



SERIE INFORME **ECONÓMICO**

Realidad del Agua en Chile:  
**¿Escasez o falta de infraestructura?**

Susana Jiménez S. / José Tomas Wainer I.

SERIE  
INFORME  
ECONÓMICO  
ISSN 0717 - 1536

Marzo 2017

263

## **SUSANA JIMÉNEZ**

es ingeniera comercial y magíster en Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Humanidades de la Universidad del Desarrollo. Actualmente es Subdirectora de Libertad y Desarrollo.

## **JOSÉ TOMAS WAINER I.**

es estudiante de Ingeniería Comercial de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

# CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	05
1. INTRODUCCIÓN	06
2. DISPONIBILIDAD Y USOS DE AGUA EN CHILE	07
3. EXPERIENCIA COMPARADA	09
4. NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE	11
5. PROPUESTAS DE GOBIERNO	12
6. PROYECTOS DEL SECTOR PRIVADO	16
7. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA	18
8. CONCLUSIONES	20
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

3.1	Israel .....	09
3.2	Perú .....	10



## *Resumen Ejecutivo*

**L**a escasez del recurso hídrico es relativa, pues no depende solo de la cantidad de agua de la que un país dispone *a priori*, sino también de la capacidad que desarrolle para acceder al agua de manera eficiente y a costos razonables. La hoja de ruta es bastante clara: incluye construcción de embalses, el desarrollo de obras de infiltración, tecnificación del riego y sistemas de conducción y distribución. Adicionalmente, resulta conveniente realizar una evaluación seria de proyectos de inversión de iniciativa privada que podrían cambiar drásticamente la distribución de aguas en Chile, aumentando los suelos regables y con ello la actividad agrícola. La clave es avanzar en modelos innovadores de cooperación público-privada que permitan rentabilizar la inversión de los desarrolladores y dar un salto significativo en la capacidad productiva del país.

# 1. INTRODUCCIÓN

**E**l agua es un recurso indispensable para todas las formas de vida, al igual que para el desarrollo de la actividad productiva. Si bien es un recurso abundante en nuestro planeta (tres cuartas partes están cubiertas de agua), solo una proporción menor (cerca del 1%) ha estado históricamente disponible para consumo humano.

El crecimiento de la población y la mayor intensidad de uso han ido elevando los requerimientos de agua a nivel global. La oferta, en tanto, presenta marcadas diferencias entre áreas geográficas, puesto que la disponibilidad de agua y las precipitaciones no se distribuyen equitativamente entre territorios. Lo anterior podría empeorar con los efectos del cambio climático, al profundizar la escasez de recursos hídricos en algunas zonas.

La realidad chilena no es ajena a este fenómeno mundial de creciente presión sobre los recursos hídricos, agudizada por un aumento de la demanda y una mayor limitación de la oferta. La preocupación por un escenario de mayor escasez de agua ha estado presente durante mucho tiempo en la discusión nacional, inquietud que ha llevado a anunciar medidas y estrategias diversas, unas más acertadas y otras menos.

Entre las últimas destacan iniciativas de cambios legales, como las propuestas en el Proyecto de Ley que Reforma el Código de Aguas que se tramita actualmente en el Congreso<sup>1</sup>. Esta introduce una serie de modificaciones que cambian la concepción de los derechos de aprovechamiento de agua, lo que no solo afecta el ejercicio del derecho de propiedad con el consecuente perjuicio para el desarrollo de la actividad productiva, sino que además no resuelve ni remotamente los problemas de escasez relativa que existen en el país.

La solución real a la escasez de agua tiene mucho más que ver con su uso eficiente y la generación de opciones alternativas de acceso al agua, lo que puede generar un cambio sustancial en la real disponibilidad del recurso hídrico. En efecto, el problema de escasez de agua muchas veces tiene más relación con la ineficiencia en el uso (falta de infraestructura) y la ausencia de una buena gestión, que con la disponibilidad del recurso. La capacidad de aumentar el acceso al agua, y de adaptarse a condiciones más adversas, significa ampliar la cantidad de recursos al que tradicionalmente se ha tenido acceso. Si bien esto seguirá ligado a la capacidad económica y financiera del país, también dice relación con la voluntad política de tomar acciones e impulsar las medidas necesarias.

Promover el despliegue de infraestructura permitiría mejorar sustancialmente la capacidad de acceso y aprovechamiento del agua, generando un círculo virtuoso de crecimiento económico y social para el país. La política pública, por tanto, debe apuntar decididamente en esa dirección.

<sup>1</sup> Proyecto de ley originado en 2011 en Moción Parlamentaria y que fue objeto de una indicación sustitutiva de la Presidenta de la República en octubre de 2014.

## 2. DISPONIBILIDAD Y USOS DE AGUA EN CHILE

De acuerdo a la Dirección General de Aguas, en 2016 Chile cuenta con los siguientes recursos hidrográficos:

- 101 cuencas hidrográficas.
- 1.251 ríos.
- 24.114 glaciares (23.641 km<sup>2</sup>).
- 137 acuíferos.
- 375 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común<sup>2</sup> (SHAC).
- 12.784 lagos y lagunas (11.048 km<sup>2</sup>).
- Precipitación media ponderada de 1.525 mm/año.
- Escorrentía<sup>3</sup> promedio total de 29.245 m<sup>3</sup>/seg (1.210 mm/año).

En promedio, Chile ocupa una posición aventajada respecto al mundo en recursos hídricos. Su escorrentía total media o cantidad de recursos hídricos internos renovables per cápita es de 51.218 m<sup>3</sup>/persona/año (DGA, 2016), ampliamente superior a la media mundial de 5.925 m<sup>3</sup>/persona/año<sup>4</sup> (Banco Mundial, 2016).

Sin embargo, existe una gran variación en la disponibilidad de recursos hídricos a lo largo de sus diferentes regiones debido a su extensa amplitud longitudinal y variabilidad en ocurrencia de precipitaciones. Desde la Región Metropolitana hacia el norte, la media de disponibilidad de agua está por debajo de los 800 m<sup>3</sup>/persona/año, mientras que desde la Región Metropolitana hacia el sur se tiene una media sobre los 10.000 m<sup>3</sup>/persona/año. El criterio aceptado internacionalmente es que si la disponibilidad de aguas es menor a 1.700 m<sup>3</sup>/persona/año los países pueden tener problemas de abastecimiento de agua periódico o regular; si se encuentran bajo los 1.000 m<sup>3</sup> la escasez de agua tiene efectos negativos sobre el desarrollo económico y la salud de sus habitantes (presión hídrica media); y bajo los 500 m<sup>3</sup> el agua se considera un bien extremadamente escaso (presión hídrica severa) (UN-Water2009,WBCSD 2005).

Gráfico 1  
**ESCORRENTÍA Y ESCORRENTÍA PER CÁPITA A NIVEL NACIONAL DISTRIBUIDOS POR REGIONES**

Fuente: DGA, 2016.

