reflexión sobre cómo se entregará energía a las plantas de desalinización y lo que costará esta energía. Dos acciones concretas ayudarán a resolver las limitaciones energéticas:
 - Fomentar el uso de fuentes de energía renovables (eólica, fotovoltaica, solar y térmica solar concentrada) para las pequeñas plantas de desalinización en lugares

aislados, particularmente en la Macrozona Norte, donde el potencial de energía solar renovable es significativo.

- Impulsar la innovación en las ciudades que puedan ayudar a mitigar la escasez de energía y hacer que esta energía esté disponible para otros fines. Los costos de electricidad es una partida predominante del presupuesto anual de los servicios de agua, debido a operaciones como el bombeo desde los puntos de captación hasta las plantas de tratamiento de agua potable que a menudo están fuera de las zonas pobladas.
3. **Monitorear estrechamente y evaluar el impacto de los proyectos de desalinización sobre el medio ambiente local para asegurar la sostenibilidad de los proyectos en el mediano y largo plazo.** Asegurar que la salmuera de alta concentración no contamine los ecosistemas naturales instalando tecnologías de vanguardia y reduciendo el área de impacto. También se necesita un monitoreo continuo de la fauna y la flora en los ecosistemas marinos para evitar catástrofes ambientales.

Infraestructura de riego y almacenamiento de agua

Determinadas represas y acueductos podrían contribuir a mantener el actual nivel de consumo de agua, y hasta cierto punto, para afrontar la creciente demanda.

1. **Los sistemas de riego podrían mejorarse en el centro de Chile, que es donde se utiliza la mayor parte del agua destinada a la agricultura, pero en paralelo se debería impulsar las medidas de gestión de la demanda para sacar el máximo rendimiento de los recursos existentes y conseguir mejor eficiencia en su uso.** Las comparaciones internacionales demuestran que Chile está por debajo de otros países de la OCDE en términos de eficiencia de riego (es el país con la segunda mayor captación de agua por área regada, y más del 70% de la infraestructura de riego aún depende de las técnicas tradicionales). Sin embargo, esta mejora debe hacerse caso por caso, ya que la eficiencia en el riego también está asociada con una menor recarga de los acuíferos.
2. **Involucrar a las partes interesadas en la selección de infraestructura y procurar compartir los costos y beneficios entre todos los usuarios de una manera eficiente.** En un contexto donde Chile está buscando desarrollar aún más la generación hidroeléctrica y extender su frontera de riego, los embalses multipropósito ofrecen oportunidades para combinar otros beneficios a distintos usos junto con el riego. El gobierno chileno tiene un papel importante que jugar en establecer un ambiente institucional que fomente el intercambio y la toma de decisiones *bottom-up* para generar aceptación social y política, mitigar los conflictos, y empoderar a las comunidades y los gobiernos subnacionales para que todos los segmentos de la sociedad chilena se beneficien de los proyectos de infraestructura.

