

**Documento del  
Banco Mundial**

**CHILE**  
**Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos**

31 de marzo de 2011

Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Región para América Latina y el Caribe

## Abreviaturas

CA	Código de Aguas
CASEN	Caracterización Socioeconómica Nacional
CBR	Conservadores de Bienes Raíces
CESEC	Centro de Estudios en Seguridad Ciudadana
CNE	Comisión Nacional de Energía
CNR	Comisión Nacional de Riego
COCHILCO	Comisión Chilena de Cobre
CODELCO	Corporación Nacional del Cobre
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONADI	Corporación nacional de Desarrollo Indígena
COREMA	Comisión Regional del Medio Ambiente
CPA	Catastro Público de Aguas
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DAA	Derechos de Aprovechamiento de Aguas
DGA	Dirección General de Aguas
DS	Decreto Supremo
DIRECTEMAR	Dirección Nacional de Territorio Marítimo y Marina Mercante
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
GRH	Gestión de los Recursos Hídricos
INDAP	Instituto de Desarrollo Agropecuario
INE	Instituto Nacional de Estadística
JdV	Juntas de Vigilancia
ME	Ministerio de Energía
MinAgri	Ministerio de Agricultura
MinSal	Ministerio de Salud
MM	Ministerio de Minas
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PIB	Producto Interno Bruto
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
Riles	Residuos Industriales Líquidos
RPA	Registro de Propiedad de Aguas
RM	Región Metropolitana
RPDAA	Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Agua
SAG	Servicio Agrícola Ganadero
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SMA	Superintendencia del Medio Ambiente
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SP	Sector Privado y/o Mercado
SS	Servicios Sanitarios
SUBPESCA	Subsecretaría de Pesca

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b> .....	ii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Enfoque y descripción del informe .....	1
<b>2. RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE</b> .....	3
2.1 Breve historia de la gestión de los recursos hídricos .....	3
2.2 Situación de los recursos hídricos.....	5
2.2.1 Disponibilidad de agua .....	5
2.2.2 Uso del agua .....	9
2.2.3 Calidad del agua .....	14
2.3 Motores del cambio.....	18
2.3.1 Desarrollo económico.....	18
2.3.2 Cambio climático.....	19
2.4 Estimación de los balances hídricos.....	20
<b>3. LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS – ASPECTOS LEGALES E INSTRUMENTOS DE GESTIÓN</b> .....	22
3.1 El marco legal básico: Los derechos de aguas .....	22
3.1.1 Definiciones y características .....	22
3.1.2 Regulación de los derechos de aguas.....	24
3.2 Proteger los derechos de aguas de los grupos vulnerables.....	25
3.3 Mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados .....	27
3.4 Mejorar los mercados de aguas .....	30
3.5 Mantener la seguridad hídrica de los derechos de aguas .....	33
3.6 Seguir avanzando en el uso efectivo de los derechos de aguas.....	36
3.7 Hacer la gestión del agua subterránea más sostenible .....	37
3.8 Profundizar las medidas ya tomadas para asegurar la calidad de agua.....	40
3.9 Mejorar el registro público de los derechos de aguas .....	47
<b>4. LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS – ASPECTOS INSTITUCIONALES</b> .....	52

4.1	El marco institucional básico .....	52
4.1.1	Órganos centralizados: la DGA y otras entidades.....	52
4.1.2	Órganos descentralizados: organizaciones de usuarios.....	54
4.2	Fortalecer la DGA .....	55
4.3	Fortalecer las organizaciones de usuarios .....	56
4.4	Otros desafíos.....	57
4.4.1	Mejorar los sistemas de información y comunicación .....	57
4.4.2	Coordinar intra e intersectorialmente.....	58
4.4.3	Integrar la gestión de cuencas y fomentar la participación de los grupos interesados.....	60
4.4.4	Mejorar la resolución de conflictos.....	61
<b>5.</b>	<b>RESUMEN Y PRINCIPALES CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>
Anexo 1.	Factores incidentes en la calidad de agua por cuencas hidrográficas .....	74
Anexo 2.	Mapa de Chile .....	78

## FIGURAS

2.1	Escorrentía media anual por región.....	6
2.2	Evolución de la capacidad de almacenamiento en los embalses para riego construidos por el Estado.....	7
2.3	Recursos disponibles y extracciones por usos consuntivos .....	10
2.4	Distribución regional de la superficie de riego .....	11
2.5	Cobertura de los servicios urbanos de agua potable y saneamiento, 1965-2009 .....	13
2.6	Evolución de la potencia hidroeléctrica instalada, 1909-2009.....	14
2.7	Balances hídricos estimados para 1996, 2010 y 2025.....	21
3.1	Procedimiento de implementación de los planes de contaminación y prevención .....	43

## TABLAS

2.1	Disponibilidad “jurídica” de las aguas subterráneas en las regiones VII a X y XV .....	8
2.2	Sobre otorgamiento de DAA en las regiones VII, VIII y X.....	8
2.3	Número de sectores declarados área de restricción o prohibición entre las Regiones XV y VI.....	9
2.4	Crecimiento del uso del agua por sectores (m <sup>3</sup> /s/año) .....	11
2.5	Evolución de la superficie de riego, 1997-2007, por tipo de riego .....	11
2.6	Evolución de indicadores de agua potable y saneamiento .....	12
2.7	Concentraciones de nitratos y fosfatos en ríos .....	16
2.8	Ríos con concentraciones promedio por encima de las guías chilenas para riego.....	17
3.1	Cantidad y valor de las transacciones de DAA consuntivos informados por los CBR, 2005-2008.....	31
3.2	Importancia de los caudales no regularizados y de los regularizados.....	49



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

1. El Gobierno de Chile, a través de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), solicitó la colaboración técnica del Banco Mundial para apoyar la formulación de una política y estrategia nacional para la Gestión de los Recursos Hídricos (GRH). Este apoyo está previsto en dos etapas: la primera etapa consiste en la preparación de un diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos, diagnóstico al cual se refiere el presente informe. La segunda deberá consistir en la formulación de una serie de medidas de corto y largo plazo para afrontar los problemas y desafíos identificados en el diagnóstico.

2. La preparación del diagnóstico empezó en septiembre del 2010 con el encargo de informes sobre varios sectores a un equipo interdisciplinar de expertos designados por el Gobierno de Chile y el Banco Mundial: Luis Ayala en los aspectos físicos y técnicos; Alejandro Vergara en los aspectos legales e institucionales; Miguel Solanes y Gonzalo Delacámara en los aspectos institucionales e instrumentos de gestión; Oscar Cristi en los aspectos económicos; Christian Rojas acerca de las organizaciones de usuarios; y Manuel Contreras en los aspectos de calidad de agua. El trabajo de los expertos fue coordinado por Damaris Orphanopoulos. El equipo del Banco estuvo liderado por Marie-Laure Lajaunie, y integrado por Susanne Scheierling, Javier Zuleta, Lara Chinarro, y Víctor Vázquez. Dos consultores, Jean-François Verges y Héctor Garduño, proporcionaron apoyo. Los principales colaboradores del equipo por parte de la DGA fueron Matías Desmadryl, Director General de Aguas; Mariana Concha, Subdirectora de la DGA; Carlos Salazar, Jefe de la División de Estudios y Planificación; Carlos Ciappa y Paula Vera, Asesores del Director General de Aguas.

3. Los autores agradecen la excelente cooperación recibida de las autoridades chilenas. También agradecen a Musa Asad, Fernando Pizarro, Carlos Felipe Jaramillo, Karin Kemper, Ousmane Dione y Stefano Pagiola por proporcionar valiosos comentarios sobre una versión previa de este informe.

4. Una primera versión del diagnóstico a la DGA fue entregada para su revisión en diciembre de 2010. Se mantuvieron más reuniones con la DGA y los consultores, junto con otros expertos chilenos en febrero de 2011. Esta versión del diagnóstico incorpora los comentarios y la nueva información recibida.

## 1.2 Enfoque y descripción del informe

5. El diagnóstico se basa principalmente en la opinión de los expertos, incluidos los de la DGA, y una recopilación de documentación de la información disponible en materia de GRH en Chile. El objetivo del diagnóstico es realizar una evaluación de aquellos aspectos prioritarios y desafíos importantes que puedan sustentar el debate entre los actores del agua y, posiblemente, llevar a un intercambio más profundo con un mayor abanico de grupos interesados y estudios más detallados en la segunda fase planeada para 2011.

6. Si bien algunos de los asuntos y problemas señalados en el diagnóstico son muy específicos del sistema de GRH de Chile—que resulta de sus características físicas tan particulares y la evolución de los arreglos de política, legales e institucionales en el sector del agua y otros—otros temas son similares a los que están experimentando e intentado resolver de diversas formas otros países y regiones con un nivel socioeconómico de desarrollo y recursos hídricos similares. Aunque la situación de los recursos hídricos de cada país es única, se pueden identificar ciertas tendencias tanto en la evolución de los problemas



como en la gestión del recurso. Este diagnóstico no pretende explícitamente analizar los temas de GRH de Chile a la luz de la experiencia internacional, pero por supuesto esta experiencia ha influido en la visión de los expertos, los funcionarios del Gobierno y los miembros del equipo del Banco que contribuyeron al diagnóstico y por lo tanto a la elección de los retos prioritarios que se han señalado en el informe. Para la segunda fase puede ser muy útil una consideración más explícita de las experiencias de reforma de países comparables.

7. El informe comienza con una breve reseña histórica del acercamiento de Chile a la GRH. El resto del Capítulo 2 discute la situación actual de los recursos hídricos, y los principales motivadores del cambio. Los capítulos 3 y 4 forman la parte principal del diagnóstico, y se ocupan de los arreglos institucionales bajo los que se gestionan el abastecimiento y la calidad del agua en Chile. El capítulo 3 se enfoca en los aspectos legales e instrumentos de gestión de los arreglos institucionales del país, mientras que el capítulo 4 discute las organizaciones, incluidas las entidades públicas y privadas, que están involucradas en la GRH del país. Cada capítulo comienza con una sección que presenta una visión global de ciertos puntos clave, y las siguientes secciones identifican áreas prioritarias, incluido un análisis de los temas actuales y principales retos. El capítulo final resume las principales conclusiones.

## 2. RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE

8. Este capítulo comienza con una breve revisión de la evolución de la GRH. A esto le siguen tres secciones sobre el estado de los recursos hídricos. La sección 2.2 presenta datos de la disponibilidad de recursos superficiales y subterráneos en diferentes partes de Chile, y del uso de los recursos por los principales sectores usuarios de agua. También se tratan los temas de calidad de agua. La sección 2.3 repasa los cambios en las condiciones socioeconómicas y climáticas que podrían presentarse e impactar en el sistema de aguas de Chile a mediano y largo plazo. Para terminar, en la sección 2.4 se presentan proyecciones de los balances hídricos.

### 2.1. Breve historia de la gestión de los recursos hídricos

9. Probablemente resulte complicado comprender la situación actual de los recursos hídricos de Chile sin tener en cuenta los antecedentes históricos. Muchas de las características actuales son el resultado de medidas tomadas en el pasado, algunas incluso en el siglo XVIII. Esta sección presenta una breve reseña de la reciente evolución de los arreglos de política, legales e institucionales basada en Donoso (2003), Bauer (2004), Williams y Carriger (2007), y Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2010).

10. La primera ley de aguas de Chile se promulgó en 1908. Por otra parte, en 1951 se publica el CA de 1951, que al igual que el CA actual, establecía el agua como un bien público, cuyo uso requería derechos de agua que se consideraban como propiedad privada. Los derechos de agua eran registrados como bienes inmuebles en la oficina local de los Conservadores de Bienes Raíces (CBR), quienes además registraban cualquier cambio en su titularidad. El Código también establecía un organismo central en la órbita del MOP para la administración de dichos derechos. Sin embargo la ley de 1951 era muy diferente del actual CA en dos aspectos: primero, daba al Gobierno un fuerte poder regulatorio; y, segundo, imponía condiciones importantes relativas a los derechos de agua: (i) la DGA podía cancelarlos si no se habían utilizado en 5 años; (ii) los solicitantes de nuevos derechos tenían que especificar el uso al que iban a dedicar el agua; (iii) se otorgaban derechos provisionales que se tornaban definitivos una vez que el agua era realmente utilizada; (iv) si había solicitudes que competían por la misma agua, la DGA tenía una lista de usos prioritarios; (v) los usuarios no podían cambiar los usos específicos para los que se les habían concedido los derechos; en cambio debían devolver su derecho al Gobierno y pedir un nuevo derecho para el nuevo uso; y (vi) los derechos de agua estaban legalmente unidos a la titularidad de la tierra, impidiendo el desarrollo de mercados de agua independientes.

11. En 1967, entró en vigor la segunda ley de aguas de Chile. Aumentaba de manera considerable el control del Gobierno y creó el contexto contra el que reaccionaría el CA de 1981. Estaba diseñado para apoyar la Reforma Agraria, facilitar la distribución de tierras e incrementar el uso eficiente del agua. Favorecía la administración centralizada del Gobierno en lugar de la iniciativa agraria. Los derechos de agua perdieron su estatus legal como propiedad privada y volvieron a ser concesiones administrativas, regidas por leyes administrativas y no civiles. Ya no eran registrados como títulos inmobiliarios. La falta de registro condujo a una seria confusión e incertidumbre sobre los derechos de agua a finales de los años 70, la que en algunos puntos perdura hasta hoy. Los poderes regulatorios del Gobierno eran extensos. Por ejemplo, en áreas de cuencas declaradas “áreas de racionalización de uso del agua” el Gobierno podía reasignar derechos de agua en función de estándares técnicos y otros criterios de planificación. Finalmente, la DGA obtuvo poderes de adjudicación sobre conflictos de agua y se redujo mucho el papel de los tribunales. Un modelo tan tecnocrático de administración de derechos de agua requería un elevado

grado de capacidad institucional y recursos y habría sido muy difícil de implementar incluso en circunstancias favorables.

12. A partir de 1973 el Gobierno militar cambió las tendencias estatistas y socialistas del Gobierno previo. Se introdujeron políticas económicas neoliberales que apoyaban fuertes derechos de propiedad privada y el libre mercado. Puso fin a la Reforma Agraria y la expropiación de tierras. Confirmó y fortaleció los títulos de propiedad de las tierras expropiadas, fomentó el mercado de tierras agrícolas y vendió o distribuyó gran parte de la tierra estatal a particulares y pequeños agricultores. Sin embargo Chile continuó teniendo un CA muy centrado en el Estado que era incompatible con las nuevas políticas económicas. La inseguridad legal de los derechos de agua desanimaba las inversiones privadas en uso y gestión del agua y el CA impedía rígidamente los cambios a usos más valiosos. Los títulos de derechos de uso y sus transacciones eran especialmente inciertos porque no habían sido registrados desde 1967.

13. En 1979 se aprobó el Decreto Ley N° 2.603, que permitió el restablecimiento del mercado de derechos de agua. A finales de los 70 la necesidad de aclarar la confusión de la nación en la situación de los derechos de agua se había convertido en una prioridad, y los problemas de escasez de agua se atribuían al bajo nivel de eficiencia del riego y a la predominancia de usos de bajo valor. El decreto buscaba crear incentivos a la inversión privada en construcciones y mantenimiento para la irrigación (en lugar de inversiones gubernamentales, como había sido el caso históricamente) y esperaba aumentar la eficiencia de irrigación para que el exceso de agua pudiera ser transferido a usos más valiosos, tanto en el sector de la irrigación como en el urbano e industrial. Para ello el decreto fortaleció los derechos de propiedad privada del agua, separando los derechos de agua de la propiedad de la tierra y permitiendo que fueran transados libremente. Restableció el registro de derechos por las CBR. También intentó regularizar la incertidumbre de los títulos de derechos de agua declarando la presunción de propiedad para quienes estuvieran en ese momento usando derechos de agua.

14. En 1981 entró en vigor el presente CA. En línea con la aún vigente Constitución de 1980, promueve fuertes derechos económicos privados, limitada regulación del Estado y fuerte poder judicial. Con arreglo al CA, el Estado es responsable de asignar los derechos de uso originales, a título gratuito, permanentemente, y sin límite de cantidad demandada, a todos los peticionarios. En el caso de dos o más peticiones sobre la misma agua, e insuficiente disponibilidad de agua para garantizarlos, los DAA serían asignados mediante subastas. Si bien el CA permitió fomentar las inversiones relacionadas con el agua y mejorar la eficiencia de su uso, la asignación de derechos de agua sin límites ni restricciones pronto dio origen a problemas. En algunos casos existen problemas de acumulación de derechos o de especulación, generando barreras a la entrada de competidores en ciertos mercados.

15. Tras muchos años de debate, se aprobaron las reformas del CA en el año 2005. Éstas se enfocaron en resolver varios problemas, e incluían incentivos económicos y de competencia, con protección del interés público; la función del Estado de gestionar un recurso complejo crucial para el desarrollo con apoyo a la iniciativa privada y transparencia en la gestión; evitar la concentración de DAA. Dicha reforma reafirmó la esencia del modelo institucionalizado mediante el CA que reside, entre otros, en el derecho de propiedad sobre los DAA. Aunque todavía no se ha llevado a cabo un análisis completo del impacto de la reforma de 2005 (y puede que aún no sea posible), hay indicios de que logró resolver ciertos temas mientras otros aún requieren atención. Más recientemente, en 2010, se introdujeron reformas ambiciosas en el área de la gestión medioambiental que tendrán importantes implicaciones en el sector del agua. Los principales componentes de la reforma fueron una racionalización de las competencias en la gestión de la calidad del agua y una mejora e integración del marco regulatorio.

## 2.2 Situación de los recursos hídricos

16. Chile ocupa una estrecha franja de tierra de 4.200 km de longitud con un ancho medio de 180 km, ubicada entre la cordillera de los Andes y el océano Pacífico (Anexo 2). Esta geografía única provee una variedad de condiciones climáticas y más de 200 cuencas relativamente pequeñas con fuertes pendientes que conducen el agua de la vertiente occidental de los Andes. Dentro de esta variabilidad climática se distinguen dos patrones de precipitaciones marcados; esto es, uno de precipitaciones concentradas en el periodo de verano en el extremo norte del país y otro de precipitaciones en el periodo de otoño-invierno en el resto del territorio. En la parte sur del territorio, sujeta a lluvias invernales, buena parte de la precipitación se acumula en forma de nieve, que es favorablemente liberada para irrigación para producción de cultivos durante la primavera y el verano. La precipitación varía de 0 mm al año en algunos lugares del norte de Chile hasta unos 4.000 mm anuales en algunos sectores del sur.

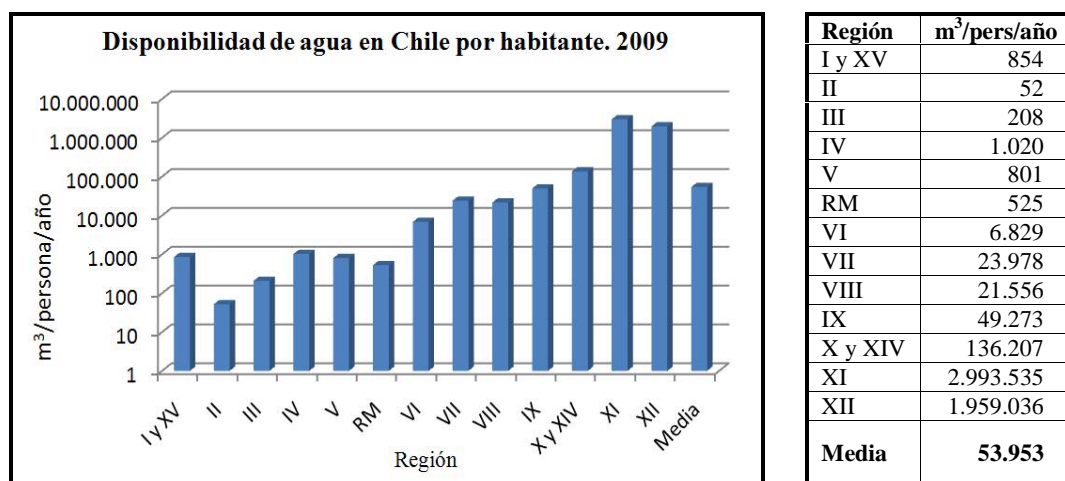
17. El país está dividido administrativamente en 15 regiones, y es el hogar de más de 17 millones de habitantes, de los que el 89% se concentra en las ciudades, principalmente en la Región Metropolitana (RM) y en la de Valparaíso, con el 31% y el 9% de la población de Chile, respectivamente. El ritmo de crecimiento de la población ha ido en descenso los últimos años, pasando de alrededor del 2% a principios de los 90 para llegar al 1% en 2009 (World Bank, 2010).

18. En los últimos 30 años (1980-2010) Chile ha tenido un desarrollo económico importante, con una tasa anual de crecimiento real del PIB del 6,2%. La economía, con clara orientación de mercado, tiene una fuerte tendencia a la exportación basada principalmente en sectores con procesos de producción que requieren mucha agua, tales como la minería y la agricultura (Banco Central de Chile, 2006, y 2010a). En 2005, las cinco clases de actividad económica consumidoras de agua con mayor participación en el PIB fueron la industria manufacturera (17%), comercio, restaurantes y hoteles (10%), minería (8%), agropecuario y silvícola (4%) y electricidad, gas y agua (3%), mientras que en 2005 la contribución a las exportaciones de bienes fueron: minería (57%), agropecuario, silvícola y pesquero (7%) e industriales (31%).