Macrozona	Región	Escorrentía	[m <sup>3</sup> /s]	[%]	Escorrentía per cápita (2015) [m <sup>3</sup> /persona/año]
Norte	XV		5,5	0,019	725
	I		6,4	0,022	599
	II		0,9	0,003	47
	III		1,9	0,006	190
	IV		22,2	0,08	908
Centro	V		41	0,14	703
	RM		103	0,35	444
	VI		205	0,7	7.037
Sur	VII		767	2,62	23.191
	VIII		1.638	5,6	24.432
	IX		1.041	3,56	33.167
	XIV		1.046	3,58	81.563
Austral	X		4.109	14,05	154.058
	XI		10.134	34,65	2.950.168
	XII		10.124	34,62	1.938.956
Total			29.245		51.218

<sup>2</sup> Se entiende por SHAC a un acuífero o parte de un acuífero, cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos de su evaluación hidrogeológica o gestión de forma independiente.

<sup>3</sup> Escorrentía media anual: "estimación de todas las aguas que en forma efectiva, escurrirían superficialmente en una cuenca producto de las precipitaciones u otro aporte como media anual de largo plazo" (Atlas del Agua de la DGA).

<sup>4</sup> Cifra para 2014.

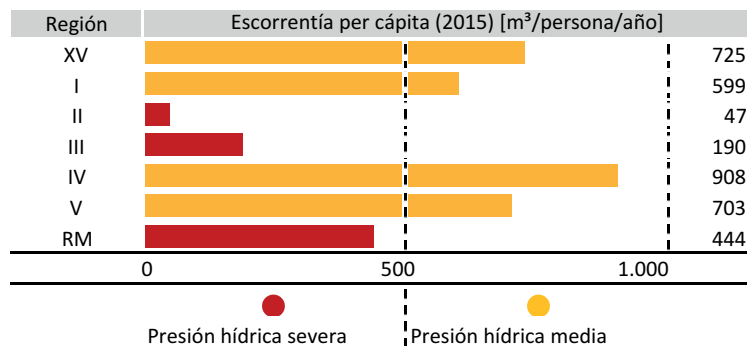


Gráfico 2  
**ESCORRENTÍA PER CÁPITA Y PRESIÓN HÍDRICA ENTRE LAS REGIONES XV Y RM**  
Fuente: DGA, 2016.

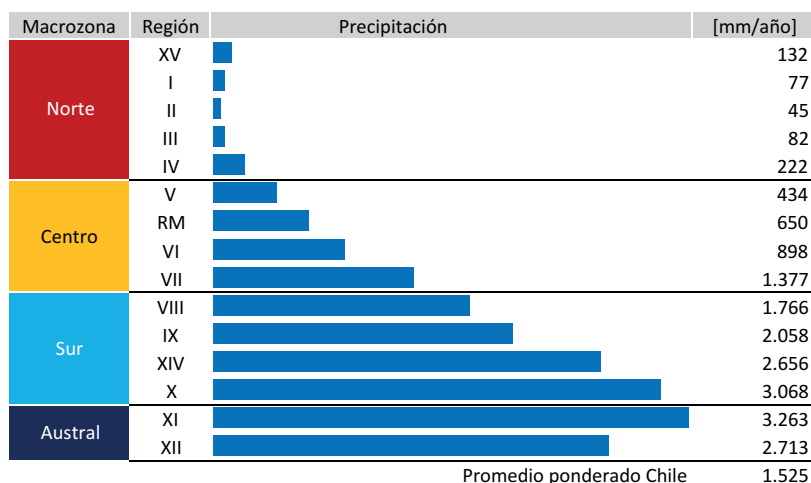


Gráfico 3  
**PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL A NIVEL NACIONAL DISTRIBUIDA POR REGIONES**  
Fuente: DGA, 2016.

En relación a los usos del agua, el consumo varía bastante entre los distintos rubros, estando el 80% de los derechos de agua en manos del sector agropecuario-forestal. Cabe destacar que no existe concentración en la tenencia de Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA), puesto que en dicho sector, el 80% son pequeños y medianos agricultores. El resto de los usos consuntivos del agua se divide entre el sector sanitario (8%), industrial (7%) y minero (3%). El sector hidroeléctrico posee derechos no consuntivos, es decir, no les permite el consumo de agua, estando obligados a retornar los caudales al río<sup>5</sup>.

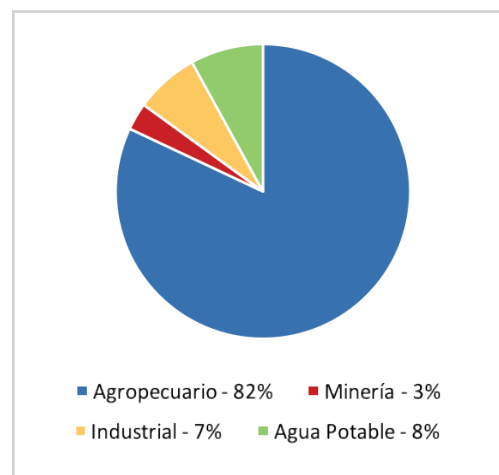


Gráfico 4  
**USOS CONSUNTIVOS DEL AGUA (2015)**  
Fuente: DGA, 2016.

De los antecedentes aportados, resulta evidente que Chile no tiene un problema de disponibilidad de agua total, pero ciertamente sí lo tiene en términos de su distribución a lo largo del territorio nacional. En particular, se suele señalar que cerca del 80% del agua se vierte en el mar, lo que no es del todo acucioso, puesto que no considera el uso estacional de ciertos DAA otorgados, pero sí da cuenta de una muy probable subutilización de los recursos existentes. La pregunta que cabe entonces es si existen posibilidades de aprovechar mejor el recurso hídrico en sus distintos destinos, promoviendo iniciativas públicas o privadas que permitan aumentar la eficiencia en su uso y redistribuir de mejor manera el recurso disponible.

<sup>5</sup> Un Derecho de Aprovechamiento de Agua (DAA) consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad. Un DAA no consuntivo es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho.



## 3. EXPERIENCIA COMPARADA

Es interesante constatar cómo otros países han resuelto su escasez relativa de agua con el desarrollo de infraestructura adecuada. Un caso emblemático es el de Singapur, que ilustra muy claramente que la escasez de agua es una condición relativa y superable, que guarda relación básicamente con la capacidad económica. Este país, conformado por varias islas, no cuenta con agua dulce, pero ha logrado satisfacer sus necesidades por la vía de construir acueductos para importar agua desde Malasia, embalses que le permiten aprovechar el agua acumulada de las precipitaciones y el desarrollo de plantas de desalinización de agua de mar. Esta inversión en infraestructura ha evitado que su supuesta debilidad o carencia de agua se traduzca en un impedimento al desarrollo y progreso del país.

También hay otros casos interesantes de analizar para constatar la importancia de la inversión pública y privada para dar una solución real a la escasez de recursos hídricos, ya sea por la limitación de oferta o los mayores requerimientos de demanda. Los casos de Israel y Perú ilustran, respectivamente, muy bien ambas situaciones.