Tabla 5.4. Brechas y respuestas de Gobernanza del Agua e Infraestructura

Tema	Brechas	Recomendaciones
Priorizar la gobernanza del agua en la agenda de Chile para el desarrollo sostenible a largo plazo		
Reducir las brechas en la gobernanza del agua	<ul style="list-style-type: none"> El gobierno central de Chile se caracteriza por un alto grado de compartimentación. Los ministerios sectoriales trabajan de manera aisladas, con un número limitado de mecanismos para asegurar la alineación y la integración entre las áreas políticas y las inversiones. La falta de coordinación horizontal es particularmente compleja en la gestión del agua, ya que muchas decisiones tomadas en otros ámbitos (por ejemplo, uso del suelo, energía, agricultura, industria) generan riesgos hídricos y viceversa. Una característica sorprendente del modelo de gestión del agua chileno es la ausencia de sistemas integrados de gobernanza de cuencas que podrían servir de base para un enfoque funcional y territorial de los riesgos hídricos. Chile ha realizado importantes esfuerzos para producir el Atlas del Agua, el cual proporciona un panorama general del inventario de recursos hídricos pero aun así las brechas de información y datos sobre la gestión y planificación de los recursos hídricos dificultan la toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer una Política Nacional de Recursos Hídricos basada en el consenso tras una consulta con todos los ministerios y las agencias públicas relacionados con el agua, entre niveles de gobierno, y con el sector privado y la sociedad en general. Utilizar el proceso de reforma del Código de Aguas como una buena oportunidad para involucrar a las partes interesadas en el desarrollo de una estrategia nacional para la gestión de los recursos hídricos. Considerar los incentivos para fomentar una gobernanza eficaz de las cuencas que puede ayudar a conciliar los límites administrativos e hidrológicos. Hay espacio para aprovechar la experiencia de las mesas territoriales y las fuertes organizaciones de usuarios de agua ya existentes, así como las lecciones aprendidas de los intentos anteriores. Fortalecer los sistemas de información sobre el agua y utilizarlos para orientar la planificación y la toma de decisiones. Mejorar el acceso, la calidad y la divulgación de la información en todos los niveles de gobierno es un requisito para una mejor toma de decisiones, monitoreo y evaluación de la política hídrica.
Escoger la infraestructura del agua adecuada, tanto en cantidad como en tipo. La infraestructura del agua es heterogénea y requiere de diferentes enfoques		
Servicios de Suministro de Agua y Saneamiento Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Los retos de Chile en cuanto a suministro de agua potable y saneamiento en áreas urbanas son la mejora y renovación de la infraestructura que será necesaria para mantener los actuales niveles de prestación de servicios del agua y seguridad hídrica. Las pérdidas de agua en las principales ciudades chilenas son más altas que en la mayoría de las ciudades de su tamaño, y el tratamiento de aguas residuales no es de tan alta calidad como en otros países de altos ingresos de la OCDE. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una estrategia y catalizar el financiamiento necesario para mejorar, renovar y mantener el suministro de agua potable y la infraestructura de saneamiento. La colaboración con los prestadores de servicios del agua y los usuarios será necesario para aclarar quién paga qué, a corto, mediano y largo plazo. Mejorar los esfuerzos para pasar de la gestión del suministro de agua potable a la gestión de la demanda de agua, especialmente en las ciudades, para gestionar mejor los riesgos ahora y en el futuro.
Servicios de Suministro de Agua y Saneamiento Rural	<ul style="list-style-type: none"> El nuevo reto del programa APR es asegurar el acceso para la población que vive en áreas semi-concentradas y dispersas. En el año 2015, el gobierno chileno informó que, si bien las comunidades rurales concentradas tienen acceso al agua potable, las zonas escasamente pobladas todavía tienen dificultades para acceder a los servicios de agua. Insuficientes datos e información dificultan la eficiencia de las inversiones en el Programa APR. Actualmente, existe una falta de seguimiento sistemático y exhaustivo de los resultados logrados por el APR. 	<ul style="list-style-type: none"> Considerar otras alternativas a los sistemas centralizados a gran escala en las aglomeraciones semi-concentradas y dispersas. La experiencia de los países de la OCDE en el acceso rural a los servicios de agua y saneamiento indica que los sistemas localizados pueden funcionar igual de bien que la infraestructura centralizada de gran escala. Fortalecer la implementación del programa APR al: i) mejorar la planificación estratégica; ii) revisar la metodología de evaluación social; iii) mejorar las capacidades técnicas, gerenciales y financieras de los comités y cooperativas. Realizar un monitoreo periódico del Programa APR para anticipar los cortes de suministros y las costosas inversiones debido a la sustitución de infraestructura, y coordinar con los Consejos Regionales (CORE) para establecer inversiones prioritarias.

Tabla 5.4. Brechas y respuestas de Gobernanza del Agua e Infraestructura (cont.)