### 2.2.1 Disponibilidad de agua

19. **Agua superficial.** Dentro del contexto mundial, Chile en su conjunto puede considerarse un país privilegiado en materia de recursos hídricos. La "escorrentía media total", es decir, el volumen de agua procedente de las precipitaciones que escurre por los cauces superficiales y subterráneos equivale a una media de 53.000m<sup>3</sup>/persona/año (World Bank, 2010), valor bastante más alto que la media mundial (6.600m<sup>3</sup>/persona/año) y muy superior al valor de 2.000m<sup>3</sup>/persona/año considerado internacionalmente como umbral para el desarrollo sostenible. Sin embargo, cuando se analiza regionalmente, este valor medio enmascara una realidad muy distinta: desde Santiago al norte prevalecen las condiciones áridas; la media de disponibilidad de agua está por debajo de los 800m<sup>3</sup>/persona/año, mientras al sur de Santiago supera los 10.000m<sup>3</sup>/persona/año.

**Figura 2.1 Escorrentía media anual por región**

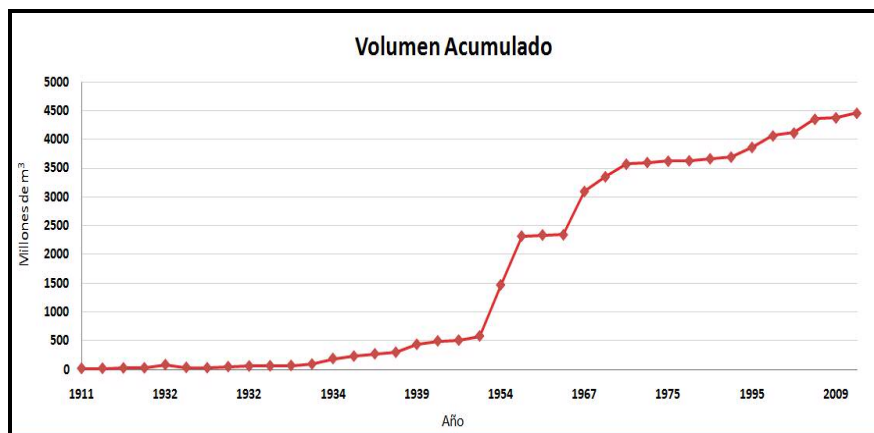


Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 1987; e INE 1992, 2003 y 2010. Escala logarítmica.

20. La elevada y creciente variabilidad de la escorrentía agrava la escasez de agua en las partes norte y central del país y produce pérdidas socioeconómicas importantes por inundaciones o sequías. Lo anterior es evidente al mirar los datos de la sequía que en el momento de escribir este informe padece el país. La irregularidad del régimen hidrológico se debe a que las cuencas son cortas y con fuerte pendiente, con una gran variabilidad estacional e interanual de lluvias y una regulación relativamente limitada de los ríos. Incluyendo el embalse Ancoa programado para terminarse de construir en 2011 en la provincia de Linares de la región VII, la capacidad total nacional de almacenamiento destinado al riego en los embalses construidos por el Estado ha evolucionado hasta llegar a 4.460 Mm<sup>3</sup>. La capacidad de almacenamiento total para hidroelectricidad (con excepción del embalse Pangué para el cual no se encontró información en esa fuente), es de 9.900 millones m<sup>3</sup>, más del doble de la correspondiente a los embalses para riego (CDEC-SIC, 2005). Si bien la capacidad total de los embalses para ambos usos, de alrededor de 15.000 Mm<sup>3</sup>, es considerable, ésta representa apenas el 0,016% de la escorrentía media anual de 928.000 Mm<sup>3</sup>/año. Sin embargo, no es fácil su aprovechamiento ya que por lo accidentado de la geografía chilena no deben abundar los sitios adecuados ni grandes superficies de tierra adicionales a las que ya se encuentran con agricultura de riego.

21. Por otra parte cabe señalar que los lagos, la nieve y los glaciares constituyen una reserva hídrica importante en Chile (Salazar, 2003). Los lagos se ubican en su mayoría en la zona sur del país, entre las regiones IX y XII, con una superficie que representa el 1,5% del territorio nacional y junto con sus ríos son un invaluable activo medio ambiental y turístico. En general presentan calidad buena y son importantes reguladores de los flujos en las cuencas principales de dicha zona (Salazar, 2003). Existen alrededor de 375 lagos a lo largo del país con un tamaño muy variable.

**Figura 2.2 Evolución de la capacidad de almacenamiento en los embalses para riego construidos por el Estado**



Fuente: Elaborado por la DGA, 2011.

22. **Agua subterránea.** Se estima que Chile posee un importante volumen de recursos subterráneos (Ayala, 2010) y que la recarga media estimada alcanza aproximadamente  $55\text{m}^3/\text{s}$  desde la RM hacia el norte (Salazar, 2003). Al sur de la región VI no se tiene información detallada del potencial de recarga debido a la menor importancia de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento, pero según una primera aproximación de la DGA, la recarga sería alrededor de  $160\text{m}^3/\text{s}$  entre las regiones VII y X (DGA, 2011). No se tiene información consolidada sobre el potencial de recarga al sur de la región X.

23. La utilización efectiva de las aguas subterráneas fue estimada en  $88\text{m}^3/\text{s}$  en 2003, de los cuales el 49% se utilizaba para la agricultura, el 35% para abastecimiento poblacional y el 16% para industria (Salazar, 2003). Las aguas subterráneas son particularmente importantes para los sectores minero y sanitario: representaban alrededor del 63% de los DAA mineros en 2006 (Proust Consultores, 2008) y del 46% de los usos por agua potable (SISS, 2010). Son también importantes para la agricultura en las regiones XV a III.

24. Hasta los años 90, la explotación de aguas subterráneas había sido poco significativa. Es a partir de entonces, cuando las aguas superficiales en una parte importante del país estaban comprometidas, que el incremento de las solicitudes de derechos y el uso del agua subterránea ha sido muy fuerte. En la actualidad, se observan algunos acuíferos o sectores de acuíferos sobreexplotados, principalmente en la parte norte y central del país, en los cuales se han generados conflictos importantes. La DGA ha hecho una primera aproximación a la recarga de aguas subterráneas para varias cuencas de las regiones VII a la X, mediante la metodología de coeficientes de infiltración, una metodología simplificada a fin de tener un marco de referencia para futuros estudios más precisos en estas zonas. Dada la complejidad técnica de estimar tanto la recarga como el volumen almacenado económicamente explotable (Foster et al, 2009), será necesario hacer un estudio detallado de cada uno de los acuíferos prioritarios para poder tener mejores bases con que administrar dichos derechos.

25. Comparando la recarga estimada con la demanda comprometida (DAA otorgados en la zona), la DGA ha deducido cuáles son las cuencas donde probablemente haya un sobretorgamiento de los derechos de aprovechamiento de agua (Tablas 2.1 y 2.2): (i) un sobretorgamiento de DAA en el 40% de las cuencas de la región VII, el 20% de las cuencas de la región VIII y una cuenca de la región X; (ii)

todavía no hay problemas de sobreotorgamiento de DAA en las regiones IX y XIV; y (iii) niveles de sobreotorgamiento muy altos y preocupantes en algunas cuencas de las regiones VII, VIII y X (más del 200% en las cuencas de Mataquito medio, Coronel, Lota y Lago Llanquihue).

**Tabla 2.1 Disponibilidad “jurídica” de las aguas subterráneas en las regiones VII a X y XV**

Región	Número total de cuencas en la región	Número de cuencas donde la demanda comprometida excede la recarga estimada (sobreotorgamiento de derechos de agua)	Número de cuencas donde la demanda comprometida excede el 50% de la recarga estimada
VII	10	4	5
VIII	18	4	5
IX	9	0	1
XIV	10	0	1
X	20	1	2

*Fuente:* Compilado a partir de datos del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), DGA, 2011.

**Tabla 2.2 Sobreotorgamiento de DAA en las regiones VII, VIII y X**

Región	Cuencas	Recarga estimada (millones m <sup>3</sup> /año)	Demanda comprometida (millones m <sup>3</sup> /año)	% de sobreotorgamiento
VII	Mataquito medio	26,3	283,2	977%
	Mataquito bajo	13,4	19,2	43%
	Maule medio	446,9	616,5	38%
	Maule bajo	35	69,4	98%
VIII	Itata Inferior	17,3	37,7	118%
	Bíobío Inferior	15,4	22,1	44%
	Coronel	1,6	75,1	4,594%
	Iota	2,3	7,9	243%
X	Lago Llanquihue	15,1	46,3	207%

*Fuente:* Compilado a partir de datos del DARH, DGA, 2011.

26. Con base en lo normado por los art. 63-68 del CA, la DGA está facultada para declarar zonas de prohibición y áreas de restricción (sección 3.7) para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, en un determinado sector hidrogeológico, con el objeto de proteger el acuífero y los derechos de terceros constituidos con anterioridad en la cuenca.

27. Entre la región de Arica y Parinacota (XV) y la región del Libertador General Bernardo O’Higgins (VI), se han definido en la actualidad 69 acuíferos genéricos, los que abarcan 259 sectores hidrogeológicos, de los cuales 238 han sido estudiados por la DGA. Del total de acuíferos estudiados, 106 sectores han sido declarados Área de Restricción y seis sectores han sido declarados Zona de Prohibición, lo que suma un total de 112 sectores acuíferos restringidos. La Tabla 2.3 indica el número de sectores por región en cada categoría.

**Tabla 2.3 Número de sectores declarados área de restricción o prohibición entre las Regiones XV y VI**

<b>Región</b>	<b>Área de restricción</b>	<b>Zona de prohibición</b>	<b>Total</b>
I. Tarapacá	3	-	4
II. Antofagasta	3	-	3
III. Atacama	9	4	14
IV. Coquimbo	24	-	24
RM	24	-	24
V. Valparaíso	25	1	26
V. Valparaíso + RM	1	-	1
VI. Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	17	-	17
XV. Arica y Parinacota	-	1	1
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>6</b>	<b>112</b>

*Fuente:* Dpto. de Estudios y Planificación, DARH, DGA, 2010.

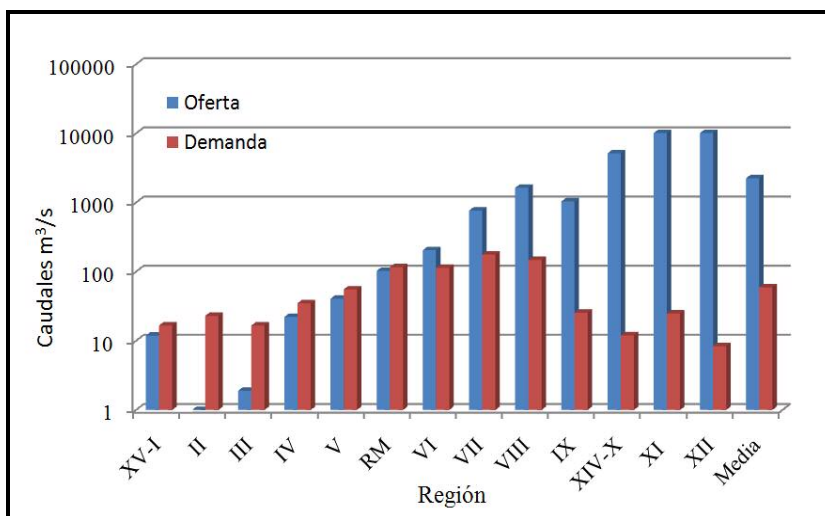
### 2.2.2 Uso del agua

28. El sostenido crecimiento económico y desarrollo social de las últimas décadas ha generado demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos por parte de los diferentes tipos de usuarios. Este crecimiento sostenido, sin precedentes en la historia, se produce en un contexto en el cual en una buena medida los recursos hídricos ya están comprometidos en el abastecimiento de los usos actuales. Como puede verse en la Figura 2.3, la relación extracción/disponibilidad de agua se presenta favorable entre las regiones VI y IX, y de la región X al sur la disponibilidad de agua supera ampliamente el uso. De la RM hacia el norte, hay una presión importante sobre los recursos hídricos y las extracciones superan el caudal disponible – lo que se explica principalmente por el uso de los caudales de retorno (aguas de percolación y derrames) a lo largo de los ríos (que permite hacer un uso más eficiente del recurso) y en algunos casos la sobreexplotación de los acuíferos (Ayala, 2010).

29. Cabe señalar que aquí se habla de “disponibilidad técnica”, y no de “disponibilidad jurídica” del recurso. De hecho, en general, la “disponibilidad jurídica” (cantidad de agua que no está asignada a derechos) es mucho menor, ya que en realidad muchos de los derechos no se usan completamente. La “escasez jurídica” se manifiesta por la extensión de las áreas de prohibición en los acuíferos y cuencas declaradas agotadas en el caso de las aguas superficiales, como se describe en la sección 3.7.



**Figura 2.3 Recursos disponibles y extracciones por usos consuntivos**



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la DGA, 2011. Escala logarítmica.

30. El uso del agua en el país alcanza 4.710 m<sup>3</sup>/s (Tabla 2.4), de los cuales el 89% corresponde a los usos no consuntivos y el 11% a usos consuntivos (Ayala, 2010). El riego representa el 73% de las extracciones a nivel nacional, utilizado para regar 1,1 millones de ha. que se localizan casi completamente entre las regiones IV a X (INE, 2007). El uso doméstico equivale al 6% de las extracciones y se utiliza para abastecer al 99,8% de la población urbana y rural concentrada. Los usos mineros e industriales representan el 9 y el 12% de las extracciones totales respectivamente (Ayala, 2010).

**Tabla 2.4 Crecimiento del uso del agua por sectores (m<sup>3</sup>/s/año)**

Uso	1990	1999	2002	2006
Riego	516	611	647	527*
Agua potable	27	34	37	40
Industrial	47	68	77	84
Minería	43	51	53	63
Energía	1.189	2.914	3.929	3.997
<b>Total</b>	<b>1.823</b>	<b>3.678</b>	<b>4.743</b>	<b>4.711</b>

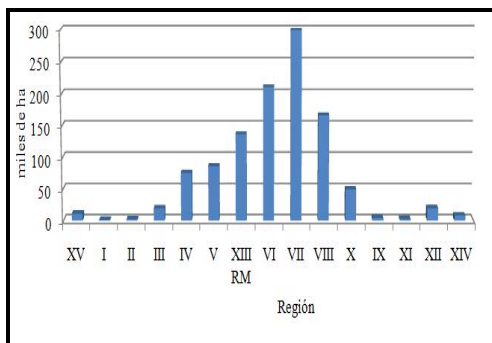
Fuente: Universidad de Chile, 2010.

\* El año 2006 fue particularmente lluvioso lo que podría explicar en parte la disminución importante de las extracciones de agua con fines agrícolas entre 2002 y 2006.

31. **Sector agropecuario-silvícola y forestal.** Este sector exporta productos como bienes primarios, que en su conjunto significaron el 7% del valor de las exportaciones de Chile en 2009, principalmente a países de la OCDE (Banco Central de Chile, 2010b) y emplea alrededor del 9% de la fuerza laboral (Encuesta Agrícola, 2009). La agricultura se desarrolla principalmente de la región IX al norte, con un

área regada (con seguridad de riego del 85%) del orden de 1,1 millones de ha. (Figura 2.4). El riego es particularmente importante para la agricultura chilena porque de él depende el 40% del área cultivada y una gran parte de los productos de alto valor de exportación (Encuesta Agrícola, 2009). El riego es también importante para la gestión de los recursos hídricos porque representa el 73% de las extracciones de agua (INE, 2007).

**Figura 2.4: Distribución regional de la superficie de riego**



Fuente: INE, 2007.

32. Entre 1900 y 1970, el área regada ha crecido desde 500.000 ha. hasta alrededor de un millón de ha., para lo cual el Estado financió cerca de 70% (Salazar, 2003). Entre 1997 y 2007, el área regada ha crecido solamente 30.000 ha. (3%). Durante este mismo periodo, el área bajo riego tecnificado (Tabla 2.5) ha pasado del 9 al 28% del área regada (INE, 2007), lo que podría explicar, en parte, la disminución de las extracciones de agua para riego entre 1999 y 2006 (Tabla 2.4). Cabe señalar, sin embargo, que la disminución de las extracciones por tecnificación del riego no significa necesariamente una reducción en el consumo de agua, pero sí en los flujos de retorno. La Comisión Nacional de Riego (CNR) ha promovido, desde 1985, la tecnificación del riego a través de la Ley de Fomento, aportando subsidios de hasta un 90% para infraestructura y sistemas de riego tecnificado mediante un sistema de Concursos Públicos.

**Tabla 2.5 Evolución de la superficie de riego, 1997-2007, por tipo de riego**

Tasa de variación (%) de superficie de riego (ha)				
Región	Total superficie regada	Gravitacional	Mecánico mayor	Microrriego
I y XV	53%	42%	594%	58%
II	-22%	-23%	-	-63%
III	38%	9%	5%	64%
IV	53%	10%	163%	157%
V	25%	-28%	-20%	205%
VI	2%	-41%	-8%	754%
VII	-6,5%	-18%	68%	913%
VIII	-8%	-19%	639%	858%
IX	-2%	-24%	97%	673%
X y IV	79%	10%	62%	231%
XI	-21%	-	-	-
XII	1.004%	-	-	-
RM	-6%	-29%	-37%	274%
<b>Total</b>	<b>3,4%</b>	<b>-22%</b>	<b>85%</b>	<b>298%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 1997y 2007.

33. **Sector minero.** La minería es el primer sector económico del país en términos de contribución al PIB y a las exportaciones y es un importante usuario de las aguas. El ingreso en Chile fue de US\$27.805 millones en 2009 (CESC, 2010), valor equivalente al 14% del PIB y al 51% de las exportaciones. Representa el 8% de las extracciones de agua y el 35% de los usos para fines industriales (Ayala, 2010). Está ubicada principalmente en el norte del país en áreas donde el agua es muy escasa, y las fuentes de agua están generalmente agotadas (no se pueden otorgar más DAA). Por ello, el sector minero ha invertido mucho en la exploración de aguas subterráneas, en el mejoramiento de la tecnología para incrementar la eficiencia de su uso, ha comprado derechos de uso de agua al riego y, en algunos casos, ha optado por la desalinización, a pesar de su elevado costo.

34. **Agua potable y saneamiento.** En términos generales, las aguas necesarias para el abastecimiento de la población y el uso industrial en las ciudades es minoritario frente a otros usos consuntivos. Este uso representa el 4% de los usos consuntivos nacionales y corresponde a 4,3 millones de usuarios, de los cuales el 44% está ubicado en la RM y el 12% en la ciudad de Valparaíso (región V). Las principales fuentes de abastecimiento son las aguas superficiales con el 54% y las aguas subterráneas con el 46% (SISS, 2010). La escasez de agua es tan fuerte en el norte del país que el abastecimiento de Taltal y Antofagasta proviene de la desalinización a partir de ríos de agua salobre (SISS, 2010).

35. Los avances en los servicios de agua potable y saneamiento han sido sobresalientes (Figura 2.5), como lo pone de manifiesto no sólo la calidad actual de sus servicios, sino la evolución seguida y la comparación con otros países de la región. La situación actual de los servicios sanitarios en Chile presenta resultados altamente positivos en sus factores relacionados con las características principales de cobertura, calidad, continuidad y cantidad (SISS, 2010). Chile ha logrado una cobertura en agua potable y alcantarillado del 99,8% y el 95,6% respectivamente de la población urbana (89% de la población total) (SISS, 2010). Por otro lado, la cobertura de tratamiento del total de las aguas servidas en Chile era del 17% en 1998 y en 2009 ya alcanzaba al 83%.

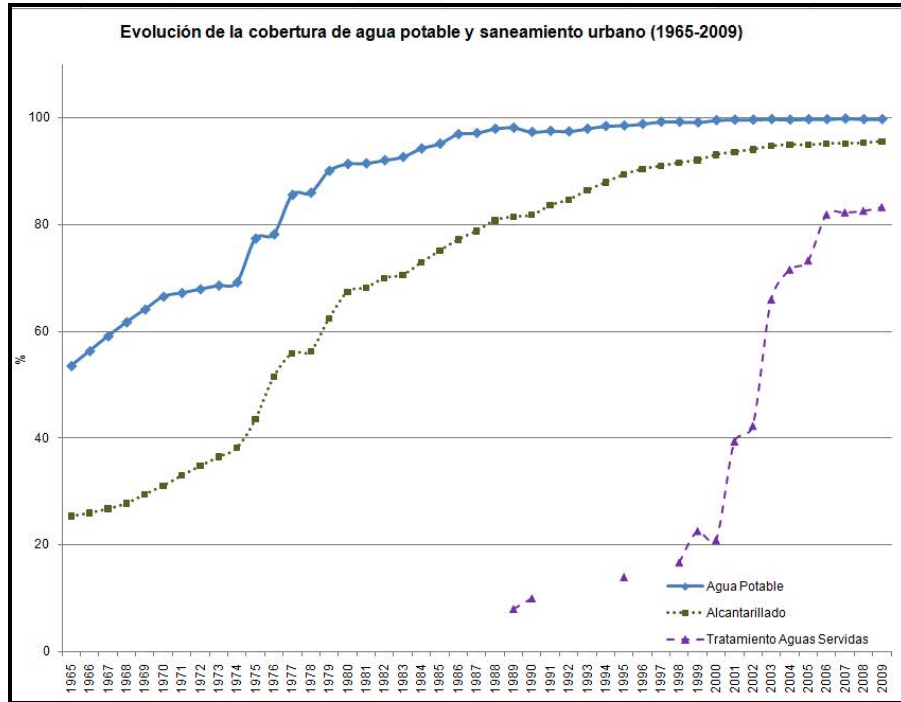
36. Sin embargo, la cantidad de agua no facturada ha crecido un 20% en los últimos 10 años (Tabla 2.6). De hecho, mientras la producción a nivel nacional ha crecido el 17% en los últimos 10 años, la facturación ha crecido de solamente el 7% (SISS, 2010). De información recibida durante la investigación, se obtiene que la tubería de PVC en múltiples sistemas de distribución de agua potable ha tenido problemas de fugas, pero sería necesario analizar cuantitativamente la información que hubiera disponible.