### 3.1 Israel

Pese a que Israel está compuesto en un 93% por tierras secas y sufre de una permanente escasez de agua, ha logrado aumentar en un 1600% el valor producido por su agricultura local durante los últimos 65 años. Para esto, se ha basado principalmente en dos ejes: una aplicación extensiva del riego por goteo y un compromiso con el desarrollo de fuentes hídricas alternativas (Tal, 2016). Se estima que la disponibilidad natural de agua per cápita israelí está entre 150 y 190 m<sup>3</sup>, muy por debajo del nivel de presión hídrica severa (500 m<sup>3</sup>). Utilizando fuentes no convencionales han podido aumentar esta cantidad a 260-310 m<sup>3</sup> por habitante (Katz, 2016).

La estrategia hídrica de Israel se basa principalmente en 4 iniciativas que captan gran parte de las inversiones en recursos hídricos para manejar su disponibilidad de agua (Tal, 2006):

- i) **Administración y transporte de aguas del Mar de Galilea:** a partir de 1964, Israel comenzó a transportar agua desde su norte más húmedo, principalmente desde el Mar de Galilea, hacia el resto del país, permitiendo significativamente su desarrollo en agricultura. El agua se distribuye a través del Acueducto Nacional de Israel, que atraviesa gran parte del país.
- ii) **Suministro de agua mediante una red de embalses:** desde 1980 se empezó a establecer una red de más de 230 embalses ubicados principalmente en las zonas más áridas de Israel, siendo alimentados principalmente por escorrentía, agua de inundaciones y aguas residuales tratadas. Estos proveen anualmente alrededor de 300 millones de m<sup>3</sup>, suministrando alrededor del 70% del agua utilizada en agricultura (KKL-JNF, 2015). Las aguas superficiales, incluyendo al Mar de Galilea, representan alrededor de un 30% de la oferta de agua total, mientras que casi toda el agua restante proviene de aguas subterráneas (Katz, 2016).
- iii) **Tratamiento y reciclaje de aguas residuales para irrigación:** durante 2015 se recicló alrededor del 86% de las aguas residuales. Cerca de la mitad del agua utilizada en riegos proviene de aguas recicladas, la cual ha permitido cultivar cerca de 130.000 hectáreas de tierras agrícolas (Tal, 2016).
- iv) **Desalación de agua de mar y agua salobre subterránea:** adelantos tecnológicos y una importante reducción en costos permitieron a partir de 2002 iniciar un plan de construcción de plantas desaladoras, inaugurándose la primera en 2005. Estas se utilizan tanto para tratar agua de mar, como agua salobre subterránea. El uso de plantas desaladoras ha tenido un importante impacto sobre el sistema hídrico de Israel al reducir los niveles generales de salinidad del sistema municipal. Además, ha significado un avance respecto al daño que provoca en suelos y cultivos el uso extendido de agua salada en irrigación, tomando en cuenta que desde la introducción del riego por goteo el uso de agua fresca disminuyó en un 60%. Sin embargo, esta todavía no

es una alternativa lo suficientemente eficiente para el riego, ya que el alto costo relativo a otras fuentes no permitiría a agricultores competir en mercados mundiales para la mayoría de sus cultivos (Tal, 2016). Actualmente, la desalinización representa alrededor del 30% de la oferta total de agua israelí (Raveh y Ben-

Gal, 2016), convirtiéndose en los últimos 10 años en la principal fuente de agua fresca de Israel, superando al Mar de Galilea o cualquier otro acuífero. A la fecha hay 5 grandes plantas desalinizadoras en funcionamiento (Katz, 2016).

## 3.2 Perú

El departamento de Lambayeque es una región pequeña ubicada en el noroeste de Perú. Debido a los numerosos valles fluviales que posee, en los últimos años se han gestionado varios proyectos que buscan aprovechar sus características geográficas. Entre estos destaca el Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Olmos. El valle de Olmos tiene condiciones ideales para la producción agrícola, pero no había podido ser aprovechado debido a su escasez de agua. Desde 1924 existían planes para trasvasar aguas del río Huancabamba desde la vertiente del Atlántico hacia la vertiente del Pacífico a través de la cordillera. Finalmente, se inició este proyecto al ser adjudicada la concesión para la construcción de una presa y un túnel trasandino que utilizan aguas de dicho río.

El proyecto Olmos es una iniciativa concesionada que consta de 3 grandes partes<sup>6</sup>:

1. Construcción de presa Limón, que regula un caudal trasvasado desde el río Huancabamba, y un túnel trasandino de 20 km conectado a esta presa. Permite suministrar a Olmos 406 millones de m<sup>3</sup> de agua para riego.
2. Construcción de 2 centrales hidroeléctricas que aprovechen el suministro generado por la presa Limón y el túnel trasandino.
3. Creación de una red de irrigación en el valle de Olmos que utiliza las aguas trasvasadas. Este proyecto permitiría incorporar 38.000 hectáreas para desarrollo agrícola, además de brindar apoyo a otras 5.500

hectáreas ubicadas en el Valle Viejo de Olmos. Adicionalmente, se determinó que las 38.000 hectáreas incorporadas serían vendidas mediante una subasta pública y que el producto de la subasta se dividiría entre el gobierno de Lambayeque y la concesionaria, siendo este último utilizado para financiar sus obras mayores de irrigación. A diciembre de 2016 se han incorporado 15 mil hectáreas a la agricultura peruana, generando 5 mil puestos de trabajo<sup>7</sup>.

Las experiencias descritas revelan la importancia que adquiere el desarrollo de infraestructura para aumentar la disponibilidad de agua. Limitaciones naturales de oferta o requerimientos mayores de demanda no necesariamente constituyen un impedimento al desarrollo de las economías, en la medida que se ejecutan las obras necesarias para acceder a nuevas fuentes de recursos hídricos o para permitir un mejor aprovechamiento del agua existente.

<sup>6</sup> Cada uno de estos componentes fue concesionado a distintas firmas, siendo desarrolladas por Concesionaria Trasvase Olmos, Sindicato Energético S.A. (Sinersa) y H2Olmos, respectivamente. Tanto Concesionario Trasvase Olmos como H2Olmos eran filiales del conglomerado brasileño Odebrecht. En noviembre de 2016, Odebrecht vendió sus dos concesiones a las firmas Brookfield Infraestructura y Suez. Recientemente, las inversiones de Odebrecht en Perú han sido cuestionadas debido a la investigación por corrupción entre la firma brasileña y el gobierno de Perú. Sin embargo, independiente de la estructura de propiedad, el Proyecto Olmos ha demostrado hasta ahora ser exitoso en su propósito de expandir la agricultura peruana.

<sup>7</sup> Gobierno Regional de Lambayeque (2016). "Más de 15 mil hectáreas sembradas con cultivos de agroexportación y agroindustriales". Nota de Prensa.

## 4. NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

La dispar distribución de los recursos hídricos a lo largo del país da cuenta de una situación igualmente heterogénea en términos de disponibilidad de agua a lo largo del territorio. Es en este contexto que levantar infraestructura se vuelve importante, a fin de mejorar la distribución y acceso al recurso hídrico a lo largo de todo el territorio nacional.