Tema	Brechas	Recomendaciones
Servicios de Suministro de Agua y Saneamiento Rural	<ul style="list-style-type: none"> El nuevo reto del programa APR es asegurar el acceso para la población que vive en áreas semi-concentradas y dispersas. En el año 2015, el gobierno chileno informó que, si bien las comunidades rurales concentradas tienen acceso al agua potable, las zonas escasamente pobladas todavía tienen dificultades para acceder a los servicios de agua. Insuficientes datos e información dificultan la eficiencia de las inversiones en el Programa APR. Actualmente, existe una falta de seguimiento sistemático y exhaustivo de los resultados logrados por el APR. 	<ul style="list-style-type: none"> Considerar otras alternativas a los sistemas centralizados a gran escala en las aglomeraciones semi-concentradas y dispersas. La experiencia de los países de la OCDE en el acceso rural a los servicios de agua y saneamiento indica que los sistemas localizados pueden funcionar igual de bien que la infraestructura centralizada de gran escala. Fortalecer la implementación del programa APR al: i) mejorar la planificación estratégica; ii) revisar la metodología de evaluación social; iii) mejorar las capacidades técnicas, gerenciales y financieras de los comités y cooperativas. Realizar un monitoreo periódico del Programa APR para anticipar los cortes de suministros y las costosas inversiones debido a la sustitución de infraestructura, y coordinar con los Consejos Regionales (CORE) para establecer inversiones prioritarias.
Operación y mantenimiento de la infraestructura de aguas pluviales y la ampliación de la red	<ul style="list-style-type: none"> La infraestructura de aguas lluvia existe en las principales ciudades de Chile, como Valparaíso, Concepción o Santiago, pero no funciona eficazmente contra los episodios de lluvias fuertes. Las ciudades de tamaño mediano que están creciendo deben considerar seguir desarrollando y manteniendo la infraestructura de aguas lluvia y así estar listas para sus futuras necesidades. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover alternativas de menor costo, como la infraestructura verde urbana, recurriendo, por ejemplo, a las tecnologías de "control de fuentes", tejados verdes o superficies permeables. Desarrollar estrategias locales o metropolitanas en los grandes centros urbanos de Chile (Santiago, Valparaíso, Concepción) para fomentar la resiliencia y la capacidad de adaptación de los sistemas de agua a las tendencias climáticas, económicas y urbanas.
Proyectos de desalinización	<ul style="list-style-type: none"> Actualmente no existe una estrategia de planificación del uso de suelo en la costa norte de Chile para desarrollar de manera integrada proyectos de desalinización. No existe un enfoque coordinado para gestionar los arbitrajes entre usuarios del agua en el norte de Chile, con la desalinización como parte de una respuesta. No existe un marco claro que establezca reglas y las haga cumplir, además de asegurar la rendición de cuentas de los inversores y las autoridades públicas. El Código de Aguas sólo regula los recursos hídricos continentales y no los recursos hídricos resultantes del tratamiento del agua de mar. No existe un reglamento ni una autoridad reguladora que supervise la gestión y el uso del agua resultante de los procesos de desalinización. Los déficits de energía y el cambio climático requieren pensar en cómo se entregará energía a las plantas desalinizadoras y cuánto costará. La desalinización requiere de grandes cantidades de energía y genera emisiones de gases de efecto invernadero cuando la electricidad no proviene de fuentes renovables. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un marco institucional, jurídico y regulatorio para la desalinización que contribuya al desarrollo de una estrategia integral que respete el medio ambiente. Las acciones incluyen: i) desarrollar una política nacional de desalinización que establezca lineamientos de planificación para asegurar que la inversión privada se haga correctamente; y, ii) establecer reglas de cumplimiento, procedimientos, incentivos y herramientas que sean claros, transparentes y proporcionales (incluyendo recompensas y sanciones) para promover el cumplimiento. Las futuras inversiones en la desalinización deben ser evaluadas cuidadosamente, mediante estudios de factibilidad/viabilidad sólidos que tengan en cuenta las inversiones iniciales de capital, así como las incertidumbres en los costos de operación (relacionados con los precios de la energía) a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Monitorear estrechamente y evaluar el impacto de los proyectos de desalinización sobre el medio ambiente local para asegurar la sostenibilidad en el mediano y largo plazo. Asegurar que la salmuera altamente concentrada no interrumpa los ecosistemas naturales al instalar tecnologías de vanguardia y reduciendo el área de impacto. Monitorear continuamente la fauna y flora de los ecosistemas marinos para evitar catástrofes medioambientales.
Infraestructura de riego y recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> La tasa de captación de agua dulce de Chile por hectárea de tierra regada es una de las más altas de la OCDE. Aunque la Ley 18450 contribuyó al mejoramiento de la eficiencia del riego en Chile, sigue por detrás de otros países como Italia, Brasil o Francia. Frente a las tendencias climáticas, económicas y urbanas, alguna inversión en infraestructura podría contribuir a una mejor gestión del suministro de agua para el riego. Determinadas represas y acueductos podrían contribuir a mantener el actual nivel de consumo de agua y hasta cierto punto, satisfacer la creciente demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> Los sistemas de riego podrían ser mejorados en el centro de Chile donde se utiliza la mayor parte del agua destinada a la agricultura, pero en paralelo se debería impulsar las medidas de gestión de la demanda para sacar el máximo rendimiento de los recursos existentes y conseguir mejor eficiencia en su uso. Esta mejora debe hacerse caso por caso, ya que la eficiencia en el riego también se asocia a una menor recarga de los acuíferos. Involucrar a las partes interesadas en la selección de infraestructura y procurar compartir los costos y beneficios entre todos los usuarios de una manera eficiente. El gobierno chileno tiene un papel importante que jugar en establecer un ambiente institucional que fomente el intercambio y la toma de decisiones bottom-up.