**Tabla 2.6 Evolución de indicadores de agua potable y saneamiento**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cobertura de agua potable (%)	99,2	99,6	99,7	99,7	99,8	99,7	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8
Cobertura de alcantarillado (%)	92,1	93,1	93,6	94,1	94,4	94,8	94,9	95,2	95,2	95,3	95,6
Cobertura de tratamiento de aguas servidas (%)	22,6	20,9	39,4	42,2	65,7	71,5	73,3	81,9	82,3	82,6	83,3
Dotación (l/hab/día)	196	191	187	184	182	185	185	185	184	184	184
Consumo (m <sup>3</sup> /mes/cliente)	22,9	22,7	22,0	21,5	21,0	20,3	20,0	19,9	19,5	19,1	18,8
Agua no facturada (%)	28,8	30,6	30,7	31,6	32,1	32,6	32,9	34,0	34,5	34,5	sin datos

Fuente: SISS, 2010.

**Figura 2.5 Cobertura de los servicios urbanos de agua potable y saneamiento, 1965-2009**



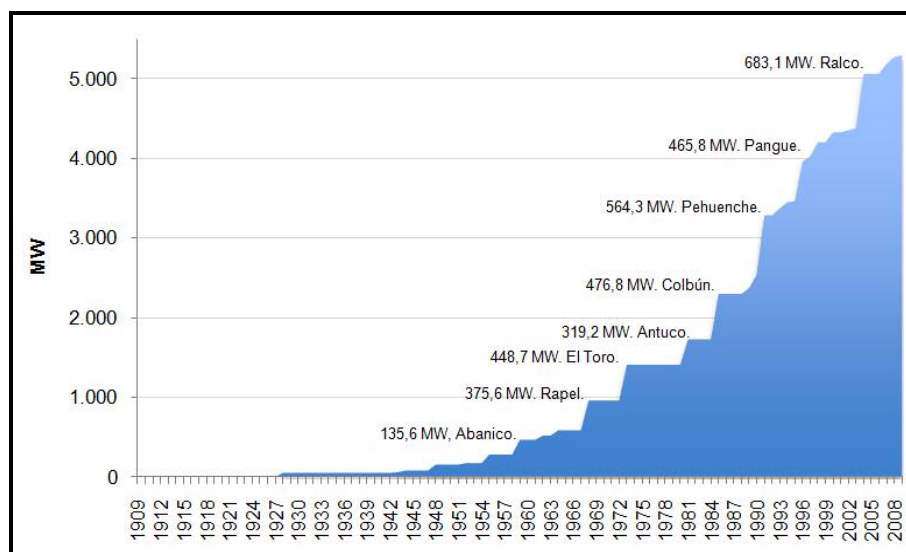
Fuente: Elaboración propia a partir de SISS, 2010.

37. **Producción de energía eléctrica.** La matriz de energía eléctrica de Chile tiene una capacidad instalada de 15.547 MW de la cual las centrales hidroeléctricas representan el 35%, las térmicas el 64% y las eólicas el 1%; las dos primeras requieren agua para la producción de electricidad (CNE, 2009). Las centrales térmicas se ubican principalmente en la parte árida y semiárida del país (RM al norte), mientras las regiones VII y VIII agrupan la mayor parte de la energía hidráulica. El uso medio anual de agua para hidroelectricidad está estimado en alrededor de 4.190 m<sup>3</sup>/s/año (Ayala, 2010). No se han conseguido datos sobre el uso de agua por parte de las centrales termoeléctricas.

38. El uso de agua para la producción de energía eléctrica ha crecido fuertemente. Eso se explica por el crecimiento importante de la demanda eléctrica, consecuencia del crecimiento sostenido de la economía en los últimos 30 años y de su dependencia de procesos de producción que requieren una gran cantidad de agua. Asimismo, después de la crisis del gas, se incorporaron centrales térmicas abastecidas a carbón y petróleo. De hecho, la evolución de la potencia instalada de energía hidroeléctrica en Chile ha sido notable en las últimas tres décadas (Figura 2.6).

39. Cabe destacar que, hasta 1981 (fecha emblemática, por la entrada en vigor del CA y la creación de DAA de usos no consuntivos), sólo representaba el 33% de la potencia instalada según el informe anual 2009 sobre energía eléctrica (INE, 2010). Desde entonces, el crecimiento de la potencia instalada ha sido intenso. En la Figura 2.6 se muestran las incorporaciones de algunos de los sistemas más importantes del país.

**Figura 2.6: Evolución de la potencia hidroeléctrica instalada, 1909-2009**



Fuente. Elaboración propia a partir de INE, 2010.

### 2.2.3 Calidad del agua

40. Los sistemas hidrográficos chilenos se caracterizan por el reducido tamaño de las cuencas y el corto recorrido y fuerte pendientes de los ríos. Estas características contribuyen a que los problemas de contaminación tengan un ámbito espacial más reducido y favorezcan los procesos de autopurificación de los cauces. Sin embargo, desde la RM al norte, la escasa disponibilidad de aguas y la alta magnitud relativa de las extracciones determina que la capacidad de dilución de contaminantes sea baja y que exista una mayor vulnerabilidad frente a los procesos de contaminación (Peña y Salazar, 1993). También son particularmente vulnerables a la contaminación los lagos costeros, que se comportan como sumideros de los contaminante que llegan desde aguas arriba (Contreras, 2010) y los acuíferos, que en Chile son principalmente libres o semiconfinados, con baja presencia de finos y poco profundos en las partes medias y bajas de las cuencas (Salazar, 2003).

41. **Información sobre la calidad del agua.** La falta de datos sistemáticos limita una evaluación exacta y detallada del alcance del problema y es un obstáculo serio para la gestión de los recursos hídricos, como lo veremos más adelante. La red de monitoreo es insuficiente para caracterizar adecuadamente los ríos, lagos, estuarios y zonas costeras del país (Contreras, 2010). En la actualidad existen áreas del territorio donde no se dispone de información de calidad del agua. La red mínima de lagos considera exclusivamente 14 de los 375 lagos con superficies mayores de 3 km<sup>2</sup>. Los lagos costeros son actualmente los cuerpos de agua más vulnerables debido a que reciben la carga contaminante proveniente del valle central y no son considerados dentro de la red mínima. La información disponible sobre el estado ambiental de estos lagos costeros proviene fundamentalmente de fuentes de información de algunas ONG (Contreras, 2010). Adicionalmente, la red considera un conjunto limitado de parámetros y no los estratifica en función de la heterogeneidad que se observa a lo largo del territorio nacional. Finalmente, existe un escaso entendimiento e información de los ecosistemas acuáticos.

42. **Origen y nivel de la contaminación.** La contaminación de los cursos y cuerpos de agua de Chile tiene orígenes naturales y antropogénicos. Existe un nivel de contaminación natural importante de las aguas debido a fenómenos volcánicos, suelos salinos y estratos metalogénicos, entre otros. De hecho, en diferentes partes del país, la calidad natural de las aguas supera los niveles máximos establecidos en la norma vigente para uso humano (por ejemplo, arsénico y salinidad) o riego (por ejemplo, boro) (Contreras, 2010). También, y a pesar de las iniciativas tendientes a proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas, existe una contaminación causada por el hombre en la mayoría de los cursos de agua, con excepción de las zonas de cabecera (Contreras, 2010).

43. En 2005 se preparó el estudio "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad" (CADE-IDEPE, 2005) cuya información se detalla por cuenca en el Anexo 1, indicando para cada una la contaminación natural y antropogénica. Sin embargo, los datos sobre la contaminación motivada por el hombre están desactualizados. De hecho, desde 1998 en forma incipiente y con mayor intensidad a partir de 2006, Chile ha hecho esfuerzos importante en el tratamiento de los Riles de las empresas sanitarias y de los establecimientos industriales. En consecuencia, las descargas de los elementos controlados por estas normas han disminuido significativamente, lo que debería haber tenido un impacto positivo en la calidad de los ríos, acuíferos y zonas costeras del país. En particular, el estudio CADE menciona la contaminación por aguas servidas en muchas cuencas, pero en 2009 su nivel de tratamiento (tratamiento secundario) había subido al 83,3% (SISS, 2010) Este logro ha contribuido a la disminución de la incidencia de las enfermedades entéricas (cólera, hepatitis A, fiebre tifoidea, paratifoidea) que son transmitidas por el agua potable y el consumo de alimentos vegetales crudos contaminados por agua de riego entre 2005 y 2010. Por ejemplo, ha bajado el número de casos de fiebre tifoidea y paratifoidea de 358 a 196, y de triquinosis de 57 a 15 (DEIS: Departamento de Estadísticas e Información de Salud, 2011).

44. Sin embargo, las normas de emisión no abordan todos los tipos y todas las fuentes de contaminantes. Hoy en día, las principales fuentes de contaminación de origen humano son: la contaminación difusa, principalmente agrícola, agroforestal y de los pasivos asociados a los residuos mineros, así como la contaminación de las pequeñas minerías artesanales que todavía no han sido controladas. Según Contreras (2010), los sectores económicos que presentan los mayores riesgos de contaminación son los siguientes:

45. *Sector forestal.* Existen numerosos procesos industriales ligados a este sector de la economía que pueden afectar la calidad de las aguas, tales como la pérdida de la capacidad de mejoramiento natural de las aguas, al reemplazar la vegetación nativa por plantaciones exóticas en la ribera de los ríos; drenaje de los suelos para aumentar la cobertura forestal (Ley de fomento N° 18.450); aumento del transporte de sedimentos durante la cosecha; acidificación de los suelos con la consecuente liberación de nutrientes y metales; y aplicación de compuestos fitosanitarios y para combatir incendios forestales.

46. *Sector energético.* tras haber perdido relevancia hacia fines de los 90, las centrales hidroeléctricas, en particular las de pasada, cobran renovada importancia tanto estratégica como económica desde 2003 y 2004. En los casos de hidroelectricidad bajo embalses, a través de la modificación del régimen hidrológico, una reducción de los caudales y/o pérdida de su variabilidad natural puede generar la eutrofización de las aguas y el deterioro de la calidad, al desaparecer el efecto de limpieza que producen las crecidas de caudal en los cauces de los ríos

47. *Sector acuícola.* El proceso de alimentación y tratamiento sanitario de los peces en centros de cultivo localizados en ríos y lagos produce un aumento de la carga de nutrientes y materia orgánica, con el consiguiente incremento en el estado trófico de las aguas. Asimismo se disponen productos orgánicos persistentes (p.ej. medicamentos, compuestos sanitarios), los cuales además de contaminar el agua pueden producir cambios en la susceptibilidad de las poblaciones de peces nativos.

48. *Sector agrícola.* La contaminación química por los fertilizantes y plaguicidas es preocupante, especialmente en los acuíferos. La reutilización de efluentes de aguas servidas para riego puede transmitir, aun después del tratamiento secundario y dependiendo de la capacidad de purificación de los suelos, una serie de organismos patógenos con riesgos para la salud pública y los ecosistemas. Esto es particularmente relevante dado que algunos de ellos pueden tener una persistencia de hasta un año. La práctica bastante frecuente del riego con aguas servidas tratadas en forma inadecuada en función de las características de los suelos subyacentes en las zonas periurbanas puede generar la incorporación de nutrientes a las aguas subterráneas y/o superficiales.

49. *Sector minería.* Si bien las grandes explotaciones mineras actuales y del futuro reciclan y tratan bien sus vertidos, no es el caso de las miles de pequeñas minas artesanales y existen numerosos pasivos ambientales de origen minero (p.ej. relaves, depósitos estériles), que no tienen ningún tipo de medida de control. Estos pueden constituir una fuente muy importante de contaminantes a los ríos e incluso a las zonas marinas adyacentes. El uso de plantas desalinizadoras de agua de mar y/o directamente de agua de mar para suministro hídrico a procesos mineros, conlleva una potencial afectación de la calidad del agua de cursos superficiales y /o subterráneos, no solamente relacionada con la salinidad de las mismas, sino también con su diferente composición química. Todo ello además de los efectos que tienen las aguas de descarte o rechazo sobre la biota marina.

50. **Evolución reciente.** Los niveles de fósforo total y oxígeno disuelto han mejorado en los principales lagos del país, mientras que la concentración de nitrógeno total sigue creciendo. La mejora de los niveles de fósforo y oxígeno disuelto se atribuye al incremento del tratamiento de las aguas servidas. Los lagos costeros y los estuarios son particularmente vulnerables y se ha visto un crecimiento importante de los fenómenos de eutrofización en algunos de ellos, como los lagos Budi, Lanalhue, y Vichuquén (Contreras, 2010).

51. Los datos de la Red Nacional de Monitoreo de la DGA muestran un incremento significativo en el nitrógeno/nitrato disuelto en los últimos 23 años (1985-2008) en 6 de los 9 ríos principales de la región central de Chile (Biobío, Bueno, Imperial, Maule, Rapel y Valdivia) que se muestran en la Tabla 2.7; y un incremento significativo en el fósforo/fosfato en sólo 2 de los 9 ríos (Rapel y Maule) (Pizarro, 2009). La concentración media de nitrógeno en los 9 ríos estudiados varía desde 0,1 mg/l a 1,6 mg/l lo que es semejante a la mayoría de los grandes ríos del mundo (Pizarro, 2009). De estos ríos, las cuencas más septentrionales, (Rapel, Mataquito y Maule), muestran las concentraciones mayores con 0,5 mg/l lo que es similar a muchos ríos europeos (Pizarro, 2009). La concentración media de fosfato varía entre 0,1 mg/l y 0,41 mg/l. Históricamente, las principales actividades productoras de la región cubiertas por el informe han sido agrícola, ganadera y forestal, actividades que han aumentado en el tiempo junto con el crecimiento poblacional.

**Tabla 2.7 Concentraciones de nitratos y fosfatos en ríos**

<b>Ríos</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N (%)</b>	<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> - P (%)</b>
Rapel	1,57	0,23
Mataquito	0,55	0,29
Maule	0,49	0,24
Itata	0,35	0,41
Biobío	0,21	0,15
Imperial	0,4	0,23
Toltén	0,11	0,23
Valdivia	0,31	0,10
Bueno	0,18	0,12

*Fuente:* Pizarro, 2009.

52. Los ríos en el Norte de Chile tienen, en general, una elevada concentración de metales pesados provenientes de polución natural y minera. Un estudio reciente (Pizarro, 2010) aborda la variación de concentración de metales pesados y sulfatos (subproducto de la minería) en 12 ríos del norte de Chile (Endorreica, Copiapó, Huasco, Los Choros, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, Ligua, Aconcagua, Maipo y Rapel). Este estudio muestra una elevada concentración de metales pesados y sulfatos, excediendo en muchos casos las guías chilenas de agua para irrigación (Tabla 2.8) para la contaminación media en los 12 ríos:

**Tabla 2.8 Ríos con concentraciones promedio por encima de las guías chilenas para riego**

<b>Guía chilena para agua de riego</b>	<b>Número de ríos con cuya concentración excede la guía (de un total de 12 ríos)</b>
As ( $\mu\text{g/l}$ ) (100)	7
Cu ( $\mu\text{g/l}$ ) (200)	4
Cr ( $\mu\text{g/l}$ ) (100)	1
Hg ( $\mu\text{g/l}$ ) (1)	11 de 11 ríos
Cd ( $\mu\text{g/l}$ ) (10)	8 de 8 ríos
Mo ( $\mu\text{g/l}$ ) (10)	12
Sulfatos ( $\text{mg/l}$ ) (250)	4

*Fuente:* Pizarro 2010.

53. Pizarro (2010) también indica que hay incrementos estadísticamente significativos desde los años 80 en los niveles de arsénico, cobre y sulfatos en el río Elqui y de sulfatos en los ríos Aconcagua, Choapa, Copiapó, Huasca, Limarí y Maipo. La concentración de sulfatos en los ríos Elqui y Copiapó está aumentando mucho (gradiente  $>3$ ). El río Elqui concentra más del 25% de las grandes minas de la región con un gran número de minas de oro y varias de cobre y muestra el mayor nivel de contaminación de entre los ríos estudiados.



## 2.3 Motores de cambio

### 2.3.1 Desarrollo económico

54. Chile tiene una economía orientada a la exportación de productos naturales. Prácticamente todos los productos en los que se basa el modelo de exportación de Chile tienen procesos de producción que dependen en gran medida de los recursos hídricos. En el futuro la escasez de agua, ya restrictiva en las partes norte y central del país, se acentuará debido a los nuevos requerimientos. Si bien no se dispone de proyecciones precisas sobre las demandas de agua en el futuro, la creciente presión sobre los recursos hídricos se puede deducir de los objetivos nacionales de desarrollo y de los principales sectores usuarios de agua. El objetivo nacional de desarrollo es el de alcanzar el estatus de “país desarrollado con alto nivel de ingreso” antes del año 2018, siguiendo el plan de “Chile País Desarrollado” (Ministerio de Hacienda). A continuación se presentan los objetivos nacionales en los principales sectores usuarios de agua.

55. **El riego.** El crecimiento en la agricultura de exportación seguirá siendo un desafío para el sector del agua, ya que, por razones climáticas, no se ha desarrollado en zonas donde hay abundancia de recursos sino en las partes norte y centro del país. La producción de fruta y hortalizas en esas áreas requiere de agua para regadío.

56. El crecimiento del área regada (si se concretan los objetivos del Gobierno) y la continuación de la tecnificación del riego podrían tener impactos importantes sobre la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos en los próximos años. El actual Gobierno se propone convertir a Chile en uno de los diez países líderes en exportación de alimentos. En lo referente al riego, el Gobierno prevé la expansión del riego en 350.000 nuevas hectáreas (MOP, 2010). Es un aumento muy significativo del área actualmente regada (30%), especialmente si se considera que (con estimaciones propias elaboradas a partir de INE, 2009) el aumento en los 30 años pasados sólo fue del 2%. Si se concreta, constituiría un aumento importante de la demanda hídrica por riego, y de la demanda hídrica total (la irrigación representa el 73% de las extracciones), que se prevé satisfacer a través de la construcción de nuevos embalses y una mejora de la eficiencia del riego.

57. Por otro lado, la demanda de agua de riego en el país depende de la rápida transformación para pasar de sistemas de riego gravitacional a sistemas de riego tecnificado (+22% en los últimos 10 años) con el consiguiente aumento de la eficiencia en el uso. Si bien es cierto que la tecnificación del riego habitualmente se traduce en una disminución de las extracciones en el río o el acuífero, en general no significa una disminución del consumo del agua por el sector, porque se suele traducir en una reducción de los flujos de retorno (por percolación y derrames) utilizados por usuarios aguas abajo y a veces en un aumento del agua consumida por los cultivos (por incremento del área cultivada o cambio a cultivos que consumen más agua, por ejemplo). Adicionalmente, la expansión y la intensificación del riego podrían tener impactos importantes sobre la calidad de las aguas, aumentando la carga contaminante por plaguicidas y fertilizantes, en un contexto en el que la contaminación difusa no está controlada.

58. **La minería.** Las proyecciones de inversiones en el sector minero siguen siendo importantes para los próximos años, lo que debería manifestarse en un aumento de la demanda hídrica del sector, hoy estimado en el 8,75% de los usos consuntivos del país, y concentrada entre las regiones I a VI, según Ayala et al. (2007). COCHILCO (2010) estima la inversión sectorial de cobre, oro y plata entre 2010 y 2015, tanto a través de la empresa pública CODELCO, como de la minería privada en US\$50.000 millones. El aumento de la producción minera está relacionado con uno de los objetivos del Gobierno, consistente en fomentar la pequeña y mediana minería y el desarrollo de la empresa pública CODELCO, mediante aumentos de la inversión y privilegiando la exploración de nuevos yacimientos y la modernización tecnológica y ambiental. Cabe recordar que el potencial de producción minero de Chile es

muy importante, con aproximadamente el 40% de las reservas mundiales de cobre, el 23% de las de molibdeno, el 15% de las de yodo y el 40% de las de litio y renio (COCHILCO, 2009).

59. Si bien es cierto que la actividad minera está ubicada principalmente en el norte del país donde el agua es escasa, no parece que el consumo de agua por parte de la minería pueda ser realmente un factor limitante del sector. Esta actividad ha aumentado de manera considerable su eficiencia de uso, oscilando hoy en día entre los 0,11 m<sup>3</sup>/Tm de la faena de El Abra, en la II región, a los 2,32 m<sup>3</sup>/Tm de División Salvador de CODELCO, en la III Región. Además, si bien la utilidad (el beneficio neto) que obtiene cada empresa del uso de un metro cúbico de agua en la producción de mineral refinado varía considerablemente (los valores oscilan entre los US\$363.619 por m<sup>3</sup> de CODELCO a los US\$8.194.239 por m<sup>3</sup> de El Abra), siempre es muy alta, lo que explica la posibilidad de recurrir a la desalinización del agua del mar si fuera necesario, como ya lo hacen algunas mineras en el norte del país, o tratar de comprar DAA donde las aguas superficiales y subterráneas ya están agotadas .

60. **Sector de generación de electricidad.** De acuerdo a la meta del nuevo Gobierno de alcanzar un crecimiento del PIB nacional del 6% anual, se estima que se deberá duplicar la disponibilidad de energía para 2020 (INE, 2010 y Banco Central de Chile, 2010b). En línea con el objetivo de diversificar la matriz energética y reducir la dependencia del exterior, se busca promover las energías renovables no convencionales (hidroelectricidad entre otras) hasta alcanzar el 20% de la matriz energética en 2020. Según CNE 2008, en el periodo 2009-2012 entrarían en operación proyectos hidroeléctricos con una potencia instalada de 3.800 MW. Según CNE 2008, de acuerdo con las proyecciones realizadas utilizando el modelo de optimización del plan de obras indicativo de la propia CNE, entre 2008 y 2020, aproximadamente el 34% de la expansión de los sistemas SIC y SING será cubierto por proyectos hidroeléctricos convencionales. Los termoeléctricos, que también demandan agua para refrigeración (aunque no ha sido posible localizar datos), representarían el 38% de la expansión.