De acuerdo al estudio "Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Bases para un Chile Sostenible 2016-2025", de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), existen importantes déficits de infraestructura en el país. Para proyectar estos requerimientos al año 2025, utiliza una serie de indicadores de referencia que le permiten determinar posibles escenarios futuros. Así, el informe plantea que para 2025 habrá un requerimiento en capacidad de almacenamiento de 1.270 millones de m<sup>3</sup>, que corresponde a un 17% de la capacidad actual. Para alcanzar esta cifra calcula una inversión total de US\$ 1.840 millones. Con este aumento en la capacidad de regulación se alcanzarían los

indicadores V/Q<sup>8</sup> propuestos por la CChC, de 90%, 10% y 6% para las macrozonas XV-IV, V-RM Y VI-IX, respectivamente.

Además de esto, señala la necesidad de invertir US\$ 1.000 millones para modernizar los sistemas de canales de 250.000 hectáreas, puesto que estas inversiones podrían aumentar las superficies regadas con seguridad de riego de 85%<sup>9</sup> en 210.000 hectáreas, equivalentes a 20% de las actuales.

El estudio revela también otras necesidades de infraestructura asociadas al sector sanitario urbano, destacando la propuesta de invertir US\$ 320.000 millones en plantas desalinizadoras para abastecer ciudades entre la XV y IV región que presentan problemas de disponibilidad.

Los desafíos en materia de infraestructura son, por tanto, significativos, lo cual incide directamente en la capacidad productiva del país.

Tabla 1  
**OBJETIVOS Y REQUERIMIENTOS DE REGULACIÓN PROPUESTOS EN VISIÓN 2025**

Fuente: CChC, 2016.

Macrozonas	Superficie con seguridad de riego 85% (hectáreas)			Capacidad de regulación actual Volumen (hm <sup>3</sup> )	Requerimientos de regulación			
	Actual	Incremento Superficie 2015	Total 2015		Visión 2025		Máximo potencial	
					V/Q (%)	Incremento Volumen (hm <sup>3</sup> )	V/Q (%)	Incremento Volumen (hm <sup>3</sup> )
XV - IV	80.000	30.000	110.000	1.611	90	160	100	350
V - RM	220.000	30.000	250.000	374	10	260	20	900
VI - IX	730.000	150.000	880.000	5.339	6	1710*	9	5.240**
<b>Total</b>	<b>1.030.000</b>	<b>210.000</b>	<b>1.240.000</b>	<b>7.324</b>	-	<b>2.130</b>	-	

(\*) y (\*\*): Estos requerimientos se reducen posteriormente a 850 hm<sup>3</sup> respectivamente, al descontar la regulación adicional que aporta la explotación del agua subterránea.

<sup>8</sup> Indicador de capacidad de regulación de la escorrentía. Es la razón entre la capacidad de almacenamiento disponible en embalses y el volumen anual de escurrimiento natural.

<sup>9</sup> Esto significa que se puede regar toda su superficie, en promedio, en 85 de cada 100 años. (Reos R., O., 1979).

## 5. PROPUESTAS DE GOBIERNO

Las autoridades conocen las necesidades de infraestructura del país, lo que ha llevado sucesivamente a proponer inversiones para el mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

En particular, el año 2012 el gobierno de Sebastián Piñera propuso una “Estrategia Nacional para Recursos Hídricos 2012-2025”. Esta fijó 5 ejes que buscaron enmarcar las acciones del Ministerio de Obras Públicas y de la Dirección General de Aguas. Uno de estos ejes contenía propuestas para enfrentar la escasez, lo que incluía la construcción de embalses, el fomento a la infiltración artificial de acuíferos y la exploración de alternativas no tradicionales como la desalación y la construcción de ductos submarinos o terrestres.

- i) **Embalses:** se estimó que Chile tiene una capacidad de embalsamiento, contando embalses tanto de riego como de generación hidroeléctrica, de aproximadamente 15.000 millones de m<sup>3</sup>. Se proponía ampliar durante la próxima década la capacidad de regulación de agua para riego en un 30% mediante la construcción de embalses entre Arica y Parinacota y La Araucanía. Esto aumentaría la seguridad de riego en alrededor de 200.000 hectáreas. Además, se propuso fomentar la inversión privada en estos proyectos mediante una modificación a la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras Menores de Riego y Drenaje (Ley 18.450<sup>10</sup>).
- ii) **Infiltración artificial de acuíferos:** se comprometió dictar un reglamento que determinará los requerimientos y procedimientos para realizar estas obras. Además, la Dirección General de Aguas (DGA), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Comisión Nacional de Riego (CNR) realizarían estudios para determinar las zonas donde sería posible realizar infiltraciones.
- iii) **Desalación:** se propuso utilizar agua desalada en aquellas regiones en las que no hubiera suficiente agua

proveniente de fuentes convencionales. Además se comprometió revisar los procedimientos con el objetivo de reducir los tiempos de tramitación para desarrollar plantas desaladoras.

- iv) **Otras fuentes de agua no convencionales:** se propuso estudiar y evaluar fuentes no convencionales como la construcción de ductos terrestres o submarinos para transportar agua y el bombardeo de nubes, entre otros.

Posteriormente, en el mensaje presidencial del 21 de Mayo de 2013, el gobierno entregó más detalles respecto a sus propuestas en infraestructura. Se planteó construir 16 nuevos embalses para aumentar en un 30% la capacidad de almacenamiento de agua. En éste y en el Balance de Gestión de la DOH del 2012 y del 2013, se identificaron algunos de los proyectos de embalses considerados. Adicionalmente, la Memoria 2013 de la Comisión Nacional de Riego especificó que sería prioritario construir los grandes embalses Chacrillas, Valle Hermoso, Chironta y Punilla.

<sup>10</sup> Modificación publicada el 21/11/2013.

Tabla 2

## ALGUNOS DE LOS EMBALSES PRIORIZADOS O CONSIDERADOS DURANTE EL GOBIERNO DE S. PIÑERA

Fuente: Mensaje Presidencial 2013, DOH, MOP, El Mercurio, Intendencia Coquimbo, CNR.

Embalse	Región	Descripción	Estado actual
El Bato	IV	Construcción canales matrices	Inaugurado en 2012
Ancoa	VII	Nuevo embalse	Inaugurado en 2013
Convento Viejo	VI	Reanudación de ampliación	En construcción desde 2013
Chacrillas	V	Nuevo embalse	Inaugurado en 2015
Valle Hermoso	IV	Nuevo embalse	En construcción desde 2015
La Punilla	VIII	Nuevo embalse	Licitación adjudicada
Chironta	XV	Nuevo embalse	En proceso de licitación
Livilcar	XV	Nuevo embalse	Inicio estimado para 2017
La Tranca	IV	Nuevo embalse	Inicio estimado para 2018
Los Aromos	V	Ampliación	Inicio estimado para 2017

El gobierno de Michelle Bachelet también publicó en el año 2015 su "Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015". En ella establece 4 ejes a seguir, los que incluyeron un cambio regulatorio para los recursos hídricos que ha dado origen a la indicación sustitutiva presentada por el Ejecutivo y que ha sido ampliamente debatida (y criticada). Sin embargo, dedicó también uno de sus ejes a medidas para enfrentar el déficit hídrico, lo que incluyó propuestas para:

- i) **Aumentar la oferta y disponibilidad de los recursos hídricos:** establece que se priorizará construir 15 pequeños embalses con una capacidad entre 50.000 m<sup>3</sup> y 5.000.000 m<sup>3</sup> (con una inversión total de \$ 75.696 millones) y 3 grandes embalses en las regiones de Coquimbo, Arica y Parinacota y Biobío. Además, se propuso invertir en la reparación y recuperación de obras de acumulación y distribución de agua, en sistemas de abastecimiento de agua para cualquier uso y subsidiar el uso de tecnologías más eficientes, entre otros.
- ii) **Impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la disponibilidad y ahorro de los recursos hídricos:** se señaló que se fomentaría la utilización de sistemas de captación de aguas lluvia en zonas rurales, la implementación de un plan de recarga artificial de acuíferos, la construcción de plantas desaladoras y que se estudiaría la implementación de proyectos alternativos, como la construcción de carreteras hídricas.