Notas

1. El Ministerio de Obras Públicas ha agrupado a las 15 regiones de Chile en cuatro macrozonas, de acuerdo con sus similitudes en términos de especificidades territoriales, como la estructura productiva, las condiciones climáticas y el desarrollo demográfico. Ellas son: i) Norte (XV, I, II, III); ii) Central (IV, V, RM, VI, VII), iii) Sur (VIII, IX, XIV); y, iv) Austral (X, XI, XII).
2. El estudio de COCHILCO (2009) “Proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020” es la fuente más actualizada para la futura demanda de agua minera. El MOP informa que los datos podrían estar obsoletos debido a cambios en los precios del cobre, pero el Ministerio no tiene otra fuente de información o datos disponible.
3. Para más detalles, ver OCDE (2012) “Redefinir “urbano”: Una nueva forma de medir las áreas metropolitanas,” OCDE Publishing, Paris.
4. Las pequeñas áreas urbanas son aquellas con una población de menos de 200.000 habitantes; las áreas urbanas de tamaño medio son aquellas con una población entre 200.000 y 500.000; las áreas metropolitanas son aquellas con una población entre 500.000 y 1.5 millones; y las grandes áreas metropolitanas son aquellas con una población de más de 1.5 millones de habitantes.
5. Es necesario mencionar que durante el proceso del diálogo de políticas entre Chile y la OCDE, el Ministerio de Agricultura subrayó la necesidad de mejorar la calidad de las medidas de los volúmenes de agua que se utilizan en Chile para actividades relacionadas con la agricultura para así poder mejorar la eficiencia en el uso del agua.
6. En la OCDE/ECLAC (2016), el mismo Gráfico con datos del año 2011 registró déficits hídricos tanto para Valparaíso (-15 m³/s) como para región Metropolitana de Santiago (-13 m³/s)
7. Proporción de pérdida de agua como porcentaje de la producción neta de agua (entregada al sistema de distribución) reportada por las ciudades encuestadas.
8. La definición de Área Urbana Funcional (AUF) se puede encontrar en: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Definition-of-Functional-Urban-Areas-for-the-OECD-metropolitan-database.pdf>, y la lista completa de AUF por país en <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/all.pdf>
9. Antofagasta (Antofagasta), Coquimbo-La Serena (Coquimbo, La Serena, Andacollo), Valparaíso (Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Limache), Santiago (Maipú, Puente Alto, La Florida, San Bernardo, Las Condes, Pudahuel, Peñalolén, La Pintana, Quilicura, Santiago, El Bosque, Ñuñoa, Cerro Navia, Recoleta, Renca, La Granja, Providencia, Estación Central, Conchalí, Lo Espejo, Macul, Pedro Aguirre Cerda, Colina, Lo Prado, La Reina, Lo Barnechea, Quinta Normal, San Ramón, San Joaquín, Huechuraba, Vitacura, Peñaflor, La Cisterna, San Miguel, Talagante, Buin, Cerrillos, Paine, Independencia, Lampa, Padre Hurtado, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Calera de Tango, Pirque, San José de Maipo), Concepción (Concepción, Talcahuano, Chiguayante, Coronel, San Pedro de la Paz, Tomé, Hualpén, Penco, Hualqui).
10. La definición es construida por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y clasifica las localidades como urbanas o rurales. Las localidades urbanas se consideran lugares con más de 2.000 personas, o entre 1.001 y 2.000 personas, cuando el 50% o más de la población económicamente activa participa en actividades secundarias o terciarias. Como casos especiales, los centros de turismo y recreación que tienen al menos 250