61. El fuerte crecimiento de la hidroelectricidad en los próximos años está confirmado por la entrada de proyectos de generación eléctrica en el SEIA, donde se están evaluando proyectos con una potencia eventual de 3.800 MW y se afirma que se puede pensar en un potencial de instalación de centrales de hasta 20.000 MW, casi cuatro veces la potencia instalada actualmente.

62. **Agua y medio ambiente.** Si bien es indispensable satisfacer las necesidades de agua para el desarrollo económico y el bienestar social, cada vez hay una mayor conciencia social a nivel mundial de que si no dejamos agua para las necesidades de la naturaleza habrá un momento en que tampoco podremos satisfacer las “necesidades humanas”. Este es un tema que merece ser discutido en los foros académicos, públicos y sociales del país, como una responsabilidad ante las siguientes generaciones.

### 2.3.2 Cambio climático

63. De acuerdo con el modelo del cambio climático global, esto significa para Chile un incremento de temperaturas en todo el país, significativas reducciones en la precipitación en la zona central (desde la región de Valparaíso hasta Los Lagos), incremento de precipitación en el extremo sur, con la región de Aysén como transición, donde no se esperan cambios en la precipitación, e inseguridad en el extremo norte (desde Arica hasta Atacama). Estos efectos en el clima tendrán importantes implicaciones en el ciclo del agua, principalmente en la disponibilidad de recursos hídricos y la estacionalidad e intensidad de caudales. Se esperan inundaciones y sequías de mayor intensidad.

64. De hecho, la precipitación media anual ha ido disminuyendo de forma clara en los últimos 70 años, con valores que varían del 20% en La Serena al 15% en Concepción (Santibáñez, 2010). Simultáneamente se han observado aumentos de las temperaturas mínimas diarias en la zona central y del déficit hídrico con retroceso de la masa y capacidad de retención natural de los glaciares.

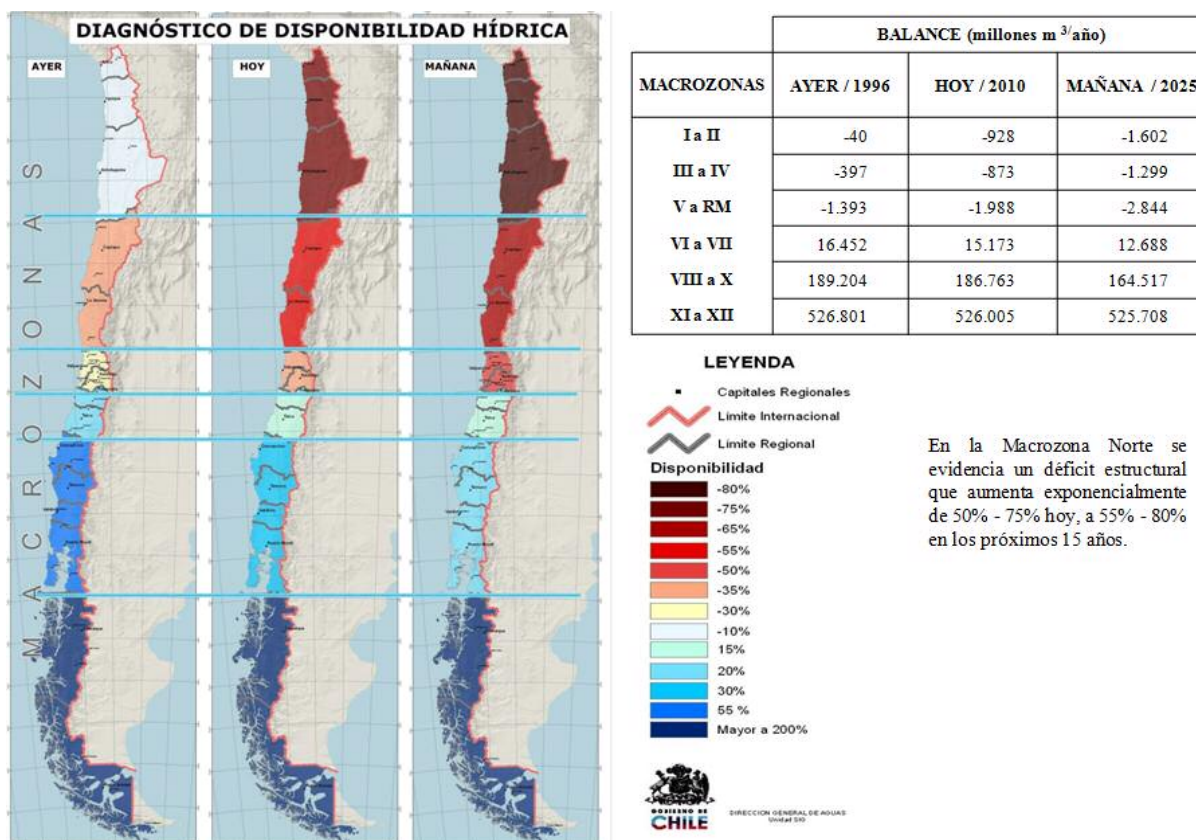
65. En *Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean*, CEPAL (2010) se estiman los impactos del cambio climático en la hidrogenación, irrigación y abastecimiento poblacional entre US\$22.000 y US\$320.000 millones dependiendo del escenario de cambio climático y la tasa de descuento considerada. De acuerdo con este estudio, el cambio climático tendrá un grave impacto en la economía chilena. Se indican pérdidas significativas en todos los sectores: (a) pérdida de generación eléctrica del 10 al 20% respecto del escenario base; (b) una previsión de déficit en el abastecimiento de la región Metropolitana debida a cambios hidrológicos en el río Maipo asociados a una disminución de la regulación por nieve; (c) descenso de la disponibilidad de agua en todas las regiones donde hay minería, que en general son las regiones en las que hay escasez, lo que podría aumentar el uso de la desalinización para la minería, incrementando los costos de producción y (d) descenso de la disponibilidad de agua en las regiones al norte de la RM, mientras otras regiones, especialmente en el sur, se pueden beneficiar del cambio climático debido a incrementos en la temperatura.

#### **2.4 Estimación de los balances hídricos**

66. No es fácil poner en números los balances pasados y actuales y menos aún los futuros, pero—hasta con valores aproximados siempre susceptibles de mejorarse—sirven para tomar decisiones sobre dónde hay que actuar y con qué premura. Así las cosas, la DGA ha hecho las siguientes hipótesis simplificadoras para calcular los balances de demanda menos oferta y llegar a los déficits mostrados en la Figura 2.7 para las macrozonas hidrológicamente homogéneas denominadas Norte Grande (Regiones XV a II), Norte Chico (II y IV) y Zona Central (V a VII) (DGA, 2011).

67. La DGA definió tres escenarios para analizar la evolución que ha tenido y se proyecta para el déficit hídrico en el país: “Ayer” se situó en 1987 ya que es la fecha del estudio de balance hídrico; “Hoy”, como el año 2010 donde se supone que aun no hay cambio climático pero ha habido un aumento de la demanda y la capacidad de regulación, y “Mañana” en 2025 porque es la fecha más alejada con una proyección plausible de la demanda—para este escenario se ha supuesto una variación de la disponibilidad hídrica (disminución en general) asociada al cambio climático según las proyecciones del estudio realizado por la Universidad de Chile para CONAMA. Se observa un déficit importante en el escenario Hoy en toda la zona Norte y Centro Norte, que se agrava en el escenario Mañana.

Figura 2.7 Balances hídricos estimados para 1996, 2010 y 2025



Fuente: Elaborado por DGA, 2010.

### 3. LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS – ASPECTOS LEGALES E INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

68. Los capítulos 3 y 4 versan sobre los arreglos institucionales bajo los que se hace la gestión de la cantidad y la calidad del agua en Chile. El enfoque se ha centrado en los temas institucionales que parecen más importantes para la identificación de los principales desafíos a enfrentar en la gestión de los recursos hídricos. Siguiendo la terminología de Fox (1976), los arreglos institucionales son un conjunto *de reglas y organizaciones* interrelacionadas que sirven para coordinar las actividades orientadas a obtener objetivos sociales. Los arreglos institucionales, por lo tanto, tienen dos componentes. El primer componente es un conjunto de reglas, leyes, regulaciones y costumbres establecidas que tratan el comportamiento individual en el tema en cuestión. El segundo componente consiste en la o las organizaciones que administran y hacen valer las reglas y verifican su cumplimiento. Las *reglas* en este caso son el sistema de derechos de agua y las disposiciones para usarlos, transferirlos y mantener los registros correspondientes, así como para conservar la calidad del agua. Las *organizaciones* son las dependencias centralizadas y descentralizadas del gobierno y los grupos privados que manejan la cantidad y calidad del agua en el país. Este capítulo se ocupa del primer componente y el capítulo 4 del segundo.

69. En la siguiente sección se presentan las disposiciones legales básicas chilenas referentes a los derechos de agua, incluyendo sus características y regulación. Existe un consenso de que estas disposiciones legales, cuya mayor parte fue establecida mediante la Constitución de 1980 y el Código de Aguas de 1981, han sido benéficas para la nación (ver, por ejemplo, Peña 2001, 2009). Junto con otros factores, tales como la política macroeconómica del país; la estabilidad institucional; el crecimiento de los precios de las materias primas en las que Chile tiene ventajas comparativas; los subsidios a la agricultura de regadío que facilitaron la comercialización de productos agrícolas y la orientación exportadora de este sector, estas disposiciones han contribuido a grandes inversiones privadas en el aprovechamiento del agua y la infraestructura. Han permitido el desarrollo de las minerías, especialmente en el norte donde el agua es un recurso relativamente escaso; también han facilitado el cambio a una agricultura de alto valor y, junto con la creación de los derechos de agua no consuntivos, han permitido el desarrollo de la hidroelectricidad.

70. Las siguientes secciones 3.2 a 3.9 abordan diversos aspectos legales e instrumentos de gestión que se aprecian como desafíos. En algunos temas ya se han realizado reformas significativas, pero hay asuntos importantes, como los siguientes, que todavía requieren atención: la seguridad hídrica de los DAA, la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas, la facilitación de los mercados, la protección de la seguridad hidrológica, la gestión sostenible del agua subterránea, el aseguramiento de la calidad del agua y la mejora del Registro Público de los DAA.

#### 3.1 El marco legal básico: Los derechos de aguas

##### 3.1.1 Definiciones y características

71. A partir de 1973, el paradigma económico de Chile cambia de un modelo en donde el Estado intentaba proteger y asegurar la asignación de recursos, a otro en el que el Estado asigna originariamente los recursos y el mercado tiene el papel de reasignarlos de una manera eficiente. En lo que respecta a la gestión de recursos hídricos, este paradigma se manifestó en acciones del gobierno cuyo objetivo fue crear derechos de uso de agua seguros, intangibles y transferibles para facilitar la operación eficiente del mercado como un mecanismo de asignación del agua (Donoso, 2003).

72. **Definiciones.** Como lo establece el CA, los DAA se definen, entre otros elementos, por (Vergara, 1998, 2010):

- a. La *cantidad de agua* que se autoriza a extraer expresada en volumen por unidad de tiempo;
- b. El o los *puntos de captación* y el modo de extracción;
- c. Si el derecho es de ejercicio permanente o eventual, continuo, discontinuo o alternado, consuntivo o no consuntivo;
- d. El desnivel y puntos de restitución de las aguas si se trata de un *uso no consuntivo*.

73. Aún cuando los DAA se definen a partir de una *cantidad de agua* (volumen por unidad de tiempo), en la práctica, la mayoría de los DAA se ejerce de manera proporcional al flujo real e instantáneo del respectivo cauce, que es variable (sistema de distribución por alcuota, a prorrata o por turnos). Eso se explica por la variabilidad natural de los flujos de agua en los ríos y el sistema tradicional de distribución de las aguas por alcuotas o por turnos en el cauce natural y en los canales colectivos. Algunos expertos (p.ej. Vergara, 2010) opinan que cabría discutir la viabilidad y procedencia de mantener la definición de los derechos por unidad de tiempo actualmente vigente. Sin embargo el sistema actual, que combina montos máximos volumétricos por unidad de tiempo en tiempos de abundancia con alcuotas en tiempos de escasez, parece adecuado, ya que el uso de un sistema de derechos puros de alcuotas impediría cualquier aprovechamiento de las aguas sobrantes o liberación de aguas para objetivos ambientales y permitiría el uso completo de las aguas por los actuales titulares de DAA. Por otra parte, el cambio de definición de los DAA a un porcentaje del total del caudal podría resultar complejo y conflictivo, aunque de hecho el sistema en la práctica ya opera de esta manera.

74. Los DAA pueden ser *consuntivos* y *no consuntivos*. Esta distinción y, en particular, el concepto de uso no consuntivo, fue incorporada con el objeto de facilitar el desarrollo de la hidroelectricidad en las partes altas de las cuencas sin afectar los usos existentes aguas abajo del río. Esto se debe a que, cuando entró en vigor el CA, la mayoría de las aguas superficiales en las partes central y norte de Chile ya se habían concedido a usos consuntivos. Los derechos consuntivos son los que facultan al titular para utilizar o consumir todas las aguas; los no consuntivos son aquellos que permiten emplear el agua sin consumirla. En el caso de los usos no consuntivos, la extracción o restitución de las aguas debe hacerse sin perjudicar los derechos de terceros constituidos sobre las mismas aguas, en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades.

75. Los títulos de DAA *no especifican el tipo de uso*, quedando el dueño del título en libertad de aprovechar el agua para el uso que le plazca. Hay que considerar que cuando se definió el DAA, no se pensó en los usos del agua “en la corriente” (p.ej. recreación, pesca).

76. **Características.** Las siguientes son algunas de las características básicas de los DAA en Chile: (a) seguridad jurídica sólida, (b) posibilidad de gravarlos y (c) libre ejercicio y transferibilidad mediante el mercado del agua (Vergara, 2010).

77. *La seguridad de la titularidad* de los DAA se provee a través de las siguientes medidas:

- a. Seguridad jurídica reconocida por la Constitución: Aunque las aguas son bienes nacionales de uso público, y por ende excluidas del tráfico privado, los DAA gozan de plena protección constitucional, como derechos de “propiedad” (art.19 N° 24 de la Constitución), con el mismo estatuto jurídico de Bienes Raíces que tienen la tierra y los inmuebles. Así, tales títulos de propiedad forman parte del tráfico jurídico privado (es decir, ley civil en lugar de administrativa).
- b. DAA Intangibles: Los DAA no pueden extinguirse sino por renuncia del titular o por causas de Derecho común (art.129 del CA).
- c. Obligación de inscripción en los Registros de Aguas de los CBR que tienen por función principal otorgar certeza en la posesión de los derechos (arts. 112, 118, 120, 121,122 del CA). La mayoría de los derechos constituidos a partir de 1981 y los DAA reconocidos y regularizados están

inscritos en los Registros. Los DAA reconocidos muchas veces no están ni regularizados ni inscritos.

78. *El gravamen* sobre los DAA está permitido (art. 110 y 111 del CA), lo que significa que el titular del DAA tiene la posibilidad de garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de un crédito, a través de la hipoteca del referido derecho.

79. *El libre ejercicio y la libre transferibilidad* de los DAA mediante el mercado de aguas también han sido incorporados por el CA. La transferencia de los DAA entre usuarios no requiere aprobación por la DGA.

- a. Libre ejercicio de los DAA. La legislación consagra una total libertad para el uso del agua a que se tiene derecho, pudiendo los particulares destinar las aguas a los fines o tipos de uso que deseen. Igualmente, no es necesario que una vez constituido el derecho, los particulares justifiquen el uso futuro de las aguas. Tampoco es necesario que en las transferencias de DAA se respete el uso a que antiguamente se destinaba el agua, y los particulares pueden cambiar libremente su destino.
- b. Libre transferibilidad de DAA. El titular del derecho de aguas puede separar el agua del terreno en que estaba siendo usada primitivamente; esto es, puede transferir libremente su derecho (o una parte de su derecho), en forma separada de la tierra. Por consiguiente, estos DAA pueden ser libremente transferidos, a través de negociaciones típicas de mercado.
- c. Posibilidad de cambiar puntos de captación y fuente de abastecimiento de los DAA. La DGA está facultada para autorizar el cambio de la fuente de abastecimiento, el punto de captación y el lugar de restitución de las aguas de cualquier usuario, a petición de éste o de terceros, cuando así lo aconseje el más adecuado empleo de ellas.

### **3.1.2 Regulación de los derechos de aguas**

80. Uno de los elementos del sistema chileno es el papel restringido del Estado en la regulación del ejercicio, y nulo en materia de la transferencia de los DAA. Sin embargo, las medidas para controlar los potenciales efectos negativos de la constitución y del ejercicio de los DAA se han reforzado desde 1981, especialmente con la enmienda del año 2005 y la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994. Hoy las principales medidas del CA para el control de los efectos negativos sobre terceros y/o el medio ambiente son las siguientes:

- a. Sobre la *constitución* de nuevos DAA:
  - i. Los DAA son otorgados en función de los requerimientos del uso para el que se pida (introducido por la Ley n.º 20.017 de 2005 que modifica el CA, art. 140.5-6 y 147 bis);
  - ii. La DGA otorga DAA a los particulares si el agua está disponible y no afecta derechos de terceros, teniendo en cuenta las relaciones entre aguas superficiales y subterráneas (art. 22 del CA);
  - iii. En caso de los DAA no consuntivos, “la extracción o restitución de las aguas se hará siempre en forma que no perjudique los derechos de terceros constituidos sobre las mismas aguas, en cuanto a su cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades” (art. 14 del CA).

iv. La DGA tiene la obligación de establecer un caudal ecológico mínimo, que sólo tendrá impacto sobre los nuevos DAA (introducido por la Ley N° 20.017 de 2005, art. 129 bis 1).

b. Sobre el *ejercicio* de los DAA:

- i. El cambio de fuente de abastecimiento sólo puede realizarse si las aguas de reemplazo, comparadas con las reemplazadas, son de igual cantidad y de calidad similar, y con semejante variación de caudal estacional, exigiéndose además que dicha sustitución no cause perjuicio a los usuarios (art. 158 del CA). El cambio de fuente de abastecimiento es un concepto que en la práctica se traduce en renunciar a un derecho para obtener otro.
- ii. Los DAA que no hayan construido las obras de captación (y restitución en el caso de DAA no consuntivos) tendrán que pagar una patente anual a beneficio fiscal (introducido por la Ley N° 20.017 de 2005, art. 129 bis 4-6).

81. En contraste con la constitución y el ejercicio de los DAA, la *transferencia* de los DAA o el cambio de uso no están regulados.

82. El análisis del perjuicio a terceros implementado por la DGA, conforme al CA, previo a cualquier solicitud de constitución o traslado de DAA se complementa por procesos de notificación. Las solicitudes se radiodifunden tres veces y se publican en un diario nacional y provincial. Adicionalmente, el Sistema de Evaluación de los Impactos Ambientales (SEIA), introducido en 1994 mediante la ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente permite evitar, mitigar o compensar los daños sobre terceros y el medio ambiente que podrían resultar de la constitución, el ejercicio o la transferencia de DAA para aquellos nuevos proyectos que conforme a la ley mencionada están sujetos al sistema. Finalmente, el CA tiene una serie de medidas, la mayoría introducidas en 2005, para el control de las aguas subterráneas, que se analizan en la sección 3.7.

### 3.2 Proteger los derechos de aguas de los grupos vulnerables

83. **Contexto e instrumentos.** Una de las características principales del marco jurídico chileno introducido a principios de los 1980 es la seguridad que da a los DAA con el objetivo de fomentar la inversión privada y el aprovechamiento eficiente de las aguas. En particular, los DAA gozan de plena protección constitucional, son derechos a perpetuidad y es obligatoria su inscripción en los RPA de los CBR, cuya función principal es otorgar certeza en la posesión de los derechos.

84. En ese contexto, un aspecto importante desde un punto de vista social, es el reconocimiento por la Constitución de 1980 de los usos consuetudinarios<sup>1</sup> y el establecimiento por el CA de 1981 de los procedimientos para su regularización y su inscripción en los catastros de los CBR. Adicionalmente, dada la dificultad que habían tenido algunas comunidades indígenas en proteger sus DAA históricos y los conflictos que esta situación había creado, la Ley Indígena N° 19.253 de 1993 introdujo medidas adicionales para proteger especialmente los DAA de los indígenas. Según Peña (2001), el CA de 1981, complementado con la Ley Indígena, llevó a la consolidación de la propiedad de los DAA en las comunidades indígenas.

- a. *Reconocimiento constitucional de usos consuetudinarios y presunción para su determinación.* Si bien el CA requiere que los nuevos DAA sean creados por acto de autoridad (art. 20 del CA) y establece la concesión como la única posibilidad de origen de los DAA, el sistema jurídico actual reconoce también como derechos los usos consuetudinarios de aguas que se hubiesen iniciado

---

<sup>1</sup>Derecho consuetudinario es el inducido por la costumbre.



con anterioridad a la entrada en vigencia del CA de 1981. En este sentido, la legislación de aguas establece una regla sobre la cual se articula el reconocimiento de los DAA antiguos, disponiendo que se tendrá por dueño de un derecho de agua a quien acredite su utilización por una cierta cantidad de tiempo y bajo ciertas condiciones específicas de no afectación a terceros y libre de conflictividad, cuyo detalle se encuentra en el art. 2ºT del CA.