Tabla 3

## PROGRAMA DE OBRAS ANUNCIADO DURANTE EL GOBIERNO DE M. BACHELET

Fuente: Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015.

Programa Grandes Embalses (Período de Inversión 2015 - 2021)	MM\$
Valle Hermoso, IV Región	41.916
Punilla, VIII Región (Gasto Fiscal en concesión)	(*)
Chironta, XV Región	64.876
Puntilla del Viento, V Región	241.980
Las Palmas, V Región	77.016
Livilcar, XV Región	61.074
Los Ángeles, V Región	90.312
Catemu, V Región	159.933
Pequeños Embalses	MM\$
15 pequeños embalses	75.696
Iniciativas Complementarias	MM\$
Regadío La Ligua y otros	2.156
Entubamiento Canal Azapa	23.483
Sistemas de captación de aguas lluvias	16.500
11 Plantas desaladoras	78.100
Fortalecimiento institucional, programa de capacitación y difusión	12.100
Programa de recarga de acuíferos	2.750
Recuperación de sistemas APR	23.100
Revestimiento y recuperación de obras	8.800
Programa de difusión educacional y ciudadano	550
Capacitación y fortalecimiento de organizaciones	3.300
Total MM\$	983.642
Total MMUS \$ (1US = 650)	1513

(\*): Embalse con gasto fiscal en concesión.

En cuanto al Plan de Pequeños Embalses, la DOH detalló que el plan contemplaría 25 embalses, de los cuales 15 serían nuevos y 10 serían rehabilitaciones de embalses ya existentes que se encuentren en mal estado u operación deficiente. Esto beneficiaría a alrededor de 17.000 hectáreas y 45.000 personas e incrementaría la capacidad de embalsamiento en 60 millones de m<sup>3</sup>. Entre los que se encuentran más avanzados, estarían los embalses Empedrado, Tabunco y Gualleco.

En materia de recargas artificiales, la DOH indicó que se proyectaba realizar recargas a los acuíferos del valle del Aconcagua a través de piscinas de infiltración. Respecto del plan de inversión para plantas desaladoras, se detallaron los planes de inversión en Limarí, Choapa, Petorca-La Ligua, Arica y Copiapó, por un monto total estimado de US\$ 265 millones.

Posteriormente, en junio de 2015, la DOH presentó un plan de 20 grandes embalses, de los cuales 8 tendrían prioridad. Estas 8 obras añadirían 937 millones de m<sup>3</sup> en capacidad

de embalsamiento y supondrían en total una inversión de \$ 872.479 millones. El conjunto total de los 20 embalses sumarían 1.732 millones de m<sup>3</sup> en embalsamiento mediante una inversión de \$ 1.850.800 millones.

Lo que se puede concluir de los planes y programas antes señalados es que ha existido un diagnóstico compartido en materia de déficit de infraestructura y similitudes importantes en las propuestas de inversión. Sin embargo, los avances han sido más bien modestos, siendo evidente que las metas autoimpuestas han quedado sucesivamente postergadas, lo que redundará en progresos menores a los esperados.

A la fecha, solo Chacillas ya fue inaugurado y Valle Hermoso se encuentra en construcción, mientras que Chironta y Punilla se encuentran próximos a iniciar obras.

Tabla 4  
**EMBALSES PRIORIZADOS POR  
 LA DOH (JUNIO 2015)**

Fuente: DOH, 2015.

Embalse	Región	Volumen [hm <sup>3</sup> ]	Inversión MM UF*	Inversión \$MM
Valle Hermoso	IV	20	1,746	43.016
La Punilla	VIII	625	12,799	315.239
Ampliación Aromos	V	30	1,174	28.916
Chironta	XV	17	2,708	66.689
Aconcagua	V	100	8,12	200.000
Las Palmas	V	55	3,209	79.038
Zapallar	VIII	80	3,122	76.903
Livilcar	XV	10	2,545	62.678
<b>Total</b>		<b>937</b>	<b>35,423</b>	<b>872.479</b>

(\*): UF a enero de 2015.

Tabla 5  
**ESTADO DE AVANCE DE LOS PRINCIPALES  
 GRANDES EMBALSES COMPROMETIDOS**

Fuente: Biobío, DOH, MOP, El Mercurio,  
 Intendencia Coquimbo, Gobernación Ñuble.

Embalse	Región	Estado actual
Chironta	XV	En proceso de licitación
Valle Hermoso	IV	En construcción desde 2015
La Punilla	VIII	Licitación adjudicada
Livilcar	XV	Inicio estimado para 2017
La Tranca	IV	Inicio estimado para 2018
Ampliación Aromos	V	Inicio estimado para 2017
Las Palmas	V	Inicio estimado para 2017
Catemu	V	Licitación para 2017
Zapallar	VIII	Inicio estimado para 2018

## 6. PROYECTOS DEL SECTOR PRIVADO

**T**ambién desde el sector privado han surgido propuestas de proyectos de inversión que van más allá de los embalses. En efecto, hay varias iniciativas que hoy suman y otras que podrían contribuir a futuro a dar solución al problema de acceso y distribución del agua. En particular, el uso de plantas desalinizadoras ha aumentado considerablemente en los últimos años para enfrentar la escasez hídrica.

De acuerdo a la DGA, Chile cuenta actualmente con 20 plantas desaladoras operativas, de las cuales la mayoría son privadas. Más de la mitad (11) son utilizadas en minería, 8 en potabilización para consumo humano y 1 en uso industrial. Adicionalmente, hay 15 otras plantas de desalinización proyectadas, que se encuentran en distintas etapas de desarrollo.

Por otra parte, en los últimos años se han trabajado algunas alternativas de proyectos de recursos hídricos. Entre las iniciativas más relevantes, tanto por su innovación como por su envergadura, están los proyectos Aquatacama y Carretera Hídrica para Chile.

La carretera de agua Aquatacama es un proyecto desarrollado por la firma francesa Vía Marina<sup>11</sup>. Este proyecto consiste en tomar agua en la desembocadura de los ríos Rapel, Maule y Biobío, transportando esta agua mediante un ducto submarino paralelo a la costa. De esta forma se abastecerían distintos puntos a partir de Valparaíso y potencialmente hasta Arica. Esta agua podría ser destinada a cualquier tipo de uso; urbano, industria, minería y agricultura. De acuerdo a estimaciones propias de Vía Marina, Aquatacama sería un proyecto económicamente sustentable, siendo entre 3 y 4 veces más eficiente que el proceso de desalación en su consumo de energía. Además, la empresa estima que este proyecto sería capaz de integrar alrededor de 100.000 nuevas hectáreas a irrigación, crearía

más de 300.000 nuevos empleos en agricultura y podría aumentar el PIB regional en \$ 22.300 billones en las zonas beneficiadas.