viviendas agrupadas, pero que no cumplen con la norma de población requerida, también pueden ser clasificados como urbanos. El programa APR ha establecido su propia definición para las zonas rurales: i) Áreas concentradas: población entre 100/150 y 3.000 habitantes con una concentración mínima de 15 hogares por km de tubería de suministro de agua potable; ii) Áreas semi-concentradas: áreas dispersas: mínimo de 80 habitantes y una concentración mínima de 8 hogares por cada km, de tubería de suministro de agua potable.

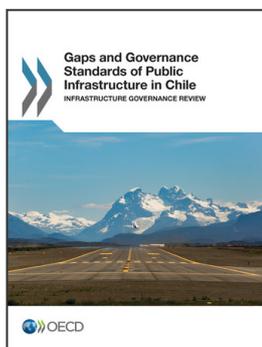
Referencias

- Agua (2016), “DGA lícita estudio para desarrollar Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos en cuenca del río Choapa”, disponible en: <http://www.revistagua.cl/2016/09/08/dga-licita-estudio-para-desarrollar-plan-de-gestion-integrada-de-recursos-hidricos-en-cuenca-del-rio-choapa/> (publicada online el 8 de septiembre 2016).
- Aguas Andinas (2015), “Reporte de Sustentabilidad 2015”, disponible en: <https://www.aguasandinas.cl/la-empresa/desarrollo-sustentable/reportes-de-sustentabilidad>
- Aguas Andinas (2015), “Actualización Plan de Desarrollo Gran Santiago 2015 – 2029”,
- ATSE (2012), *Sustainable Water Management. Securing Australia’s Future in a Green Economy*, Australian Research Council, Academy of Technological Sciences and Engineering, Melbourne.
- Brady, J. and N.F. Gray (2013), “Analysis of water pricing in Ireland and recommendations towards a more efficient water sector”, *Water Policy*, IWA Publishing, Vol. 15, pp. 435-437.
- CCHC (2016), “Cámara Chilena de la Construcción: Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2016-25”, Santiago. [www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/CChC-ICD_2016_\(FINAL\).pdf](http://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/CChC-ICD_2016_(FINAL).pdf).
- CEPAL (2015), *The Effects of Climate Change in the Coastal Areas of Latin America and the Caribbean Chile*, UN Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Santiago. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/39866>
- CNID (2014), “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile”, Consejo Nacional de Innovación y Competitividad, Santiago. <http://programaaltaley.cl/wp-content/uploads/2015/10/Mineria-Una-Plataforma-de-Futuro-para-Chile-web.pdf>.
- CNR (2016), “Historia: Comisión Nacional de Riego”, <http://www.cnr.gob.cl/Conozcanos/Paginas/Historia.aspx> (último acceso a noviembre 2016).
- COCHILCO (2015), *Factores clave para el desarrollo de la minería en Chile*, Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/Recopilacin%20de%20Estudios/2015.pdf>.
- COCHILCO (2009), *Gestión del Recurso Hídrico y la minería en Chile: Proyección Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009 – 2020*, Comisión Chilena del Cobre, [http://www.aih-cl.org/articulos/Proyeccion-consumo-agua-en-mineria-del-Cobre-2009-2020-COCHILCO-\(2009\).pdf](http://www.aih-cl.org/articulos/Proyeccion-consumo-agua-en-mineria-del-Cobre-2009-2020-COCHILCO-(2009).pdf).
- Cooley, H., et al. (2016), "Water risk hotspots for agriculture: The case of the southwest United States", *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 96, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5jlr3bx95v48-en>
- DGA (2016), *Atlas del Agua: Chile 2016*, Dirección General de Aguas, Santiago. <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>.
- DGA (2016), *Atlas del Agua: Chile 2016*, Dirección General de Aguas, disponible en: <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>