- b. *Regularización de los derechos no formalizados.* Considerando que la mayoría de los DAA corresponden a usos preexistentes al CA de 1981, el art. 2ºT del CA establece el procedimiento para concretar el reconocimiento de estos usos. La regularización tiene dos etapas: una administrativa a cargo de la DGA, con un proceso de publicación y difusión de la solicitud, y una judicial de cargo de los Tribunales de Justicia<sup>2</sup>. La regularización del DAA se concreta por su inscripción en el RPA a cargo de los CBR.
- c. *Protección adicional particular de los DAA indígenas.* La Ley Indígena 19.253 de 1993 protege especialmente las aguas de las comunidades Aimaras y Atacameñas (art. 64), establece la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) para asumir, cuando fuere solicitada, la defensa jurídica de los indígenas y sus comunidades en conflictos sobre aguas (art. 39 del CA), y establece el Fondo para Tierras y Aguas Indígenas para la constitución, regularización o compra de DAA o para financiar obras destinadas a obtener este recurso (art. 20 del CA).

85. **Desafíos pendientes.** Un gran desafío pendiente es la existencia de una importante cantidad de *usos consuetudinarios y derechos antiguos de aguas*, los cuales, en un porcentaje todavía indeterminado, pero que se presume significativo y elevado, *no están inscritos en los Registros de Aguas de los CBR* (Vergara, 2010), lo que puede afectar la seguridad de su uso, porque no se puede proteger (ni manejar) lo que no está definido.

86. Dicha falta de regularización e inscripción en los registros de los CBR se explica por las siguientes razones principales:

- a. No existen incentivos suficientes o penalizaciones adecuadas para que los titulares de DAA se embarquen en un proceso de regularización. En particular, el art. 2T del CA no contiene plazo alguno que obligue a los usuarios a regularizar su derecho y, en realidad, se presenta aquí un procedimiento facultativo porque el derecho no nace con la regularización, sino con el uso. No hay penalidades fiscales por no regularizar un DAA y es posible para un usuario tener acciones de una asociación de canalistas o JdV sin tener título regularizado;
- b. Los procedimientos para la regularización son complejos y largos, lo que se explica en parte por la complejidad de los procesos de verificación que se deben hacer con mucha seriedad, pero también por una excesiva judicialización de los procedimientos. De los DAA informados favorablemente por la DGA desde 1981, entre el 40 y el 65% está a la espera de sentencia judicial (Cristi, 2010). Para limitar los costos de transacción de los procedimientos de regularización, algunos Estados del oeste de EE.UU. han concentrado estos procedimientos en entidades administrativas de aguas, eliminando el proceso judicial (Solanes, 2010).
- c. Si bien es cierto que el trámite ante la DGA es gratuito (salvo si la Dirección estima necesario realizar una inspección ocular), la publicación y difusión de la solicitud en el Diario Oficial, un diario o periódico de provincia y los mensajes radiales son a costa de los interesados, lo que

---

<sup>2</sup> La etapa judicial de la regularización tiene por objetivo la declaración o la constatación de la existencia del derecho basado en el uso consuetudinario. Todo ello de conformidad con los antecedentes que le haya remitido la DGA y las probanzas que los intervinientes hicieren valer en la instancia.

puede representar un costo significativo para el usuario. Sin embargo, ahora existen programas de apoyo a los pequeños agricultores y a los pueblos indígenas para el proceso de regularización. Es el caso del programa Bono Legal de Aguas implementado por el INDAP para los pequeños agricultores desde 2007 y el Fondo para Aguas y Tierras Indígenas implementado por la CONADI y creado por la Ley Indígena 19.253 de 1993.

87. Otro desafío importante es que los artículos transitorios que establecen los procedimientos de regularización han dado origen a una parte importante de los actuales *asuntos y conflictos* que actualmente deben conocer la DGA y los tribunales, ya que se trata de un proceso mixto (con una primera fase administrativa y una segunda y final que es judicial). Como ya hace 30 años que los artículos transitorios que establecen los procedimientos de regularización fueron publicados, hay una creciente dificultad para verificar la validez de los pedidos de formalización de los usuarios. Según estudios de levantamiento de información sobre derechos no inscritos y susceptibles de regularizar (Rhodos, 2010) en las cuencas de Salar de Atacama, Salado afluente al Loa, Ligua, Petorca, Quilimarí, Pupío, Maipo, Itata y Biobío, el artículo 2T se ha prestado a muchos abusos, porque se han regularizado en su nombre muchos usos (especialmente de aguas subterráneas) que no se registran en los catastros de usuarios realizados por la DGA entre 1981 y 1987 para aguas superficiales y en 1976 para aguas subterráneas.

### **3.3 Mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados**

88. Esta sección, basada en Contreras (2010), trata de la protección de los requerimientos hídricos tanto para fines ambientales, es decir, para el mantenimiento de caudales y niveles de acuíferos y lagos, como para la protección de los ecosistemas y servicios asociados, como, por ejemplo, los valores paisajísticos y turísticos asociados.

89. **Contexto e instrumentos.** Como en muchos otros países, la preocupación por la gestión de la calidad del agua y la temática ambiental más amplia es relativamente reciente en Chile (Universidad de Chile, 2010). Hasta los 90, las políticas ambientales e hídricas no habían prestado mucha atención a satisfacer los requerimientos hídricos para fines ambientales, proteger los ecosistemas, la biota y los valores paisajísticos o turísticos asociados. En particular, la definición de los DAA establecida por el CA no reconoce como usos los requerimientos medioambientales. Es en 1994 y luego en 2005 que aparecen los dos principales instrumentos que permiten hoy la protección de los requerimientos hídricos ambientales: el SEIA introducido por la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el caudal ecológico mínimo frente a la constitución de nuevos DAA establecido por la Ley N° 20.017 de 2005 que reforma el CA.

90. *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*, que evalúa grandes proyectos de inversión, tanto privados como públicos (Contreras, 2010) y que, por su especial interés para la GRH, deben ser evaluados si pueden generar diversos efectos adversos. Durante el proceso de evaluación, se pueden incorporar modificaciones y/o medidas de reparación o mitigación. Este proceso se explica más adelante en mayor detalle.

91. *Caudales ecológicos.* La extracción de agua de los ríos conlleva la alteración de la dinámica natural del río y del ecosistema acuático. Por este motivo se ha propuesto internacionalmente el concepto del "caudal ecológico", destinado a conservar las propiedades básicas que mantienen los ecosistemas acuáticos.

92. Hay dos mecanismos para el establecimiento de caudales ecológicos en la legislación chilena: (a) a partir de 1994, a través del SEIA, y en particular en la presentación de Estudios de Impacto Ambiental (EIA), se propone el establecimiento de un caudal ecológico como una medida de mitigación,

fundamentalmente en la construcción de embalses y (b) desde 2005, la fijación de caudales ecológicos mínimos en el mismo acto constitutivo del DAA. En este último caso, el CA precisa que el caudal ecológico mínimo no podría exceder el 20% del caudal medio anual. En casos calificados, previo informe favorable del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Presidente de la República podrá fijar caudales ecológicos mínimos inferiores al 40% del caudal medio anual.

93. Según el Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos SIT N° 132 (DGA, 2008), el caudal ecológico mínimo establecido para el otorgamiento de nuevos DAA se define como “el caudal mínimo que debería tener el río para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica”. Según el mismo Manual, para el SEIA, la definición del caudal ecológico es más amplia y detallada que en el caso anterior. El caudal mínimo ecológico es “el caudal que debe mantenerse en un curso fluvial o en cada sector hidrográfico, de tal manera que los efectos abióticos (disminución del perímetro mojado, profundidad, velocidad de la corriente, incremento en la concentración de nutrientes, entre otros) producidos por la reducción de caudal, no alteren las condiciones naturales del cauce, impidiendo o limitando el desarrollo de los componentes bióticos del sistema (flora y fauna), ni alteren la dinámica y funciones del ecosistema”.

94. La DGA estableció una serie de metodologías para determinar los caudales mínimos ecológicos, siendo las hidrológicas las más utilizadas. Éstas presentan la dificultad de que la autoridad normalmente requiere un mínimo de 25 años hidrológicos a nivel medio diario, teniendo en cuenta los años húmedos, normales y secos. En la práctica, para evaluar el caudal ecológico en el marco del SEIA, las metodologías han sido establecidas caso a caso, según la localización del proyecto, las particularidades del curso de agua en estudio y las características específicas del proyecto o actividad en evaluación y es el propio solicitante quien propone la metodología de cálculo del EIA o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), independientemente de que la propia autoridad pueda requerir la aplicación de otra metodología en particular (Contreras, 2010).

95. **Desafíos pendientes.** La introducción de los caudales ecológicos como parte del SEIA en 1994 y las modificaciones a la forma de constituir DAA en 2005 han fortalecido la protección de los requerimientos hídricos de los ecosistemas. En particular, el SEIA ha sido un buen filtro para aprobar solamente los proyectos que respetan las normas ambientales. Entre 1997 y 2008 se han evaluado 13.597 proyectos, de los cuales 9.695 fueron aprobados por un monto total de inversión de US\$105.000 millones. Sin embargo, falta mucho por hacer para que los requerimientos hídricos del medio ambiente sean correctamente protegidos:

96. *DAA y requerimiento hídricos para los ecosistemas y sus servicios.* La definición de los DAA establecida por el CA no reconoce los usos ambientales. Además, si ya se han protegido los caudales ecológicos mínimos, estos se ubican principalmente en las cuencas de baja escasez de recursos y de bajos precios de los DAA. En las cuencas con alta escasez de agua, la protección de los caudales ecológicos mínimos a través de la constitución de nuevos derechos no es una solución y, quizás el Estado no está dispuesto, como en Australia, a dedicar presupuestos importantes para la compra de DAA sobre-otorgados. Además, la patente por no uso y la necesidad de justificar el uso futuro del agua para la constitución de nuevos DAA, introducidos en 2005 con la enmienda del CA, han inhibido que actores privados interesados en conservar parte del recurso hídrico para el uso ambiental o recreacional en los cuerpos de agua adquieran y conserven DAA para este propósito. Sin embargo, dado que el Gobierno está exento del pago de la patente por no uso, una posible alternativa sería que adquiriera la titularidad de tales DAA ya sea comprándolos o recibéndolos de privados como donación.

97. *Caudal ecológico y requerimientos hídricos para los ecosistemas y sus servicios.* En la actualidad, la mayoría de los proyectos evaluados con posterioridad a la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente tienen implementado un caudal mínimo ecológico basado principalmente en

indicadores hidrológicos y/o bioindicadores acuáticos, sin considerar los servicios que los ecosistemas generan para la población que depende de ellos. La conceptualización del caudal ecológico con un enfoque ecosistémico dentro del SEIA permitiría identificar claramente los requerimientos de caudal necesarios para mantener cada uno de los bienes y servicios presentes en el río, constituyéndose en una herramienta para la conservación y manejo de dichos atributos. De hecho, la dimensión social puede ser considerada como elemento constituyente de la organización de los ecosistemas. En este caso, el caudal ecológico involucraría no solamente el mantenimiento de la biodiversidad acuática, sino también todos aquellos bienes y servicios ecosistémicos valorados por la sociedad (p.ej. turismo, pesca, recreación) o que funcionen como el entorno natural de las comunidades indígenas.

98. Finalmente, un desafío pendiente adicional, es que *el agua como parte del entorno natural* no es, en general, objeto de protección adecuada. Es decir que no hay derechos ni compensación que tengan en cuenta el valor del agua sin que haya “usos” fuera del cauce. Sin embargo, estos usos existen (p.ej. pesca, transporte y navegación, pastoreo) y tienen valor social, ambiental, económico y cultural, y eso puede afectar el modo de vida de ciertos grupos, incluyendo los indígenas (Solanes, 2010). Según Yáñez (2005), “La monopolización de las aguas indígenas por terceros ajenos a las comunidades indígenas se agudizó con la promulgación -en 1981- del CA. En el caso de las comunidades indígenas del norte del país el recurso es monopolizado fundamentalmente por las grandes empresas mineras. El auge minero de las últimas décadas ha favorecido dicho proceso de monopolización y ha profundizado procesos de antigua data como el desecamiento de vegas y bofedales y la migración indígena de sus tierras de origen a las ciudades de la costa, con el consiguiente abandono de las tierras altas”.

99. El caudal ecológico y el SEIA son instrumentos que para ser efectivos requieren una buena base de *datos* para su definición y un fuerte sistema de control, *fiscalización* y sanción para hacer cumplir las normas. Las debilidades de ambos sistemas han limitado la implementación de los dos instrumentos. Se señalan en particular:

- a. La fiscalización del SEIA ha sido realizada por los diversos servicios públicos sectoriales, lo que ha afectado la implementación de las medidas de mitigación. Sin embargo, con la creación de la SMA en 2010, se pretende unificar todo el proceso de fiscalización a través de una entidad única, desde las Resoluciones de Calificación Ambiental, hasta las medidas puestas en marcha por las Declaraciones o Evaluaciones de Impacto Ambiental. Por lo pronto, es recomendable evaluar cómo se ha realizado la fiscalización de los caudales ecológicos establecidos con los nuevos DAA que se han constituido, para identificar los problemas y tener elementos para plantear un proceso unificado de fiscalización realista y efectivo.
- b. El establecimiento del caudal ecológico en el contexto del SEIA y definido de acuerdo a lo establecido en el Manual antes mencionado, debe realizarse de acuerdo a las necesidades de organismos y/o comunidades biológicas (macroinvertebrados, algas, peces etc.) en integración con variables hidráulicas y de calidad del agua. Un desafío en el establecimiento de los caudales ecológicos es que no existen curvas de idoneidad específicas por especie que sirvan de referencia para los modelos de simulación de hábitat y/o para establecer los requisitos de los hábitats de las especies. Por ello se requiere realizar estudios del desarrollo histórico de las poblaciones de peces, los cuales no han sido desarrollados en el marco de la investigación científica básica disponible en Chile. Este tipo de estudio puede demorar décadas, considerando que la ictiofauna nativa de los sistemas límnicos de Chile contienen alrededor de 44 especies.

100. Los *proyectos agrícolas o de riego parcelario* no están sujetos al SEIA aunque pudieran tener efectos negativos significativos en la cantidad y calidad del agua.

101. Una fuente importante de *conflictividad* entre *los usuarios y la DGA es la diversidad de los criterios y metodologías* conforme a los cuales se han establecido los *caudales ecológicos mínimos* (Vergara, 2010). Por lo tanto, la Ley N° 20.417 de 2010 que crea el MMA, modificó el CA incorporando que “un reglamento que deberá llevar la firma de los Ministros del Medio Ambiente y de Obras Públicas, determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo.” Todavía no se ha aprobado tal reglamento.

### 3.4. Mejorar los mercados de aguas

102. **Contexto y instrumentos.** Como se menciona en la sección 3.1, el CA también proveía que los DAA se separasen de la tenencia de las tierras y permitía que se comercializaran libremente. Este aspecto del CA ha recibido amplia atención, tanto en Chile como internacionalmente. Desde mediados de los 90, cuando se llevaron a cabo los primeros estudios empíricos de los mercados de agua en cuencas seleccionadas, varias publicaciones del Banco Mundial también trataron el tema de los mercados de agua en Chile<sup>3</sup>. En Bauer (2004) hay una revisión de esa literatura. Mostró que los mercados de agua han sido bastante activos en algunas cuencas como el Limarí y el Elqui. Los mercados de agua ayudaron a (i) facilitar la reasignación de agua de usos de menor a mayor valor (de agricultura tradicional a la orientada a la exportación y de agricultura a otros sectores como abastecimiento y minería); (ii) mitigar el impacto de las sequías al permitir préstamos de cultivos anuales básicos a producción de fruta y otros cultivos permanentes; y (iii) generar disponibilidad de recursos de agua allí donde todos los recursos ya estaban asignados, especialmente en el Norte de Chile, permitiendo que las empresas mineras y de abastecimiento accedan a un agua que probablemente sea más barata que si tuviesen que encontrar fuentes alternativas, como la desalinización (Jouravlev, 2005).

103. En la bibliografía se encuentra que las actividades de los mercados de agua han sido relativamente leves o limitadas y que hay una dispersión de precios significativa. Según Jouravlev (2005), en cuencas con intensa competencia por el agua, sólo el 5% de los DAA habían sido transferidos en una década. La mayoría de las transferencias habían correspondido a agua que sólo se había usado marginalmente, había caído en desuso o se había usado en áreas agrícolas que ahora estaban cubiertas por el crecimiento de las ciudades. Las transferencias de agricultura intensiva eran escasas a menos que se vendiera también la tierra o hubiera un exceso de agua. Entre las razones para que los mercados de agua fueran limitados se encuentran (Vergara, 1998; Jouravlev, 2005): (i) excepto en algunas cuencas como el Limarí, la infraestructura existente es inadecuada para aumentar el almacenamiento, la desviación y el transporte; (ii) la mayoría de los DAA no están formalmente registrados y, aunque tengan total protección como derechos de propiedad, no se pueden transar; (iii) muchos DAA que tenían títulos legales formales comprendían una gran parte que en la práctica era motivo de disputa (por ejemplo, podían estar definidos como “permanentes” cuando en realidad el agua no estaba disponible todo el año); y (iv) dado que no se requiere que los dueños de DAA usen el agua en forma beneficiosa<sup>4</sup>, y no hay pérdida si el agua no se usa<sup>5</sup>, había pocos incentivos para transferir el agua que no se necesitaba.

104. La reforma de 2005 del CA pretendía tratar este último aspecto al menos en parte con la introducción de la patente por no uso (ver Sección 3.6). sin embargo, el efecto precio de este instrumento en la actividad de los mercados de agua aún no ha sido determinado (Cristi y Poblete, 2010a).

105. La reforma de 2005 del CA también preveía la creación del Registro Público de DAA en el ámbito del Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, y encargó a los CBR de la DGA (ver sección

---

<sup>3</sup> Ver Hearne y Easter, 1995; Brehm y Quiroz, 1995; Dinar et al., 1997; Hearne y Easter, 1998; Briscoe, Salas y Pena, 1998; y Cristi et al., 2000.

<sup>4</sup> Como el principio del “uso beneficioso” del oeste de EEUU (Colby-Saliba y Bush, 1987).

<sup>5</sup> Como el principio del “úsalo o piérdelo” del oeste de EEUU (Colby-Saliba y Bush, 1987).

3.9) proveer datos relativos a las transferencias de los DAA. Estos datos son públicos (en la página Web de la DGA) desde hace aproximadamente un año. Cristi y Poblete (2010b) hicieron un primer análisis de estos datos de transacciones de DAA de reciente disponibilidad que cubren 4 años, de 2005 a 2008, Dicho análisis se discute en Cristi (2010) y Verges (2010). En la tabla 3.1 puede verse un resumen de resultados por región.

**Tabla 3.1 Cantidad y valor de las transacciones de DAA consuntivos informadas por los CBR, 2005-2008**

<b>Región</b>	<b>Total de transacciones de DAA</b>	<b>Transacciones de DAA sin transacción de otros bienes</b>	<b>Valor de transacciones sin otros bienes (10<sup>6</sup>US\$)</b>	<b>Precio medio por transacción de DAA (US\$)</b>
I	568	564	20	36.121
II	153	131	216	1.652.519
III	16	15	8	530.933
IV	3.489	3.448	550	159.615
V	3.191	2,839	517	182.029
RM	4.804	4.226	2.312	547.095
VI	2.315	2.010	509	253.361
VII	6.518	6.159	622	101.059
VIII	2.330	2.162	29	13.432
IX	494	487	8	16.805
X	225	223	23	103.390
XI	68	68	0	2.588
XII	6	6	0	80.667
<b>Total</b>	<b>24.177</b>	<b>22.338</b>	<b>4.817</b>	<b>215.623</b>

Fuente: Verges, 2010; basado en Cristi y Poblete, 2010b.

106. Los resultados del periodo de cuatro años muestran que se realizaron 24.177 compraventas de DAA, de las que 22.338 no comprendieron la transacción de otros bienes. El valor de estos últimos (calculado multiplicandolos por los precios promedios) suma US\$4.800 millones, o unos US\$1.200 millones al año. Casi la mitad del valor mencionado de las transacciones se originó en la RM<sup>6</sup>. Cristi y Poblete también encontraron una enorme dispersión de precios, lo que puede ser un indicador de la falta de información de mercado entre compradores y vendedores. También encontraron precios mayores en el norte del país, más seco, que en el Sur, lo que puede indicar que al menos en parte el mercado refleja la relativa escasez de agua.

107. Hay que tener en cuenta ciertos detalles con respecto a estos datos. Obviamente, la calidad de los datos depende de lo bien que los CBR hagan su trabajo. Además, los valores transados son indicativos, ya que se mezclan DAA con distintos tipos de ejercicio, con factores de uso muy diferentes y puede que se valoren más las transacciones importantes que las pequeñas, produciendo a una sobreestimación de los valores de las transacciones medias<sup>7</sup>. Teniendo en mente los problemas de los datos, y el hecho de que tras las medias que se muestran en la tabla 3.3 se esconden algunas transacciones muy grandes (hasta

<sup>6</sup> En comparación, la *National Water Commission* de Australia estimó el tamaño anual del mercado de derechos en ese país en 2008/09 en unos US\$2.200 millones.

<sup>7</sup> Verges (2010) compara los datos de Cristi y Poblete (2020b) con datos de la SISS, que recoge información de forma habitual sobre las transacciones de agua regionales directamente de los CBR. Este es un factor usado para determinar los ajustes de precio para las empresas de abastecimiento. Teniendo en cuenta el uso de métodos ligeramente distintos, Verges observa que los datos de Cristi y Poblete son comparables a grandes rasgos con los de la SISS.

US\$250 millones), esto sugiere que a un cuarto de siglo de la introducción de los mercados de agua en Chile puede que ya no sea apropiado hablar de mercados “leves”. Por otra parte, los datos mencionados muestran las compraventas, pero no los arriendos, por ejemplo.