Por su parte, Carretera Hídrica para Chile es una propuesta enfocada en la agricultura de la corporación Reguemos Chile que, al igual que Aquatacama, busca trasladar agua hacia el norte chileno<sup>12</sup>.

El proyecto consiste en 5 tramos no conectados que cubren distintas zonas de riego, liberando ríos de las zonas contiguas y avanzando hacia el norte. Los tramos serían 1: Biobío – O'Higgins, 2: Maule – RM, 3: O'Higgins – Embalse Corrales, 4: Embalse Corrales – Embalse Puclaro y 5: Embalse Puclaro – Huasco. Los tramos 3 y 5 permitirían regar aproximadamente 45.000 y 180.000 nuevas hectáreas, respectivamente. Reguemos Chile estima que el proyecto sería capaz de duplicar las exportaciones agrícolas y generaría alrededor de 1 millón de empleos. La inversión estimada alcanzaría un total de US\$ 20.030 millones.

Estos proyectos deberán ser evaluados en su mérito, pero sin duda, constituyen un abanico novedoso de opciones para aumentar la disponibilidad del agua y mejorar su redistribución a lo largo del país, lo que permitiría un mejor aprovechamiento del recurso. Pero, sobre todo, revela que la capacidad y el ingenio humano son capaces de transformar una debilidad de hoy (escasez) en una ventaja del mañana (mayor acceso y disponibilidad), siempre que existan los recursos y la voluntad para llevarlos a cabo.

<sup>11</sup> Vía Marina es una sociedad de ingeniería y construcción controlada mayoritariamente por el grupo industrial francés Vinci. Además, participan en esta las firmas francesas Entrepose Contracting, Doris Engineering y BBLM. Vía Marina desarrolló un sistema propio para transportar agua, Submariver.

<sup>12</sup> Reguemos Chile es una organización sin fines de lucro que busca impulsar el proyecto Carretera Hídrica para Chile. Fue fundada y es presidida por el empresario agrícola Juan Sutil.



Tabla 6

## PLANTAS DESALINIZADORAS CONSTRUIDAS Y PROYECTADAS EN CHILE

Fuente: DGA, 2016.

Región	Nombre	Capacidad Desalación [l/s]	Uso	Estado
XV	Planta Desaladora Arica	412	Agua Potable	En Operación
XV	Pampa Camarones	-	Cobre	En Operación
I	Bullmine	150	Yodo	Aprobado
I	Planta Desaladora Quebrada Blanca Fase 2	1.300	Cobre	Factibilidad
I	Comité Caleta Chanavayita	9,25	Agua Potable Rural	En Operación
I	Eloísa	200	Yodo	Aprobado
II	Planta Desaladora Tocopilla	200	Agua Potable	En Calificación
II	Planta Desaladora RT Sulfuros	1.630	Cobre	En Calificación
II	Mantos de La Luna	8,7	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora Michilla	75	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora Esperanza	50	Cobre	En Operación
II	Agua Desaladora Antucoya	20	Cobre	En Operación
II	Agua de Mar Encuentro	20	Cobre	En Construcción
II	Planta Desaladora Hornitos	4,3	Agua Potable	En Operación
II	Algorta	-	Yodo	Aprobado
II	Planta Desaladora Moly-Cop	4,3	Acero	Aprobado
II	Sierra Gorda	63	Cobre	En Operación
II	Planta Desaladora La Chimba	680	Agua Potable	En Operación
II	Planta Desaladora Sur Antofagasta	1.000	Agua Potable	Aprobado
II	Planta Desaladora Taltal	5	Agua Potable	En Operación
II	Planta Coloso	525	Cobre	En Operación
II	Ampliación Planta Coloso	2.500	Cobre	En Construcción
II	Agua de Mar Lomas Bayas	-	Cobre	Factibilidad
II	Paposo	1,4	Agua Potable Rural	En Operación
II	Spence	800	Minería	En Calificación
II	Las Cenizas Taltal - Las Luces	9,3	Cobre	En Operación
II	Planta de Osmosis Inversa	4,6	Industrial	En Operación
III	Diego de Almagro	-	Cobre	Factibilidad
III	Abastecimiento de Agua Desalada Manto Verde	120	Cobre	En Operación
III	Planta Desaladora Cerrono Negro Norte	600	Hierro	En Operación
III	Planta Desaladora Bahía Caldera	95,6	Agua Potable	En Calificación
III	Planta Desalinizadora Minera Candelaria	300	Cobre	En Operación
III	Planta Desalinizadora de Agua de Mar	1.200	Agua Potable	En Calificación
IV	Proyecto Dominga	450	Hierro	Factibilidad
IV	Comité de A.P.R. Chungungo	5,6	Agua Potable Rural	En Operación
XI	Islas Huichas	2,8	Agua Potable Rural	En Operación

## 7. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

La escasez hídrica no necesariamente constituye una situación permanente. Hay varios ejemplos de países que han logrado superar su condición deficitaria con decisión política y medidas concretas, dando cuenta que la escasez de agua no significa condenar a los países al subdesarrollo.

La solución a la escasez es, sin duda, multisectorial, no siendo posible abordarla desde una única mirada. Inciden en ello aspectos institucionales, de gestión y el desarrollo de infraestructura.

En materia institucional y de gestión, existen una serie de desafíos, la mayoría de los cuales han sido diagnosticados para Chile, pero aún siguen pendientes. Así, es bien sabido que se requiere fortalecer la Dirección General de Aguas (DGA) para cumplir sus funciones de forma más adecuada, como también fortalecer las organizaciones de usuarios (Juntas de Vigilancia) para mejorar la gestión privada. Se deben mejorar además los sistemas de información sobre disponibilidad y calidad de las aguas; perfeccionar la coordinación intra e inter sectorial; potenciar los mecanismos de resolución de conflictos; y perfeccionar los mercados del agua con mayor información y transparencia, por nombrar solo algunos.

Sin embargo, en este informe nos hemos querido concentrar en el aporte que significa el desarrollo de infraestructura para lidiar con la escasez de agua y, eventualmente, poder superarla. La experiencia internacional da cuenta no solo de cómo se pueden aprovechar mejor los recursos disponibles, sino también que se puede optimizar la distribución del agua a lo largo del territorio. Lo cierto es que el desarrollo de infraestructura constituye una inversión necesaria para impulsar la economía, considerando que el agua es un

insumo esencial para el consumo humano, pero también para el desarrollo de múltiples actividades productivas.

La inversión en infraestructura involucra distintas obras.

En primer lugar, se encuentra la inversión en capacidad de almacenamiento, en forma de embalses grandes, medianos y pequeños. Estos permiten el mejor aprovechamiento de las aguas a través de la acumulación y posterior uso, lo que aumenta la disponibilidad y seguridad del recurso, y además fortalecen la resiliencia del país ante una posible mayor volatilidad climática futura.