- DMC (2015), “Análisis de los Resultados Convenio Alta Dirección Pública, Director, Dirección Meteorológica de Chile, Objetivo N°3”.
<http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/documentos/SintesisInformeClima.pdf>.
- DIPRES (2015), “Evaluación de Programas Gubernamentales: Programa Infraestructura Hidráulica Potable Rural”, Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.
http://www.dipres.gob.cl/574/articulos-141243_r_ejecutivo_institucional.pdf.
- DIRPLAN & INH (2016), “Análisis de Requerimiento de Largo Plazo en Infraestructura Hídrica”, Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas (DIRPLAN) e Instituto Nacional de Hidráulica (INH).
- EDF/WWC (2014), Multipurpose Water Uses of Hydropower Reservoirs, “Sharing the water uses of multipurpose hydropower reservoirs: the SHARE concept”.
<https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/Multi-purpose%20water%20uses%20of%20hydropower%20reservoirs.pdf>.
- Emerton, L. and Bos, E. (2014) *Value. Counting Ecosystems as an Economic Part of Water Infrastructure*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
https://cmsdata.iucn.org/downloads/value_en.pdf.
- EPA (2008), *Managing Wet Weather with Green Infrastructure, Municipal Handbook: Rainwater Harvesting Policies*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/gi_munichandbook_harvesting.pdf.
- FAO (2016), Aquastat: Irrigation and drainage database, Food and Agriculture Organisation.
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationdrainage/index.stm>.
- FAO (2015), Chile Country Profile, Food and Agriculture Organisation.
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/CHL/index.stm.
- Ferro, G. and Mercadier, A.C. (2016), “Technical efficiency in Chile's water and sanitation providers”, *Utilities Policy*, 43, 97-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.016>
- Gobierno de Chile (2016), “Programa de Agua Potable Rural: 1964 – 2015”.
<http://www.clocsas.org/assets/historia-del-programa-de-agua-potable-rural-en-chile.pdf>.
- Gobierno de Chile (2015), National Water Resources Policy 2015,
http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf.
- Grafton, R.Q. and M.B. Ward (2010), “Dynamically Efficient Urban Water Policy”, CWEEP Research Paper, No. 10-13, Australia National University.
- GWP (2012), “Water Demand Management: The Mediterranean Experience”, Technical Focus Paper.
<http://www.gwp.org/en/ToolBox/PUBLICATIONS/Technical-Focus-Papers/>
- iAgua (2015), “Desalación de Agua para la minería en Chile”. <http://www.iagua.es/blogs/guillermo-donoso/desalacion-agua-mineria-chile> (published online in September 2015).
- INE (2007), “Censo Agropecuario 2007”, Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.
http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php

- Jiménez Shaw, C. (2003), *Régimen Jurídico de la desalación de agua marina*, Tirant lo Blanch, Valencia. <http://www.tirant.com/editorial/libro/regimen-juridico-de-la-desalacion-del-agua-marina-concepcion-jimenez-shaw-9788484427599>
- Ministerio de Agricultura (2015), “Política Sectorial”, Santiago. http://www.gob.cl/cuenta-publica/2015/sectorial/2015_sectorial_ministerio-agricultura.pdf.
- Ministerio de Energía (2015), *Energy 2050: Chile’s Energy Policy*, Santiago. <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/08/Energy-2050-Chile-s-Energy-Policy.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas (2016a), Dirección de Obras Hidráulicas, <http://www.doh.gov.cl/AcercadelaDireccion/Paginas/default.aspx> (último acceso a 17 noviembre 2016)
- Ministerio de Obras Públicas (2016b), “Análisis de Requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica”,
- Ministerio de Obras Públicas (2016c), Official statistics provided in the *OECD Questionnaire Data Request on Water in Chile* for this report: “*Review of the Gaps, Standards and Governance of Public Infrastructure in Chile*”.
- Ministerio de Obras Públicas (n.d.a), “Objetivos del Programa de Agua Potable Rural”. <http://www.doh.gov.cl/APR/AcercadeAPR/Documents/ObjetivosDelProgramaDeAguaPotableRural.pdf>.
- Ministerio de Obras Públicas (n.d.b), “Desafíos para la próxima década”. <http://www.doh.gov.cl/APR/AcercadeAPR/Documents/Desafiosparalaproximadecada.pdf>.
- Ministerio de Obras Públicas (2014), “Hacia un país con desarrollo equilibrado: Infraestructura y Agua”. http://www.dirplan.cl/centrodedocumentacion/documentosgenerales/Documents/libro/Hacia_un_pais_con_desarrollo_equilibrado.pdf.
- Ministerio de Obras Públicas (2003), “El Riego en Chile”, Santiago. http://www.doh.gov.cl/publicacionesyestudios/Documents/historia_del_riego_en_chile.pdf
- O’Brien, R. and A. Esposito (2015), “Chile’s Bachelet says to cost \$1.5 bln to repair flood damages”, Reuters. www.reuters.com/article/2015/04/08/chile-weather-bachelet-idUSCON0UE00A20150408 (último acceso a 30 agosto 2015).
- OCDE (2017), *Water Risk Hotspots for Agriculture*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264279551-en>.
- OCDE (2016), *Water Governance in Cities*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251090-en>.
- OCDE (2016a), *OECD Regional Statistics* (database) Demography and Population, OECD Publishing, Paris. <https://stats.oecd.org/> (último acceso a septiembre 2016).
- OCDE (2015), *Total renewable freshwater resources per capita, long-term annual average values*, in *Environment at a Glance 2015*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264235199-graph23-en>