108. **Desafíos pendientes.** Hay algunos problemas y desafíos asociados a las actividades del mercado de aguas.

109. *Información de mercado.* La amplia dispersión de precios encontrada por Cristi y Poblete (2010b) puede ser una indicación de la poca información a la que tienen acceso compradores y vendedores. Hasta las reformas de 2005, la información sobre las transacciones únicamente estaba disponible a través de los CBR; la actividad de los mercados de agua ha carecido a menudo de transparencia lo que ha afectado los resultados del mercado.

110. *Costos de transacción.* Parcialmente relacionado con lo anterior, los costos asociados con una transacción en el mercado de aguas pueden aumentar debido al difícil proceso de encontrar compradores o vendedores potencialmente adecuados. Los agentes interesados en la compraventa de derechos suelen acudir a oficinas de abogados especializados en DAA para buscar compradores y vendedores y obtener alguna referencia respecto de los precios. También es común que personas naturales o empresas con DAA contraten servicios de consultoría para que les valoren sus derechos con respecto al mercado. No son comunes las empresas especializadas en intermediación. (Verges, 2010). Sin embargo, en cuencas como el Limarí con una abundante actividad en el mercado de agua, incluido entre explotaciones, se estima que hay más de 50 intermediarios que tienen aproximadamente entre un 70% - 80% de participación en el mercado<sup>8</sup>.

111. *Equidad y exclusión.* La falta de transparencia del mercado, la prevalencia de las negociaciones bilaterales, y la asimetría de información que existe en el mercado (con actores como las empresas sanitarias o mineras mucho más capaces de obtener información con respecto a la operatoria del mercado que la mayoría de los agricultores, por ejemplo), pueden también llevar a una redistribución del agua y las actividades económicas relacionadas poco equitativa con respecto a las ganancias del intercambio (Verges, 2010). Este también puede ser el caso de las transacciones dentro del sector agrícola, p.ej. entre grandes empresas agroindustriales y pequeños agricultores, que en muchos casos cuentan con una formación escolar muy limitada<sup>9</sup>.

112. *Flujos de retorno y efectos en la corriente y sobre terceros.* De acuerdo con el CA, se supone que los DAA (consuntivos) no toman su agua de flujos de retorno. Sin embargo, según Jouravlev (2005) el 70% de los DAA emitidos depende de los flujos de retorno; no obstante, no existen estudios publicados que justifiquen esta cifra. La inducción temporal del concepto del uso previsible empeoró la situación (ver sección 3.5). Dado que los DAA no incluyen especificaciones sobre el tipo de uso, los dueños de DAA pueden aumentar su consumo de agua real y por lo tanto reducir los flujos de retorno de los que otros pueden depender, sin que se les pueda pedir cuentas por los efectos negativos. Incluso sin mercados de agua, esta discrepancia entre la ley y la práctica da como resultado un elevado grado de inseguridad y de posibles conflictos.

---

<sup>8</sup> Una iniciativa para reducir los costos de transacción es el proyecto “Desarrollo de un mercado electrónico para el agua en Chile” que se desarrolla en colaboración con la DGA, instituciones académicas y CORFO.

<sup>9</sup> Un estudio de caso de los impactos de la distribución de los mercados de agua en pequeños agricultores en la cuenca del Limarí encontró que los mercados de agua habían redundado en trasladar el agua de usos de bajo a elevado valor, y que los agricultores de recursos limitados usaban ventas temporales de agua como paracaídas. Sin embargo sigue sin estar claro el efecto de las ventas permanentes de DAA (Hadjigeorgalis, 2008).

113. Los mercados pueden empeorar los problemas relacionados con los flujos de retorno, especialmente en cuencas donde la mayoría del agua ya ha sido asignada. Tienden a provocar un mayor uso del agua. Además, dado que el CA no limita la transferencia de DAA en función de su uso consuntivo histórico sino que permite la transferencia del título nominal, es posible que nuevos usuarios (como los agricultores orientados a la exportación, con tecnologías de irrigación más eficientes) incrementen el consumo real de agua y reduzcan los flujos de retorno. Hasta ahora no se han tomado medidas importantes para enfrentar los diversos problemas asociados con los cambios en los caudales de retorno.<sup>10</sup>

### 3.5 Mantener la seguridad hídrica de los derechos de aguas

114. **Discrepancia entre la naturaleza del uso y la definición del DAA correspondiente.** Casi todos los usos tienen un componente “consuntivo” y un componente “no consuntivo”, en otras palabras consumen una parte del agua extraída y devuelven otra parte como flujo de retorno (aguas de percolación o derrames) disponible para usos ulteriores.

115. El sistema chileno distingue los derechos de uso no consuntivo y consuntivo del agua desde 1981. Sin embargo, en el proceso de constitución, regularización o perfeccionamiento de los DAA, la práctica ha sido considerar cada uso totalmente consuntivo o no consuntivo y así asignar el DAA correspondiente. Esta práctica genera dos problemas: (a) por una parte hace muy difícil utilizar el pleno potencial de los recursos hídricos, y (b) lleva al sobreotorgamiento de los DAA, como resultado de la conversión de los derechos históricos proporcionales en DAA con un volumen máximo fijo.

116. *Asegurar el uso óptimo de las aguas sin poner en peligro la sostenibilidad de los ríos y acuíferos – sobreotorgamiento vinculado al concepto de uso previsible.* La DGA ha suspendido la constitución de nuevos DAA consuntivos en un número creciente e importante de ríos y acuíferos donde el volumen otorgado por DAA había alcanzado la disponibilidad de explotación sostenible. En muchos casos los acuíferos y ríos cerrados exhiben mejores condiciones de las esperadas, y en realidad no presentan problemas de sobreexplotación. La razón principal es que el uso real del agua es mucho menor que el volumen concedido debido a la importancia de los flujos de retorno (derrames y percolación) y porque existen DAA que no son plenamente utilizados (DAA continuo, uso eventual etc.). Estas restricciones al otorgamiento de nuevos DAA pueden tener impactos negativos sobre el desarrollo económico local, porque existen inversiones que no se pueden hacer en razón de no poder constituirse más DAA. Por ese motivo, entre 1995 y 2010 se establecía el concepto de uso previsible en los acuíferos, con la idea de que se podría utilizar mejor el potencial de los acuíferos y rectificar de esta manera la sobreestimación de la demanda resultante de la asignación de DAA consuntivos y continuos a usos que no lo son necesariamente. La idea era permitir un sobreotorgamiento controlado de DAA. Sin embargo, el concepto de uso previsible, sin implementar medidas para el uso sostenible de los acuíferos y sin un conocimiento adecuado del comportamiento del acuífero y de sus usos puede llevar a la sobre-explotación. De hecho, la DGA y una serie de expertos consideran que el uso previsible fue la causa principal del sobreotorgamiento, y en muchos casos de la sobreexplotación de diversos acuíferos del país. En efecto, el uso previsible utilizado durante cerca de 15 años llevó a subestimar el uso efectivo de los DAA, provocando un detrimento en la sustentabilidad del recurso hídrico y en los ecosistemas asociados. Sin embargo, otros expertos opinan que no se debería limitar la explotación de los acuíferos a los derechos nominales (Muñoz, 2010) y que si el concepto de uso previsible se hubiese utilizado rigurosamente, el sobreotorgamiento hubiera sido mucho menor, a un nivel compatible con la sostenibilidad de los acuíferos (Peña, 2010).

---

<sup>10</sup> Una medida que se está usando pero probablemente sin mucho éxito es la división de algunos ríos con altos caudales de retorno en secciones. Las transferencias entre secciones están prohibidas debido a los posibles efectos negativos en los flujos de retorno.



117. *Sobreotorgamiento vinculado al proceso de perfeccionamiento.* En lo que respecta a DAA superficiales consuntivos, la mayor parte de ellos fueron asignados antes de la publicación del CA y fueron definidos en unidades que en algunos casos correspondían a una alícuota de las aguas disponibles en el río. Como se ha mencionado antes, una parte de estos DAA dependería de los flujos de retorno (percolación o derrames) de usuarios aguas arriba. A través del proceso de perfeccionamiento, estos derechos constituidos con anterioridad al CA “se convierten” desde sus unidades originales a derechos con un caudal fijo que, en caso de no poder ser abastecido, pasa a ser una alícuota de las aguas disponibles en el río.

118. Ya que, por definición, los derechos de uso consuntivo permiten consumir toda el agua extraída sin la obligación de retornar flujos especificados y puesto que, como se ha mencionado, muchos usuarios aguas abajo dependen de esos flujos de retorno, la práctica de asignar un solo derecho consuntivo a los usos históricos ha llevado al sobreotorgamiento de DAA en algunos ríos del país.

119. Además, este proceso sólo requiere una fase judicial y por lo tanto no necesita una revisión técnica previa de la DGA para verificar la disponibilidad de agua o los posibles impactos sobre terceros y tampoco incluye procesos de notificación o publicación (Vergara, 2010).

120. **Sobreotorgamiento de DAA consuntivos e intensificación del uso: la creciente inseguridad hídrica.** El sobreotorgamiento de DAA tiene muchos orígenes, como la utilización del factor de uso, la regularización/perfeccionamiento de DAA antiguos y las debilidades existentes en el sistema de información que no siempre permite conocer todos los derechos ya otorgados.

121. El sobreotorgamiento de DAA da lugar a una creciente inseguridad hídrica de la siguiente manera. Los DAA consuntivos facultan a su titular a consumir totalmente las aguas extraídas en cualquier actividad. En la práctica, casi todos los titulares de DAA consuntivos generan importantes flujos de retorno (derrames y aguas de percolaciones) que aprovechan otros titulares de DAA “aguas abajo”.

122. No se sabe cuántos DAA dependen de estos flujos de retorno (ni qué volumen de agua representan) por falta de estudios completos sobre el tema. Sin embargo, se puede afirmar que el sobreotorgamiento de DAA consuntivos es importante, especialmente desde la RM hacia el norte del país, donde las extracciones para usos consuntivos sobrepasan los recursos disponibles (ver figura 2.3) y en los acuíferos, especialmente donde se ha aplicado el factor de uso (ver tablas 2.2 y 2.3).

123. Si bien es cierto que el sobreotorgamiento de DAA todavía no ha generado situaciones graves, excepto en algunos acuíferos sobreexplotados en el norte del país, este fenómeno constituye un riesgo importante para la rentabilidad de las inversiones y es una posible fuente importante de conflictos en el futuro. De hecho, de acuerdo con la definición del DAA consuntivo, el usuario que restituye parte de las aguas que supuestamente podrían haber sido consumidas en su integridad, no se encuentra obligado de ningún modo a continuar haciéndolo, y puede dejar de producir flujos de retorno en cualquier momento. Esta situación, que durante algún tiempo transcurre con absoluta normalidad, puede generar problemas, por ejemplo cuando, por cambio de tecnología (de riego por inundación a riego por goteo o revestimiento de canales o reservorios), o por cambio de tipo de uso (de riego a uso poblacional) por parte del mismo usuario o como resultado de la venta del título a otro usuario, disminuye notablemente la cantidad de agua que se restituía a la cuenca o al acuífero (Vergara, 2010). Ante tales escenarios, la seguridad hidráulica de los DAA aguas abajo o en los acuíferos disminuye, porque no hay certeza de que el volumen máximo por unidad de tiempo mencionado en el título – o que históricamente haya estado disponible - esté realmente disponible (Vergara, 2010). Por esta razón, en aquellos ríos con un gran caudal de retorno, como los ríos Aconcagua y Elqui, ubicados al Norte de Santiago, ha habido casos en que las JdV han intentado emplear medidas no previstas por la ley, como por ejemplo, la prohibición de las transferencias de derechos de

usuarios agrícolas a usuarios no agrícolas en las primeras secciones del río, para proteger a los usuarios que dependen de él (Rosegrant y Gazmuri, 1994).

124. La creciente inseguridad hidráulica a que hacen referencia los párrafos anteriores, podría afectar – a mediano y largo plazo - los objetivos buscados por la ley, que son proveer incentivos para futuras inversiones privadas. También podría disminuir la rentabilidad de las inversiones ya efectuadas, afectar la sustentabilidad de las fuentes de agua y sus características ecológicas. Esta situación es una posible fuente de conflictos muy importantes para el futuro.

125. En la práctica, en el caso de las aguas superficiales, allí donde hay organizaciones de usuarios esta situación se ha manejado de manera pragmática con una distribución de las aguas disponibles de manera proporcional a los DAA de cada usuario, con lo que los conflictos se han limitado. Pero este sistema pragmático podría tener sus límites a mediano y largo plazo, cuando la repartición proporcional no sea suficiente para evitar que la rentabilidad de la inversión privada de cada usuario se vea afectada de manera grave y se generen conflictos importantes entre usuarios.

126. En los acuíferos donde los DAA han sido sobre otorgados por la autoridad, incluso aunque no haya uso ilegal de aguas y los usuarios respeten las especificaciones de sus DAA, la disminución de los flujos de retorno por la intensificación del uso puede llevar a su sobreexplotación. Además, en este caso, la falta de medidores y la inexistencia de organizaciones de usuarios (excepto en el acuífero de Copiapó), hacen difícil que se practique una reducción proporcional de las extracciones para alcanzar una explotación sustentable del acuífero.

127. **Constitución, ejercicio y transferencia de los DAA - control de los efectos sobre terceros y medio ambiente.** Según el enfoque comúnmente adoptado en la literatura (Dourojeanni, 1999), los daños a terceros y al medio ambiente potencialmente asociados con la constitución, el ejercicio y la transferencia de los DAA pueden ser clasificados en tres tipos: los daños debidos a cambios en el caudal de retorno (volumen), los debidos a cambios en el caudal mismo (volumen y calendario de la escorrentía, calidad de las aguas) y finalmente los eventuales impactos económicos, sociales, culturales y ambientales negativos sobre las aéreas desde las cuales se transfieren los recursos.

128. Los párrafos que siguen describen los instrumentos/medidas disponibles para evitar, mitigar o compensar estos efectos. Del análisis de estos instrumentos se pueden destacar los siguientes desafíos:

- a. Los instrumentos/medidas de control previstos regulan la constitución y el traslado de DAA para evitar daños sobre terceros y al medio ambiente. La transferencia de DAA, el cambio de uso o de tecnología no están sujetos a medidas de control de daños a terceros o al medio ambiente, excepto cuando están asociados a nuevos proyectos sujetos a EIA. Es probable que sean pocos los cambios y transferencias significativas fuera del alcance del SEIA y que no necesitan traslado de DAA. Sin embargo, podría haber algunos que den lugar a daños de los tipos descritos en el párrafo 82; sería útil evaluar/cuantificar estos riesgos, especialmente si se pretende activar los mercados de aguas y continuar con la tecnificación del riego.
- b. Determinar la disponibilidad de aguas, los efectos sobre terceros y el medio ambiente, tener en cuenta las interacciones entre aguas superficiales y subterráneas son *tareas que difícilmente se logran en el actual escenario, por la complejidad del tema, la falta de información confiable* sobre los recursos hídricos y los usuarios de agua, y el desconocimiento de las interrelaciones entre aguas superficiales y subterráneas (Verges, 2010). “La regulación de las externalidades en general y los efectos sobre el caudal de retorno en particular puede ser muy compleja y requiere disponer de un adecuado sistema de gestión de agua, así como de datos hidrológicos e hidrogeológicos confiables y oportunos” (Dourojeanni, 1999). La disponibilidad de tales datos

exige una inversión considerable de medios para crear sistemas integrales de seguimiento e información que no existen en la actualidad.

- c. El procedimiento de perfeccionamiento de los DAA solamente incluye una fase judicial, y por lo tanto no requiere una aprobación por parte de la DGA que asegure que no haya impactos sobre terceros y que el agua esté disponible. Además, no considera la publicación o notificación de las solicitudes, aunque es un proceso que podría provocar daños a terceros (Vergara, 2010).

### 3.6 Seguir avanzando en el uso efectivo de los derechos de aguas

129. **Contexto e instrumentos.** El CA introdujo en 1981 la distinción entre derechos consuntivos y no consuntivos para facilitar el desarrollo de la hidroelectricidad en las partes altas de las cuencas, sin afectar los usos del río aguas abajo. Al mismo tiempo, la DGA estaba obligada a otorgar DAA de manera gratuita a los particulares que los solicitasen si existía disponibilidad y no se afectaban derechos de terceros. Esto significa que se podían pedir todos los DAA disponibles sin justificación de uso y sin pagar nada.

130. Según Peña (2004) y Bitrán y Sáez (1994), la ausencia de la obligación de uso significó: la proliferación de peticiones con fines de acaparamiento y especulación; la generación de la escasez jurídica o formal pero no real del recurso en importantes zonas; la creación de obstáculos para el desarrollo de proyectos por la imposibilidad de constituir derechos de quienes realmente los requieren; y la generación de barreras de entrada para nuevas empresas hidroeléctricas, desincentivando la competencia. El riesgo era particularmente grave en el caso de los usos no consuntivos porque fueron introducidos en 1981 y, por lo tanto, todos estaban por asignarse. De hecho, en relación con los usos no consuntivos, se habían constituidos derechos por más de 15.000 m<sup>3</sup>/s, cuando sólo se utilizaba 2.800 m<sup>3</sup>/s (Riestra, 2008) y en la región de Aysén, una sola petición comprometió la mayor parte de los recursos de la cuenca (Riestra, 2008).

131. Combatir los riesgos de especulación, las barreras de entrada y la escasez jurídica pero no real de agua fue uno de los más importantes objetivos de la reforma de 2005. Por ello, después de muchos debates, la Ley N° 20.017 de 2005 que modifica el CA introdujo tres medidas: (a) la necesidad, a la constitución del derecho, de justificar el caudal pedido asociándolo al uso que se quiere hacer; (b) la DGA puede limitar el caudal de una solicitud de DAA si no hay equivalencia entre la cantidad de agua pedida y el uso invocado por el peticionario y (c) la necesidad de pagar una patente por no uso de agua.

132. **Desafíos pendientes.** De acuerdo con lo esperado, la reforma del CA de 2005 combinada con la actuación de la Comisión Antimonopolio, ha permitido resolver en gran medida los problemas de generación de barreras de entrada y de escasez jurídica, pero no real, de agua que el CA de 1981 había provocado.

- a. Sobre la generación de barreras para la entrada de nuevos actores en el sector hidroeléctrico: Según Peña 2010, el resultado de la reforma de 2005, combinado con la actuación de la Comisión Antimonopolio, ha sido que “la propiedad de DAA ha dejado de ser un elemento de distorsión monopólica, en un mercado que por otras razones tiene una concentración elevada”.
- b. Sobre la generación de escasez jurídica o formal pero no real, según Jouravlev, 2010, “como resultado de la reforma de 2005 (junto con otras medidas), los derechos sin uso que aún subsisten ya no son en general un obstáculo importante para el desarrollo de las cuencas, y es probable que la situación mejore en el futuro con la progresividad de la patente.”

133. Sin embargo, no está claro cuál ha sido el efecto de cada una de las medidas consideradas independientemente. Por ejemplo, parecería que la disposición de imponer la patente por no uso, en

combinación con otras medidas, ha tenido un efecto importante para que los usuarios de agua ya no conservaran derechos sin aprovecharlos desde que la patente se puso en vigor y no adquirieran nuevos derechos posteriormente. Por ejemplo, la empresa hidroeléctrica ENDESA, renunció a una gran cantidad de derechos no usados y solicitudes de DAA que tenía pendientes de resolución. Por otra parte, todavía es pequeño el número de DAA afectados por el pago de la patente que pasa a ser utilizado o se devuelve al Estado. Sin embargo, esto podría cambiar conforme, como lo prevé la ley, que el valor de la patente se vaya incrementando con el paso del tiempo. Valenzuela 2009, observa que “la patente está cumpliendo parcialmente su objetivo en sus primeros años. La patente ha obligado a renunciar a 20 derechos equivalentes a 65 m<sup>3</sup>/s, lo que representa el 1% de los DAA afectados por la patente así como del caudal”. Cristi 2010, indica que “el efecto de la patente ha sido muy limitado, porque en 2009 por ejemplo, sólo el 2,08% de los DAA afectados a un pago de patente pasó a ser utilizado o se devolvió al Estado”.

134. Además, se identifican los siguientes *problemas con el diseño de la patente* :

- a. La patente no se aplica a los derechos para los cuales se han construido las obras. Sin embargo, la mera existencia de obras de captación y restitución, cuando corresponda, no significa necesariamente que las aguas se usen en la práctica. En 2009, el número de DAA sujeto a la patente era de 2.131 (cerca del 1% de los DAA existentes) correspondiendo a un pago de alrededor de US\$22 millones;
- b. Se puede aplicar solamente a los derechos inscritos en los registros de los CBR, y como ya se ha mencionado, muchos derechos no están inscritos;
- c. Las fórmulas de cálculo se definen en el CA, lo que hace difícil su modificación, en particular para reflejar el incremento del valor económico del agua con el tiempo; de hecho el valor económico del agua ha aumentado de manera considerable en algunas regiones;
- d. La patente para DAA consuntivos se asocia al costo de oportunidad de la agricultura, presumiblemente debido a que asociar la patente a un costo de oportunidad de otro sector resultaría en montos más altos que impediría la aceptación del sector agrosilvopecuario que representa cerca de 80% de los DAA consuntivos (Valenzuela, 2009). Sin embargo, utilizar un valor único para los diferentes usos consuntivos basado en el valor económico del agua en el sector agrosilvopecuario no genera incentivos significativos en sectores donde el valor del agua es mucho mayor, como la minería. De hecho, los DAA que pasan a ser utilizados o son devueltos al Estado se concentran principalmente en la agricultura que sólo representaba un 5,87% del caudal de agua sujeto a la patente en 2008 (Cristi, 2010).