Los embalses pequeños normalmente no encuentran mayor dificultad para su desarrollo con financiamiento privado, a diferencia de los embalses medianos y grandes que tradicionalmente han requerido de recursos públicos o financiamiento compartido. Habida cuenta del diagnóstico común entre los sucesivos gobiernos de avanzar en la construcción de embalses, pero también de la dificultad que han encontrado para llevar a cabo dichas inversiones (producto de la falta de recursos y la competencia en las prioridades de uso), resulta clave avanzar en el diseño de nuevos proyectos que permitan allegar recursos privados para potenciar la inversión en infraestructura hídrica.

Experiencias como las descritas en Perú o incluso proyectos menores en Chile, como Pampa Concordia<sup>13</sup>, demuestran que existen oportunidades de cooperación público-privada que no solo pueden dar curso a la inversión requerida, sino que además abren oportunidades de desarrollo interesantes al extender los suelos regables y/o promover proyectos hidroeléctricos, mineros, etc.

<sup>13</sup> En 2012 el Ministerio de Bienes Nacionales llamó a licitación para la concesión durante 25 años en el uso oneroso de 1.050 hectáreas divididas en 4 lotes en la zona fronteriza Pampa Concordia, ubicada al norte de Arica. Finalmente, se otorgaron 3 lotes de 350, 100 y 500 hectáreas a la Agrupación de Pequeños Agricultores de Arica y Parinacota (APAAP), la Sociedad Valle Nuevo y la semillera internacional Pioneer, respectivamente. Para regar, el agua es trasladada desde un estanque de 11.300 m<sup>3</sup> alimentado por napas subterráneas, a través de una red de tuberías de 11 km de longitud.

Sin embargo, no solo se trata de construir embalses nuevos para el almacenamiento de agua, sino también de invertir en canales que permitan transportar el recurso, dándole un mejor aprovechamiento a los embalses existentes (traslado y relleno).

Otros requerimientos de infraestructura dicen relación con el desarrollo de canales de riego e inversiones destinadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua. Eso incluye recursos para impermeabilizar, monitorear y tecnificar el riego, entre otros. En Chile, las inversiones realizadas especialmente en el sector agrícola parecen aún insuficientes, debiendo estudiarse mejores incentivos para el aprovechamiento más eficiente del recurso hídrico en este rubro.

En el sector sanitario, la inversión privada ha permitido importantes avances; sin embargo, parece inevitable que el Estado continúe subsidiando en parte el desarrollo de este sector a fin de dar cobertura a zonas aisladas y sectores más vulnerables. Asimismo se deben profundizar fórmulas que permitan apoyar la inversión inicial, especialmente en áreas rurales, para luego traspasarlas para su gestión al sector privado.

Desde el punto de vista del uso eficiente del recurso, el Estado debe apoyar campañas de ahorro y establecer incentivos para el uso eficiente del agua. Eventualmente, deberá además permitir ampliar el área de acción de las empresas privadas, evitando obstaculizar el desarrollo de prestaciones de servicios relacionados. En particular, resulta razonable buscar una fórmula que permita compartir las utilidades, traspasando a tarifa final una parte de los márgenes adicionales, siempre que estos se mantengan en rangos aceptables. Con ello, se podría incentivar el desarrollo de servicios relacionados que no solo generan valor para la sociedad, sino además justifican inversiones que de otro modo no se rentabilizarían.

Lo anterior dice relación directa con el desarrollo de plantas de desalinización. Esto, por cuanto existen importantes economías de escala que hacen que estos proyectos solo puedan rentabilizarse en la medida que sean utilizables en distintas actividades. De este modo, en la medida que no existan trabas o limitaciones normativas excesivas a su uso multipropósito, es probable que surjan más iniciativas de inversión en este tipo de plantas.

La infiltración de acuíferos es otra área donde se requiere avanzar, puesto que existe muy poca experiencia en el uso de esta herramienta. En efecto, esta tecnología ha empezado a crecer recientemente a través de varios proyectos piloto, pero aún falta mucho para poder desarrollar su potencial en Chile. El año 2013 se publicó el Decreto Supremo N° 203, del Ministerio de Obras Públicas, que aprueba el reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas, cuyo Numeral 8 del Capítulo 2 se refiere explícitamente a la recarga artificial. Es de esperar que esta

técnica pueda ahora prosperar, eventualmente con algún impulso inicial, puesto que constituye una opción altamente atractiva para aumentar la capacidad de almacenamiento del país.

Finalmente, en materia de transporte hídrico, resulta alentador constatar que los proyectos privados presentados y descritos anteriormente han ido superando etapas en materia de estudios de factibilidad técnica y económica. No obstante, es evidente que obras de tal envergadura requieren de algún grado de involucramiento del Estado, sea en términos de agilización de permisos, tramitación ambiental o recursos focalizados a favor de los potenciales usuarios más vulnerables.

Tanto éstas como otras obras de menor tamaño pueden alentar el desarrollo productivo de zonas actualmente no aptas. Se trata, por tanto, de innovar no solo en el tipo de proyecto, sino también en el diseño, la participación y el financiamiento que permita dar curso a estas obras, las que llevan asociadas interesantes oportunidades de desarrollo productivo.

Dicho lo anterior, es condición necesaria para el desarrollo de obras de infraestructura que exista un marco jurídico apropiado. Es por ello que causa preocupación, tanto la Reforma Constitucional sobre el dominio público de las aguas, como el proyecto de ley que hoy se tramita en el Congreso y que modifica el Código de Aguas, dado el impacto que podría tener en la gestión y en la actividad productiva. Es el tipo de iniciativa que no resuelve ninguno de los problemas de escasez existentes y, en cambio, atenta contra la necesaria certeza jurídica que requiere el desarrollo de distintas actividades económicas y la inversión en obras. Precisamente, lo que no debe fallar es que el marco jurídico de garantías suficientes para que las inversiones realizadas sean apropiables y que los derechos de propiedad sean protegidos. Iniciativas tendientes a relativizar los derechos de aprovechamiento de agua, como ocurre con este proyecto de ley, no favorecen el desarrollo de inversiones como las que se han planteado.

## 8. CONCLUSIONES

La presión sobre los recursos hídricos irá en aumento en el mundo. Una mayor demanda vinculada al consumo humano y a la actividad productiva, combinada con mayores limitaciones de oferta asociadas a la variabilidad climática, podrían configurar un escenario de creciente escasez. Sin embargo, esta escasez es en realidad relativa, puesto que puede y ha sido superada por algunos con mejoras de gestión, una institucionalidad adecuada y, sobre todo, con mayor infraestructura.

Algunas experiencias internacionales son esclarecedoras. Singapur e Israel, por ejemplo, cuyos recursos hídricos (escorrentía total media) son 500 veces menores a los de Chile, han logrado satisfacer sus necesidades con inversiones en obras –acueductos, embalses, desalinización y plantas de tratamiento y reciclaje de aguas residuales– que han ampliado la cantidad de recursos a los que tradicionalmente han tenido acceso. Es así como han evitado que el hándicap por la carencia de agua se traduzca en un impedimento al progreso.