- OCDE (2015a), *Water and Cities: Ensuring Sustainable Futures*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230149-en>.
- OCDE (2015b), *Water: Freshwater abstractions*, OECD Environment Statistics (database). https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=WATER_RESOURCES
- OCDE (2015c), *OECD Water Governance Principles*, disponible en: <https://www.oecd.org/gov/regional-policy/OECD-Principles-on-Water-Governance-brochure.pdf>.
- OCDE (2015d), *Water Resources Governance in Brazil*. OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238121-en>.
- OCDE (2015e), *Access to sewerage and type of treatment*, OECD Environment Statistics (database). <http://stats.oecd.org/>
- OCDE (2014), *OECD Rural Policy Reviews: Chile 2014*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264222892-en>
- OCDE (2014a), *Historical population data and projections statistics* (database). <http://stats.oecd.org/>
- OCDE (2014b), *Water Governance in the Netherlands: Fit for the Future?*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264102637-en>
- OCDE (2013), *OECD Urban Policy Reviews, Chile 2013*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264191808-en>.
- OCDE (2013a), *OECD Territorial Reviews: Antofagasta, Chile 2013*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264203914-en>.
- OCDE (2013b), *Water Security for Better Lives*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202405-en>.
- OCDE (2013c), *New Modes of Water Supply and Sanitation Management and Emerging Business Models*, OECD, Paris. www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/EPOC/WPBWE/RD%282013%297&docLanguage=En
- OCDE (2012), *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-level Approach*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264174542-en>.
- OCDE (2012a), *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- OCDE (2012b), *Population in cities, Regions and Cities, Metropolitan Areas* (Database). <http://stats.oecd.org/>
- OCDE (2011), *Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach*. OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264119284-en>.
- OCDE (2009), *OECD Territorial Reviews: Chile 2009*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264060791-en>.



From:
**Gaps and Governance Standards of Public
Infrastructure in Chile**
Infrastructure Governance Review

Access the complete publication at:
<https://doi.org/10.1787/9789264278875-en>

Please cite this chapter as:

OECD (2017), “La gobernanza de la infraestructura de agua en Chile”, in *Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264286948-7-es>

El presente trabajo se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE. Las opiniones expresadas y los argumentos utilizados en el mismo no reflejan necesariamente el punto de vista oficial de los países miembros de la OCDE.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

You can copy, download or print OECD content for your own use, and you can include excerpts from OECD publications, databases and multimedia products in your own documents, presentations, blogs, websites and teaching materials, provided that suitable acknowledgment of OECD as source and copyright owner is given. All requests for public or commercial use and translation rights should be submitted to rights@oecd.org. Requests for permission to photocopy portions of this material for public or commercial use shall be addressed directly to the Copyright Clearance Center (CCC) at info@copyright.com or the Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) at contact@cfcopies.com.