### **3.7. Hacer la gestión del agua subterránea más sostenible**

135. **Contexto e instrumentos.** En la sección 2.2.1 se describió muy someramente la situación de este importante recurso. Se sabe que hasta los años 90 la explotación de las aguas subterráneas fue poco significativa. Es a partir de esa fecha, cuando las aguas superficiales en una gran parte del país comienzan a estar comprometidas, que se produce un incremento explosivo en las solicitudes de DAA de aguas subterráneas.

136. En muchos casos los acuíferos cerrados presentan mejores condiciones de las esperadas y no manifiestan problemas de sobreexplotación. La razón principal es que el uso real de agua es mucho menor que el volumen concedido debido a la importancia de los flujos de retorno y porque existen DAA declarados que no están siendo utilizados.

137. Estas restricciones a la explotación han tenido impacto sobre el desarrollo económico local, ya que existían inversiones que no se podían hacer por no poder constituir más DAA en los acuíferos (ni tampoco en los ríos ya declarados agotados). Por otra parte, esta situación ha favorecido el mercado de DAA y la desalinización para usos de muy alto valor como el agua potable y la minería. Es posible también, aunque no existen datos para comprobarlo, que esta situación haya favorecido la perforación de pozos ilegales ya que, en general, el control y vigilancia de las extracciones de agua subterránea es escaso.

138. Mediante el concepto de uso previsible aplicado desde 1995 e introducido en el CA por la reforma de 2005, se pretendía subsanar el problema de la sobreestimación del consumo de agua por la existencia de flujos de retorno. Sin embargo, con este nuevo concepto se han otorgado nuevos DAA consuntivos, permanentes y continuos sobre agua que ya estaba otorgada. Eso ha creado situaciones de sobreotorgamiento de DAA, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los acuíferos, y algunos ya están sobreexplotados, principalmente en la parte norte y central del país, donde se han generado conflictos importantes (p.ej. Copiapó). La sobreexplotación aumentará en el futuro con la intensificación del uso de los derechos existentes. Sin embargo, cabe señalar que no hay consenso sobre la situación de sobreotorgamiento de derechos y sobreexplotación de los acuíferos, dada la debilidad de los sistemas de monitoreo e información. Por estas razones, en 2010 la DGA decidió dejar de emplear el concepto de uso previsible para la constitución de nuevos DAA. Esta es una buena medida, pero subsiste el sobreotorgamiento de los DAA otorgados anteriormente con ese criterio.

139. Si bien es cierto que el CA de 1981 no había prestado mucha atención al manejo de las aguas subterráneas porque su uso era marginal, la reforma del CA de 2005 ha introducido medidas para una gestión sostenible de los recursos hídricos.

140. Los elementos sobresalientes de la normativa de 1981, aún vigente, son los siguientes:

- a. *Regulación de extracciones*: el art. 62 del CA indica que si la explotación de aguas subterráneas por algunos usuarios ocasionare perjuicios a los otros titulares de DAA, la DGA, a petición de uno o más usuarios, puede imponer una reducción temporal del ejercicio de los DAA.
- b. *Sistemas de medida e información*. Según el art. 68 del CA, la DGA puede imponer la instalación de sistemas de medición en las obras y requerir la información que se obtenga. Este artículo fue introducido, entre otras razones, para apoyar a la DGA en la implementación del art. 62.

141. La enmienda de 2005 ha añadido los siguientes artículos:

- a. El establecimiento de *áreas de prohibición* y de *restricción* en sectores de acuíferos es una facultad establecida en los art. 63 y 65 del CA respectivamente. Según estos artículos la DGA puede establecer un área de prohibición para la constitución de nuevos DAA mediante una resolución fundada en la protección del acuífero y puede establecer un área de restricción, a petición de usuarios o no, cuando existe riesgo de grave disminución del acuífero con perjuicios a terceros. La declaración de un área de prohibición y de restricción da origen a *la creación de una comunidad de aguas* formada por todos los usuarios de aguas subterráneas incluidos en la misma.
- b. *Interacción entre aguas superficiales y subterráneas y concepto de uso previsible*. La reforma del CA de 2005 reconoce la interacción entre aguas superficiales y subterráneas principalmente en los art. 22 y 147 bis cuando se considera la constitución de nuevos DAA. El art. 22 indica que la autoridad constituirá DAA “considerando la relación existente entre aguas superficiales y subterráneas”. El art. 147 bis establece que se procede “a la constitución de un DAA sobre aguas subterráneas siempre que la explotación del respectivo acuífero sea la *apropiada para su conservación y protección* a largo plazo, considerando los antecedentes *técnicos de recarga* y

*descarga*, así como las condiciones de *uso existentes y previsibles*, todos los cuales deberán ser de conocimiento público.” Desde 2010, se ha definido en un 100% el uso previsible para todos los DAA constituidos.

142. **Desafíos pendientes.** En general, puede afirmarse que, a pesar de la existencia de las normas incluidas en el CA y mencionadas anteriormente, éstas no se han aplicado completamente y subsisten diferentes problemas en la gestión de las aguas subterráneas como los que se mencionan a continuación:

- a. Falta general de *información* sobre las aguas subterráneas y conocimiento insuficiente sobre su funcionamiento, en particular su interacción con las aguas superficiales. Existen deficiencias importantes en los catastros técnicos de pozos, mediciones de extracciones y calidad, balances de recarga-extracción, e identificación de fuentes de contaminación. En general, no existen sistemas de información vinculados a la medición y monitoreo de los acuíferos para estimar las extracciones de agua subterránea. Este sistema es un prerrequisito para que se pueda controlar y administrar el acuífero.
- b. Las aguas subterráneas y superficiales actualmente se gestionan de forma independiente a pesar de su conexión reconocida en la legislación chilena, que demanda una gestión integrada, tanto en lo referido a la continuidad de las unidades hidrológicas como a los sistemas de derechos otorgados sobre ambas.
- c. Esto implica, en particular, que los acuíferos no son manejados de forma estratégica a través del uso conjunto del agua superficial y subterránea para aprovechar la capacidad natural de regulación de los acuíferos, que además representa un activo muy importante para enfrentar los retos del cambio climático. Un problema particular lo constituye el haber vinculado el concepto de disponibilidad a la recarga media anual para la constitución y el ejercicio de DAA. Este criterio hace muy difícil el empleo de la capacidad de regulación interanual de los acuíferos.
- d. Excepto en algunas secciones del acuífero sobreexplotado de Copiapó, no existe una *organización de usuarios* encargada del control y de la vigilancia de las extracciones, legales o ilegales. Eso aun cuando, como se observa en la Tabla 2.4, la DGA ha declarado varias áreas de restricción y prohibición lo que debería implicar la creación de comunidades de aguas. El hecho de que los usuarios aún no se hayan organizado para asumir la administración de las aguas subterráneas podría reflejar el bajo número de acuíferos gravemente sobreexplotados, pero también quizás de la falta de entendimiento por parte de una gran parte de los usuarios de los efectos a largo plazo que pueda causar una explotación no controlada de los acuíferos. Finalmente, para que estas organizaciones se creen y funcionen es necesaria una participación activa de la DGA. En ausencia de organizaciones de usuarios, la DGA, según el CA, es responsable del control y la vigilancia de las extracciones, pero es una función difícil de cumplir, ya que la DGA no puede entrar en los predios para verificar las extracciones y en la mayoría de los pozos no hay sistema de medición, además de los costos correspondientes.
- e. Finalmente, no se han analizado los efectos de los subsidios directos para la tecnificación del riego (Ley N° 18.450 de fomento a la inversión privada en obras de riego) para evaluar sus impactos sobre la recarga de los acuíferos. Este asunto es particularmente relevante considerando que los proyectos de riego no están sujetos a estudios de impactos ambientales. Es imprescindible fortalecer la coordinación entre las políticas sectoriales y las de gestión de los recursos hídricos.

### **3.8. Profundizar las medidas ya tomadas para asegurar la calidad del agua<sup>11</sup>**

---

<sup>11</sup> Salvo donde se citan otras referencias y aportes de los autores de este informe, esta sección está basada en Contreras (2010).

143. **Contexto e instrumentos.** Como en muchos otros países, en Chile la preocupación por la gestión de la calidad del agua es relativamente reciente. En 1994, la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente creó la institucionalidad ambiental, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)-elevada a Ministerio de Medio Ambiente en 2010, mediante la Ley N° 20.417 así como los principales instrumentos para la gestión de la calidad de las aguas, incluidas las normas de emisión o normas primarias, las normas de calidad ambiental o normas secundarias, el concepto de caudal ecológico mínimo, y el SEIA. Las políticas para la gestión de la calidad de las aguas han tendido a evolucionar junto con las de agua potable y aguas servidas debido a la necesidad de mejorar las condiciones de calidad y reducir los problemas de contaminación y sanitarios (Peña, 2009). Por lo tanto las primeras normas de emisión que se promulgaron en 1998 han tenido como referencia el agua potable y servida, estableciendo metas graduales de tratamiento de efluentes. Un logro importante de esta política ha sido la reducción de los efluentes de aguas servidas urbanas e industriales como resultado de las normas de emisiones, la reforma en el sector sanitario (regionalización y privatización de las empresas sanitarias y regulación fuerte de estos servicios) y la implementación del SEIA para los tipos de proyectos definidos en la Ley N° 19.300 que ha impuesto una mayor exigencia a las normas de emisión en lo que se refiere a la calidad de las aguas.

144. Los principales instrumentos disponibles para la gestión de la calidad del agua fueron introducidos por la Ley N° 19.300 de 1994 General de Bases del Medio Ambiente: (a) normas de calidad ambiental de las aguas, (b) planes de prevención y de descontaminación, (c) normas de emisión, (d) el SEIA, y (e) el caudal ecológico mínimo (analizado en la sección 3).

145. *Normas de calidad ambiental.* Las normas de calidad ambiental, o normas secundarias, definen el estado deseado por la sociedad para sus recursos ambientales en términos de aguas, aire, suelo, flora y fauna silvestre. Implícitamente las normas de calidad ambiental reflejan las opciones socioeconómicas y éticas de una sociedad o, dicho en otras palabras, sus decisiones políticas respecto de dichos recursos ambientales. En el caso de las normas de calidad ambiental para los recursos hídricos, éstas deberían definir el estado que tendrían que presentar las aguas en los diferentes cursos y cuerpos de agua del país, de acuerdo con las preferencias manifestadas por la sociedad chilena, lo cual, en último término, se traduce en la posibilidad de usar los recursos hídricos para los diferentes requerimientos que tiene el ser humano y para conservar el medio ambiente.

146. El procedimiento para la emisión de normas se rige por el D.S. 93/2005 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual considera etapas de estudios científicos, análisis técnico y económico, consulta a organismos competentes públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas, y participación ciudadana, con una revisión cada 5 años.

147. Chile tiene dos tipos de normas de calidad ambiental: las normas primarias para proteger la salud de la población, y las normas secundarias para proteger el medio ambiente y la naturaleza. Estas normas deberían servir de insumos para la implementación de las normas de emisión y para las EIA.

148. Las *normas primarias* establecen los valores de las concentraciones y períodos máximos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, cuya presencia en el agua pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población. Se aplican en todo el país por igual. Las normas se dictan mediante Decreto Supremo firmado por el MMA y el MinSal. Las autoridades sanitarias regionales son responsables de la vigilancia y de la fiscalización del cumplimiento de las normas. Se han dictado normas de calidad primarias para la protección de las aguas continentales superficiales (D.S. 143/09), aguas marinas y estuarinas (D.S. 144/00) donde se realizan actividades recreativas por contacto directo.

149. Se indica lo siguiente respecto del funcionamiento de las normas primarias:

- a. No han tenido impacto sobre la calidad de las aguas continentales hasta ahora porque, hasta 2009, no se habían publicado las normas para aguas continentales superficiales y están limitadas a las áreas recreativas.
- b. Centran su análisis en indicadores microbiológicos (p.ej. coliformes fecales) y de manera esporádica se realizan muestreos para detectar la presencia de otros organismos patógenos.
- c. Los niveles máximos establecidos corresponden a estándares internacionales en la materia, en lugar de aplicar niveles más adaptados a la realidad de cada región.
- d. El programa de seguimiento presenta un diseño de muestreo con cobertura nacional; sin embargo, se requiere obtener información con una frecuencia mayor a la utilizada y la operación es poco eficiente por lo limitado de los recursos disponibles.

150. La gestión del MinSal en la aplicación de las normas ha sido particularmente efectiva frente a brotes de epidemia. Mediante el monitoreo y fiscalización, ha detectado tempranamente las áreas de riesgo limitando el uso de aguas contaminadas.

151. Las *normas secundarias* establecen los valores de las concentraciones y períodos máximos permisibles de sustancias o elementos cuya presencia en el agua pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza. El objetivo general de las normas secundarias de calidad ambiental es proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas, para salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, la protección y conservación de las comunidades acuáticas, y la vida silvestre y de los ecosistemas, maximizando los beneficios ambientales, sociales y económicos. Se aplican en forma específica a lo largo del país dependiendo del cuerpo de agua, y son aprobadas por Decreto Supremo por el MMA y el Ministro Competente.

152. Más de 15 años después de la promulgación de la ley ambiental, estas normas sólo se han desarrollado en la cuenca del río Serrano y el lago Llanquihue (existen otras 18 en estudio). Además, las normas secundarias aprobadas en la actualidad (río Serrano, lago Llanquihue), no han incorporado los planes de prevención y/o descontaminación, solamente tienen en revisión el plan de seguimiento. La razón fundamental es la falta de evaluación económica. Finalmente, ninguna de las normas secundarias aprobadas ha servido para la definición de normas primarias de emisión ni para la formulación de EIA. Por otro lado, las normas sí han permitido aumentar la identificación de las emisiones y el control de las mismas.

153. La falta de normas secundarias ha sido una limitación para declarar zonas saturadas o de latencia y para el SEIA ya que éste ha debido utilizar normas extranjeras como referencia para la calidad del recurso (Atenas et al., 2003).

154. Las razones principales por las cuales se han aprobado solamente 2 normas secundarias son las siguientes:

- a. En muchos casos, no se ha podido alcanzar un consenso sobre los objetivos de calidad propuestos (y los eventuales beneficios y costos que se derivan de su aplicación) debido a intereses político-social-económicos divergentes. Por ejemplo, en algunos casos, el sector sanitario no ha aceptado sufragar la magnitud del gasto (pasar de un tratamiento secundario a uno terciario) en que se debería haber incurrido para alcanzar los objetivos propuestos. Además, no existen fundamentos técnico-científicos robustos que respalden los valores establecidos en la norma. El proceso de discusión administrativo de la norma constituye más bien un proceso de resolución de conflictos o de negociación entre el Estado y los diferentes sectores económicos. Cabe destacar que el



análisis económico de las normas no necesita la concurrencia del Ministerio de Economía, lo que podría facilitar su aceptación;

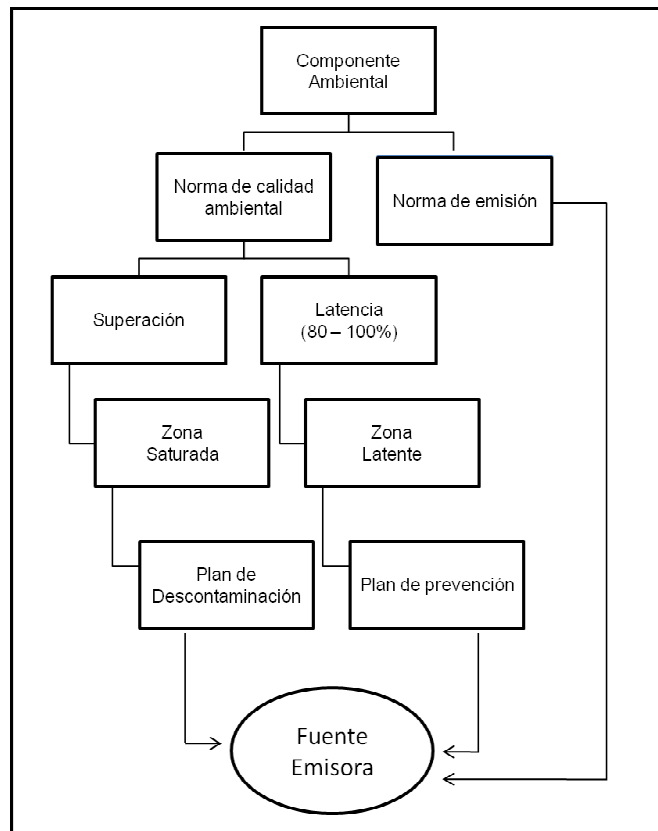
- b. Hace falta contar con información primaria de la calidad del agua e información científica de las propiedades básicas de los cuerpos de agua, necesarios según el D.S. N° 93/95 que establece los requerimientos de evidencia científica para la elaboración de las normas. En particular, la densidad de la red de monitoreo de calidad de agua y el conjunto de parámetros considerados son insuficientes para caracterizar adecuadamente la condición ambiental de los cuerpos de agua. Además sería necesario estratificar los parámetros que describen la calidad del agua, en función de la heterogeneidad que se observa a lo largo del territorio nacional;
- c. Hay carencia de personal calificado para el procedimiento de dictado de las normas. En cada oficina regional de la CONAMA (ahora Ministerio del Medio Ambiente), sólo existe un funcionario encargado del departamento de control de la contaminación, y entre las tareas que debe desarrollar se encuentra la implementación, y en algunos casos la verificación, del cumplimiento de las normas secundarias.

155. Además, se identifican los siguientes problemas en el proceso de establecimiento de las normas:

- a. No hay un procedimiento de evaluación de riesgo ambiental y ecológico que sustente los parámetros y límites máximos con fundamentos técnico-científicos; y
- b. No se han incluido aspectos relativos a los temas de contaminación difusa, materia de gran importancia en el marco de una agricultura moderna con un uso intensivo de pesticidas y fertilizantes.

156. *Planes de prevención y de descontaminación.* Conceptualmente, las normas de calidad permiten que la autoridad ambiental inicie un plan de descontaminación, prevención y/o seguimiento, cuando se superan los parámetros ambientales normados (Figura 3.1).

**Figura 3.1 Procedimiento de implementación de los planes de descontaminación y prevención**



*Fuente:* Contreras, 2010

157. Se declara zona latente aquella en la que la medición de la concentración de contaminantes en el agua se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad de aguas. Se declara zona saturada aquella en la que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. La declaración de una zona latente o saturada se hace por Decreto Supremo firmado por el Ministro del Medio Ambiente y, en el caso de las normas primarias, el Ministro de Salud. Los planes de prevención y descontaminación indican, entre otros, la proporción y los plazos en que deberán reducir sus emisiones las actividades responsables de la emisión de contaminantes a que se refiere el plan, y los instrumentos de gestión ambiental que se usarán para cumplir sus objetivos. Sin embargo, para poder elaborar e implementar este tipo de planes de una manera más realista y efectiva sería deseable contar con planes de GRH para la misma cuenca y una coordinación adecuada con los organismos que inciden en la planificación y control del uso del suelo y el ordenamiento territorial.

158. Es interesante mencionar que, de acuerdo a la Ley N° 19.300 de 1994 de Bases Generales del Medio Ambiente, los planes podrán utilizar una amplia gama de instrumentos de gestión, tanto de carácter regulatorio como económico, incluidas: (a) normas de emisión; (b) permisos de emisión transables; (c) impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios, y (d) otros instrumentos de estímulo a acciones de mejora y reparación ambientales. La fiscalización de las medidas incluidas en los planes son responsabilidad de la SMA.

159. Hasta ahora, no se ha formulado ningún plan de prevención o descontaminación por dos razones principales: (a) solamente se han aprobado dos normas de calidad ambiental, y (b) la falta de evaluación económica de los planes en formulación, que es un requisito legal.

160. *Normas de emisión.* Las normas de emisión establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora. Tienen por objetivo evitar la contaminación de los cuerpos de agua. El establecimiento de las normas debe considerar las condiciones ambientales propias de la zona en que se apliquen, y los parámetros exigibles y sus valores pueden basarse en las mejores técnicas disponibles. Se dictan mediante Decreto Supremo (DS) firmado por el Ministro del Medio Ambiente y por el Ministro competente según la materia de que se trate. Chile tiene tres normas de emisión:

- a. DS MOP N° 609/1998 que regula las descargas de Riles a los sistemas públicos de alcantarillado operados por las empresas sanitarias. Además de proteger las redes públicas de alcantarillado como los sistemas de tratamiento de aguas servidas, esta norma busca mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas tratadas que las empresas de servicios sanitarios vierten en los cuerpos de agua, mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan al alcantarillado.
- b. DS SEGPRES N° 90/2000 que regula las descargas de aguas residuales por parte de los establecimientos industriales y de las empresas de servicios sanitarios a aguas superficiales y marinas. Esta norma se encuentra en proceso de revisión, en la etapa de observaciones al anteproyecto de norma.
- c. DS SEGPRES N° 46/2002 que regula las descargas de aguas residuales de las que se dispone mediante infiltración hacia las aguas subterráneas. Esta norma se encuentra también en proceso de revisión, en la etapa de observaciones al anteproyecto de norma.

161. Dichas normas son de aplicación general en todo el país, requiriéndose establecer localmente los caudales de dilución.

162. La fiscalización de los Riles se realiza esencialmente por autocontrol de los contaminadores que contratan con laboratorios acreditados. Según los casos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), la Dirección Nacional de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), las empresas sanitarias, o la SMA, aprueban los programas de monitoreo de las descargas, reciben y procesan la información de autocontroles y realizan controles directos aleatorios y sin aviso previo para corroborar la información entregada. Además, la SISS realiza fiscalizaciones e inspecciones a establecimientos que declaran no generar Riles, con el fin de verificar esta condición. La SISS puede sancionar a los que no cumplan con las normas de emisión o instrucciones de la SISS, con multas de hasta 1.000 UTA y clausura parcial o total en el caso de un establecimiento industrial.