Lo anterior tiene mucho que ver con la capacidad económica y financiera de los países, pero también con la voluntad política de tomar acciones e impulsar la inversión en infraestructura. En Chile, el gobierno ha reconocido la necesidad de avanzar, entre otros, en la construcción de embalses de distinto tamaño; sin embargo, razones políticas y burocráticas han impedido dar continuidad y celeridad a las estrategias diseñadas con anterioridad. A ello se suma un problema común, cual es la competencia por recursos públicos entre proyectos con rentabilidad social positiva, pero que usualmente terminan destinados a otras necesidades.

El país requiere de una mirada prospectiva y de políticas innovadoras que permitan liberar recursos públicos y atraer capital privado a la inversión en infraestructura hídrica. El Estado tiene un rol ineludible a la hora de levantar proyectos, diseñar modelos de cooperación público-privada y apoyar

a los sectores más vulnerables para que no sean privados del acceso al recurso. Modelos innovadores como los que ha seguido Perú, donde el sector privado ha desarrollado obras de conducción y almacenamiento de agua a cambio de terrenos fiscales que adquieren factibilidad de riesgo, son algunas de las propuestas a evaluar.

En síntesis, no se trata solo de avanzar en embalses largamente comprometidos e incomprensiblemente postergados, sino de evaluar propuestas novedosas que permitan, entre otros, transportar el recurso desde donde abunda hacia donde escasea (carreteras hídricas), eliminar barreras normativas que desincentivan el desarrollo de obras multipropósito (desaladoras) y alentar nuevas formas de almacenamiento (infiltración de acuíferos), que permitan vencer las restricciones existentes. Hacia allá debe avanzar la política pública, no así en modificaciones legales o constitucionales como las que hoy se tramitan en el Congreso. La concreción de obras de infraestructura no necesita nuevas leyes; menos aún de cambios que afecten la certeza jurídica que se requiere para comprometer dichas inversiones.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Banco Mundial (2016).** "World Development Indicators". The World Bank, Washington, DC.
- **Biobío Chile (2016).** "Ministro Undurraga confirma licitación para construcción del Embalse Cerrillos en Catemu".
- **Cámara Chilena de la Construcción (2016).** "Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Bases para un Chile Sostenible 2016-2025".
- **Centro de Análisis de Políticas Públicas CAPP (2012).** "Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2012". Universidad de Chile.
- **Comisión Nacional de Riego (2013).** "Memoria Anual CNR". Ministerio de Agricultura.
- **Coordinación de Concesiones de Obras Públicas (2016).** "Concesión de la obra pública embalse La Punilla. Mes de diciembre 2016". Ministerio de Obras Públicas.
- **Coordinación de Concesiones de Obras Públicas (2016).** "División de construcción de obras concesionadas. Embalse Convento Viejo II Etapa, VI Región Fase 3: Red de Riego". Ministerio de Obras Públicas.
- **Dirección de Obras Hidráulicas (2012).** "Balance de Gestión Integral año 2012". Ministerio de Obras Públicas.
- **Dirección de Obras Hidráulicas (2013).** "Balance de Gestión Integral año 2013". Ministerio de Obras Públicas.
- **Dirección de Obras Hidráulicas (2015).** "Balance de Gestión Integral año 2015". Ministerio de Obras Públicas.
- **Dirección General de Aguas (2016).** "Atlas del Agua, Chile 2016". Ministerio de Obras Públicas.
- **El Mercurio (2015).** "Avanza la recarga de acuíferos".
- **El Mercurio (2015).** "Pampa Concordia emerge como un vergel en pleno desierto y junto a la frontera con Perú".
- **El Mercurio (2017).** "Las obras públicas que se anunciaron para 2016 y no fueron concluidas".
- **Gobernación Provincia de Ñuble (noviembre 2015).** "Autoridades visitaron zona donde se proyecta construcción del embalse Zapallar". Noticias.
- **Gobierno de Chile (2012).** "Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025".
- **Gobierno de Chile (2013).** "Mensaje Presidencial 21 de Mayo de 2013".
- **Gobierno de Chile (2015).** "Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015".
- **Gobierno de Chile (2015).** "Plan de Infraestructura Hidráulica". Ministerio de Obras Públicas.
- **Gobierno de Chile (2016).** "Mensaje Presidencial 21 de Mayo de 2016".
- **Gobierno Regional de Lambayeque (2016).** "Concesionaria a cargo de operación y mantenimiento de irrigación fueron vendidas". Nota de Prensa.
- **Gobierno Regional de Lambayeque (2016).** "Más de 15 mil hectáreas sembradas con cultivos de agroexportación y agroindustriales". Nota de Prensa.
- **Gobierno Regional de Lambayeque (2012).** "Estado situacional componente trasvase, componente irrigación, componente energético Proyecto Olmos al 15.08.2012". Proyecto Especial Olmos Tinajones.
- **H2Olmos (2010).** "Olmos Fértil en todos los Campos".
- **H2Olmos (2011).** "Proyecto de Irrigación Olmos".
- **Intendencia Región de Coquimbo (2015).** "Comienza construcción de embalse Valle Hermoso en Combarbalá". Noticias.
- **Jewish National Fund (KKL-JNF) (2015).** "Water for Life". EXPO 2015 Milano. Recuperado de <http://expo.kkl.org.il/water>.
- **Katz, D. (2016).** "Undermining Demand Management with Supply Management: Moral Hazard in Israeli Water Policies". Water 2016, 8, 159.
- **La Tercera (2016).** "Embalse Punilla no iniciará obras en 2017 por falta de permisos".
- **Pulso (2016).** "Sutil diseña proyecto de carretera hídrica que presentará al gobierno en 2017". Empresa y Mercado.
- **Raveh, E. y Ben-Gal, A. (2016).** "Irrigation with water containing salts: Evidence from a macro-data national case study in Israel". Agricultural Water Management, V.170, 31 de Mayo 2016, p. 176–179.
- **Reguemos Chile (2016).** "Memoria de Cálculos Ingeniería Preliminar".
- **Reos R., O. (1979).** "Una Interpretación económica de la seguridad de riego". Cuadernos De Economía, 16(47), 35-61.
- **SEREMI Región de Arica y Parinacota (2012).** "Acta de recepción y apertura de ofertas de licitación para la concesión de uso oneroso de los lotes B, F, H y L del inmueble fiscal denominado Pampa Concordia, en la Región de Arica y Parinacota, para el desarrollo de proyectos agrícolas". Ministerio de Bienes Nacionales.
- **Tal, A. (2006).** "Seeking Sustainability: Israel's Evolving Water Management Strategy". Science, 313(5790), 1081-1084.
- **Tal, A. (2016).** "Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the Drylands". Water Research Volume 90, 1 March 2016, Pages 387–394.
- **UN-Water (2009).** "Monitoring progress in the water sector: A selected set of indicators". Annexes: Indicators in use.
- **Via Marina.** "Presentación Final Estudio Preliminar Proyecto Aquatacama". Dossier de prensa.
- **World Business Council for Sustainable Development (WBSCD) (2005).** "Water Facts and Trends".