163. En 2006 se hizo plenamente exigible el D.S. N° 90, lo que significa que desde esa fecha los establecimientos industriales y las empresas de servicios sanitarios se vieron en la obligación de cumplir la totalidad de los límites máximos establecidos en cada una de las tablas del decreto. De una manera general el cumplimiento de las normas es bueno, debido a un control y fiscalización efectivos, pero se debería mejorar en el caso de las descargas a aguas subterráneas, para las cuales las normas son mucho más exigentes. La SISS ahora tiene una oficina en cada región del país, pero el personal dedicado a los controles en el terreno sigue siendo limitado y sólo puede controlar alrededor de 400 puntos de vertimiento al año (13% de los contaminadores). En 2010, con la promulgación de la Ley N° 20.417, el control de los establecimientos industriales ha pasado a la Superintendencia del Medio Ambiente, con el objetivo de fortalecer todavía más la fiscalización.

164. Aun considerando el importante crecimiento económico de estas últimas décadas, hay un consenso general de que las normas de emisión han permitido reducir el nivel de contaminación generado por las descargas. El tratamiento de las aguas servidas urbanas ha pasado del 17% en 1998 al 83% en 2009, con un grado de cumplimiento de las normas ambientales de calidad de los efluentes que vierten las plantas del 99% en 2009. Además, en 2009, de los casi 4.000 establecimientos que tienen que cumplir con las normas de emisión, el 71% de los establecimientos industriales que descargan a redes de alcantarillado público, el 91% de los que descargan a cursos de aguas superficiales continentales y el 69% de los que descargan a aguas subterráneas cumplen con las normas de emisión. Por otro lado, como se puede ver en el capítulo 2, la incidencia de enfermedades de origen hídrico ha disminuido sustancialmente desde el año 2000.

165. Los **desafíos pendientes en relación con las normas de emisión** son:

- a. No han sido suficientes para proteger los lagos costeros del fenómeno de eutrofización. Algunos lagos presentan incluso estados eutróficos. La causa es que las normas de emisión consideran exclusivamente fuentes puntuales, medibles y atribuibles a un emisor (típicamente Riles), sin considerar las fuentes difusas que descargan contaminantes como nitratos y fosfatos. Y para cumplir con las normas, no es suficiente un tratamiento secundario de las aguas servidas, que no elimina los nutrientes, precursores de la eutrofización.
- b. Para la calificación de la fuente emisora sólo se consideran los parámetros regulados, desconociéndose la posible descarga de otros compuestos contaminantes que afectan a los cuerpos de agua., Para evaluar su efecto sería necesario realizar bioensayos y/o considerar bioindicadores.
- c. Las normas de emisión aprobadas no consideran las características ecológicas de los cuerpos de agua receptores, ya que falta la aprobación de las normas secundarias, y por ahora solamente se evalúa el caudal de dilución requerido. Dada la elevada heterogeneidad que presentan los ecosistemas acuáticos a lo largo del país, se requiere la existencia previa de normas de calidad secundarias, o al menos evaluar la vulnerabilidad del cuerpo receptor respecto a la fuente emisora.
- d. No existen fundamentos técnico-científicos robustos que respalden los valores establecidos en la norma y/o sus potenciales modificaciones. El proceso administrativo de discusión de la norma constituye más bien un proceso de resolución de conflictos o de negociación entre el Estado y los diferentes sectores económicos.
- e. Para establecer límites máximos en las descargas se considera la capacidad de dilución del cuerpo receptor. Sin embargo este proceso no está sustentado por estudios de las características hidrodinámicas de los cuerpos de agua, y es frecuente que se sobreestime esta capacidad (p.ej. en los estuarios).
- f. Es indudable que para lograr el objetivo que persiguen las normas de calidad ambiental se requiere reconocer que los lagos y ríos a proteger son en primer lugar “ecosistemas” y que estas normas no deberían ser definidas exclusivamente según los usos finales que se pretende dar a los recursos hídricos.

166. *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. El SEIA, instaurado por la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994, es un instrumento importante para la protección de los recursos hídricos, tanto desde el punto de vista de la calidad como de la cantidad.

167. El SEIA evalúa fundamentalmente los grandes proyectos de inversión, tanto privados como públicos (Contreras, 2010). Están sujetos al SEIA los tipos de proyectos o actividades listados en el art. 10 de la Ley N° 19.300. Los proyectos y/o actividades citados en el art. 10 que, por su especial interés para la GRH, deben ser evaluados según los criterios establecidos en el art. 11 de la misma ley, son aquellos que pueden generar efectos adversos significantes sobre la cantidad y la calidad de los recursos naturales renovables, incluyendo el agua; requieren reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos; o están ubicados en o próximos a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios privilegiados para la conservación de humedales protegidos y glaciares. Cabe señalar que los proyectos agrícolas y de riego parcelario no están incluidos en esta lista, a pesar de sus potenciales impactos negativos en la cantidad y calidad del agua.

168. Durante el proceso de evaluación ambiental se incorporan modificaciones que mejoran el perfil de los proyectos, a través de medidas de mitigación, reparación y/o compensación, las cuales serán evaluadas a través de un plan de seguimiento ambiental. La evaluación la realiza un comité constituido por diferentes organismos del Estado con competencia ambiental, e incluye la participación de la ciudadanía.

169. Los **desafíos pendientes sobre el SEIA** relacionados con la GRH son:

170. El SEIA ha sido un buen filtro para aprobar solamente los proyectos que respeten las normas ambientales. Entre 1997 y 2008 se han evaluado 13.597 proyectos, de los cuales 9.695 fueron aprobados, por un monto total de inversión de US\$105.000 millones. La fiscalización la han realizado distintos servicios públicos sectoriales, lo que ha podido afectar la implementación de las medidas de mitigación. Sin embargo, con la creación de la SMA en 2010, se pretende unificar todo el proceso de fiscalización a través de una entidad única, desde las Resoluciones de Calificación Ambiental, hasta las medidas puestas en marcha por las Declaraciones o Evaluaciones de Impacto Ambiental y planes de prevención y/o descontaminación ambiental y todos los otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

171. En términos generales el SEIA es un instrumento que ha permitido establecer criterios de calidad de las aguas y efluentes, que van más allá de las normas y caudales ecológicos, de una manera más amplia y detallada que lo establecido en la constitución de nuevos DAA. Existen algunos aspectos que podrían mejorar la gestión del SEIA:

- a. Los proyectos agrícolas y de riego parcelario no están sujetos al SEIA aunque pudieran tener efectos negativos significativos en la cantidad y calidad del agua;
- b. La calidad del agua debe ser considerada desde una visión sistémica, lo cual implica analizar los mecanismos y procesos que la vinculan con el resto de los componentes ambientales de un ecosistema (p. ej. sedimentos, biota, actividades humanas) y con otros ecosistemas.
- c. La definición de la calidad del agua como recurso implica el establecimiento de límites máximos para una serie de parámetros, lo cual da origen a normas de calidad para asegurar su protección. Sin embargo, cuando se analiza un ecosistema acuático en particular, aparecen parámetros que no están considerados en las normas y son incorporados en los planes de monitoreo. Esto genera cuestionamientos cuando se plantea incumplimientos en dichos parámetros.
- d. Los resultados de los planes de seguimiento se relacionan a través de modelos empíricos, cuya aplicación está limitada a situaciones muy particulares y además no aseguran que puedan explicar el fenómeno en estudio. Por este motivo se requiere incorporar un enfoque más adecuado, para entender las interacciones de la calidad del agua con otros componentes de los ecosistemas;
- e. El SEIA debería considerar el ciclo de vida de los proyectos, para acercarse a una estrategia de mejoramiento continuo (Daud, 2002).

- f. Para que el SEIA sea más efectivo debería considerar la interacción de todos los componentes relevantes a nivel de cuencas pero hay que reconocer que los estudios de campo, laboratorio y gabinete podrían llegar a ser prohibitivamente costosos. Se podría aprovechar la experiencia de países como Sudáfrica, donde su ley de aguas faculta al Ministro de Asuntos del Agua a emitir procedimientos simplificados y, cuando un solicitante no está de acuerdo con la resolución de la autoridad tiene que financiar el costo de estudios más completos.

172. **Desafíos pendientes.** Aún cuando las normas de emisión han permitido disminuir el nivel de contaminación por las descargas, la carga total de contaminantes en los cuerpos de agua ha aumentado en algunas regiones del país, especialmente en las zonas costeras y el norte. Los desafíos importantes en relación con la calidad de las aguas son: (i) proteger los lagos costeros, los estuarios y las aguas subterráneas particularmente vulnerables a la contaminación; (ii) afrontar la contaminación difusa agrícola y forestal y la contaminación de las pequeñas minerías artesanales no controladas hasta ahora; y (iii) desarrollar normas y políticas que permitan controlar el eventual impacto de los pasivos asociados a los residuos mineros.

173. A ese fin se necesitaría afrontar los siguientes problemas en la gestión de la calidad de las aguas: (i) la implementación extremadamente lenta de las normas de calidad ambiental de las aguas (normas secundarias); (ii) un escaso entendimiento e información de los ecosistemas acuáticos, en particular de su vulnerabilidad a posibles cambios de caudales y calidad de las aguas, fundamental para la definición de las normas secundarias y de los caudales ecológicos; (iii) la red de monitoreo de la calidad de las aguas y el sistema de información actual son inadecuados para una correcta caracterización de las mismas; (iv) personal insuficiente en cantidad y calidad en las COREMA para la definición de las normas secundarias y la fiscalización del SEIA (la reforma de las instituciones ambientales en curso debería afrontar este problema), pero también en la DGA para la definición de los caudales ecológicos y la operación de la red y del sistema de información de calidad del agua; (v) algunos problemas en el diseño de los instrumentos de gestión, aunque algunos de ellos fueron revisados recientemente (SEIA); y (vi) marco institucional para la gestión de la calidad de las aguas muy fragmentado, lo que genera duplicidad de recursos y funciones, que podría evitarse si el nuevo MMA gestionara u orientara de forma más precisa el ámbito de acción de cada organismo respecto de la calidad del agua, teniendo en cuenta que el análisis técnico y los datos de base están principalmente a cargo de la DGA.

### 3.9 Mejorar el registro público de los derechos de aguas

174. **Contexto e instrumentos.** El Catastro Público de Aguas (CPA) es una pieza central del Sistema de Información Nacional sobre los recursos hídricos. El CA establece que la DGA deberá llevar un CPA en el que constará toda la información que tenga relación con las aguas, incluyendo la relacionada con los DAA. Tiene como fin proporcionar a la autoridad toda la información necesaria para que ésta pueda cumplir eficientemente sus funciones de planificación y administración del recurso hídrico. Además, el Catastro contribuye a dar acceso a los interesados a los elementos de juicio que tiene la DGA al resolver las solicitudes que ingresan a su servicio y, de esta manera, reducir los conflictos entre la DGA y los usuarios.

175. Sin embargo, la práctica ha mostrado la dificultad de confeccionar y actualizar el CPA y las dificultades que esto ocasiona para que la DGA pueda gestionar adecuadamente los recursos hídricos. En particular, tener información actualizada sobre los DAA es fundamental para poder evaluar las solicitudes de constitución, regularización o cambio de fuente de abastecimiento de los DAA y disminuir la conflictividad que estos temas generan entre la DGA y los usuarios de agua. Además, la Ley N° 20.017 de 2005 que enmienda el CA aumenta la gama de instrumentos a disposición de la DGA para manejar los recursos hídricos (caudal ecológico, aéreas de restricción y prohibición, entre otros), instrumentos que requieren información de calidad para ser efectivos. Un objetivo principal de la Ley N° 20.017 de 2005

fue la creación del Registro Público de DAA (RDAA) dentro del CPA y la obligación por parte de la DGA de mantenerlo actualizado.

176. Sólo los DAA definidos de acuerdo a los criterios y presunciones que establece el CA de 1981 pueden ser inscritos en el CPA. Eso significa que los DAA incompletos, ya sea por falta de regularización o por no indicarse las características esenciales de cada derecho, deberán previamente regularizarse (asegurar que cuentan con un título) o perfeccionarse (asegurar que cuentan con títulos que contengan la información requerida por la ley). En consecuencia, los DAA constituidos por la DGA a partir de 1981 están automáticamente registrados en el CPA y los creados anteriormente al CA, que son la gran mayoría, no pueden ser inscritos directamente y necesitan pasar previamente por un procedimiento de *regularización o perfeccionamiento* para adecuarlos a los requisitos del CA de 1981.

177. La Ley N° 20.017 que reforma el CA establece que todo DAA, *cualquiera sea su origen* (reconocidos o constituidos), deberá ser inscrito en el RPDA (art. 122 del CA) e introdujo los siguientes *incentivos* para su actualización:

- a. Los Notarios y CBR deberán enviar a la DGA actos que se relacionan con las transferencias y transmisiones de DAA dentro de los 30 días siguientes a la fecha del acto y la información solicitada por el Director General de Agua, en la forma y plazo que este determine. El incumplimiento de esta obligación está sancionado.
- b. Los titulares de DAA deberán inscribirlos en el Catastro Público de Aguas, requisito sin el cual no se podrá realizar respecto de ellos acto alguno ante la DGA y la SISS.
- c. Las organizaciones de usuarios deberán remitir a la DGA, una vez al año, la información actualizada que conste en sus propios registros. El incumplimiento de esta obligación será sancionado a petición de cualquier interesado, con multa establecida en el CA y hará que la DGA no reciba solicitud alguna referida a registros de modificación estatutaria o cualquier otra relativa a DAA.

178. Cabe mencionar que fue necesario suspender el incentivo introducido en la reforma de 2005 para estimular la inscripción de los DAA agrícolas<sup>12</sup>, porque impedía que muchos pequeños productores se beneficiaran de los subsidios para riego, pero desde 2007 el INDAP implementó el programa “Bono Legal de Aguas” con el objetivo de apoyar a dichos productores en su proceso de perfeccionamiento, regularización e inscripción de su DAA en el CPA. Sin embargo hace falta una interacción más estrecha de la DGA con el Ministerio de Agricultura (MinAgri) para acelerar el proceso.

179. **Desafíos pendientes.** *El RPDA está incompleto y desactualizado.* Los incentivos introducidos por la reforma de 2005 no han sido suficientes porque el RPDA está *incompleto y desactualizado*. La DGA estima que de unos 350.000 DAA legítimos solamente alrededor de 70.000 están inscritos en el RPDA (20%), lo que demuestra un desfase importante entre el régimen catastral y la realidad.

180. El RPDA está incompleto por las siguientes razones:

- a. Para que un DAA pueda ser inscrito en el CPA, debe haber sido constituido después de 1981 por la DGA o ser regularizado y perfeccionado. Existe un número no identificado pero importante de extracciones que no han sido regularizadas, y un número todavía mayor que no han sido

---

<sup>12</sup> “Los titulares de DAA, cuyos derechos reales se encuentren en trámite de inscripción en el Registro Público de DAA, podrán participar en los concursos públicos a que llame la Comisión Nacional de Riego de acuerdo con la ley N° 18.450 que aprobó normas para el fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje, pero la orden de pago del Certificado de Bonificación al Riego y Drenaje, sólo podrá cursarse cuando el beneficiario haya acreditado con la exhibición de copia autorizada del registro ya indicado, que sus derechos se encuentran inscritos”.

perfeccionadas. Según estudios de levantamiento de información sobre DAA no inscritos susceptibles de regularizarse efectuados por Rhodos (2010), hay muchos usos legítimos en las cuencas del sur, reconocidos durante décadas en las organizaciones de usuarios, que no tienen y no han pedido nunca su regularización. En las cuencas del norte del país, los caudales correspondiendo a los usos reconocidos pero no regularizados (o en proceso de regularización) son pequeños (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2 Importancia de los caudales no regularizados y de los regularizados**

Cuencas	Caudales formalizados (l/s)	Caudales susceptibles de regularización (l/s)
Río Salado	397	1
Salar de Atacama	2.740	8
Estero Pupío	437	128
Estero Quilimarí	346	65
Río Petorca	2.355	1.622
Río la Ligua	3.531	2.738
Río Maipo	82.473	34.247
Río Biobío	62.236	38.852

Fuente: Rhodos, 2010.

- b. Los incentivos para los usuarios para inscribir su título en el CPA no son suficientes. No hay plazos de caducidad vinculados a la no inscripción, no hay sanciones para la mayoría de los usuarios. En particular, la necesidad de inscribir el título en el CPA para beneficiarse de los subsidios de riego y drenaje se ha suspendido. Sin embargo, la casi totalidad de los DAA no inscritos (en número y volumen para los usos consuntivos) son usos agrícola.
- c. Los procesos de perfeccionamiento son costosos y largos.
- d. El procedimiento para la inscripción de un DAA en el CPA presenta una serie de obstáculos y trabas que originan un procedimiento de inscripción en extremo lento. Las razones más importantes son las siguientes:
  - Ausencia de rol de ingreso que permita la identificación de la solicitud. El procedimiento de inscripción se inicia con un formulario simple al que se adjuntan los documentos requeridos por el art. 38 Reglamento del Catastro Público de Aguas. Dichos antecedentes dan origen a una petición del administrado, que no se traduce en un procedimiento administrativo claramente identificable, ya que carece de un número de proceso o rol de ingreso que permita una tramitación ágil, expedita y ordenada (Vergara, 2010).
  - Falta de información para el administrado. Resulta de lo anteriormente expuesto, que -al no haber un número de proceso o rol de ingreso-, el solicitante no cuenta con la información necesaria para hacer el seguimiento de su solicitud; y, aún más grave, en ocasiones podrá ocurrir que su solicitud se haya perdido entre un sinnúmero de documentos, lo que hace inevitable el fracaso de dicha solicitud y la necesidad de ingresar una nueva en los mismos términos originalmente solicitados (Vergara, 2010).

181. El CPA no está *actualizado* porque si bien los cambios introducidos en los DAA (por transferencias, herencias) se inscriben en los Registros de Aguas de los CBR, solamente una fracción de estos cambios se transmiten a la DGA. A pesar de los incentivos y penalidades introducidos en 2005, los



titulares de DAA y los Conservadores de Bienes Raíces no han sido muy cooperativos con la actualización del Catastro de Aguas, y quizás la DGA tampoco ha sido muy proactiva en el pedido de la información. De los 121 CBR registrados, sólo el 55% informa a la DGA sobre transacciones de derechos (Cristi, 2010). Además la información enviada por los CBR no siempre está completa: p. ej. solamente el 21% de las transacciones informadas por los CBR indican el tipo de derecho transferido (Cristi, 2010).

182. De lo anterior – y habida cuenta de la escasa capacidad de implementación tanto de la DGA a nivel central y regional como de los CBR y los Tribunales de Justicia-- resulta evidente la impostergable necesidad de que la DGA una fuerzas con instituciones como el INDAP, que actualmente no está en condiciones no ya de ejecutar su presupuesto destinado a apoyar a los pequeños productores sino inclusive de conocer el universo de usuarios susceptibles de acogerse a tal beneficio. Esto podría acelerar la regularización y el perfeccionamiento de un número muy importante, aunque todavía no cuantificado, de DAA. Por otra parte, la complejidad de los procedimientos y la lentitud de los trámites para el perfeccionamiento y regularización de los derechos resalta la necesidad de implementar el sistema de control y aseguramiento de calidad ISO 9001.

183. *Falta de unificación del régimen registral para los DAA.* Hay tres tipos de registro en materia de DAA en Chile: el RDAА del CPA (a cargo de la DGA), el Registro de Propiedad de Aguas (a cargo de los CBR), y los Registros de Comuneros de las Organizaciones de Usuarios de Agua. El Registro Público de DAA no inscritos en los Registros de los CBR todavía no existe.

184. Estos tres registros tienen objetivos y características diferentes. El RDAА del CPA es un instrumento administrativo informativo que no confiere certeza a los DAA. Los registros de los CBR tienen por función principal otorgar certeza en la posesión de los derechos, lo cual no da cabida a la perfección de información que requiere la inscripción en el Catastro Público de Aguas. Así, los DAA inscritos en los registros de los CBR están regularizados pero no siempre perfeccionados. Finalmente, los registros de comuneros de las organizaciones de usuarios indican los DAA de cada comunero, el número de acciones y las mutaciones de dominio que se producen (art. 205 del CA). Tienen por función principal organizar la distribución del agua y la recaudación para la operación y el mantenimiento de la infraestructura común. El DAA del comunero incluido en el registro comunero debería estar inscrito también en los registros del CBR y del CPA, pero en la realidad muchos de ellos no lo están, porque no están regularizados (por lo que no están inscrito en los registros de los CBR) o perfeccionados (y por lo tanto no está inscrito en el CPA).

185. Un gran desafío es la falta de coordinación y correspondencia existente entre los tres tipos de registros que existen en materia de DAA en Chile. Así, el actual sistema, tal y como está estructurado, no otorga ni va a otorgar la información completa que se necesita en materia de gestión de aguas. Se vislumbra, por lo tanto, la necesidad de una reforma legal que unifique todos los sistemas registrales o de catastro del recurso hídrico y asegure el perfeccionamiento de los derechos. No obstante, antes de efectuar tal reforma habría que analizar, mediante proyectos piloto y la implementación del sistema ISO 9001, la necesidad real de hacerla y la capacidad institucional requerida para aplicar la legislación vigente y la que sería necesaria en caso de ser aprobadas las reformas.

186. *Perfeccionamiento de los DAA e impactos sobre terceros.* A diferencia del proceso de regularización o constitución de nuevos DAA, los procedimientos para el perfeccionamiento de DAA no incluyen una primera etapa administrativa en la cual la DGA evalúa las solicitudes presentadas por los usuarios en relación con la disponibilidad de agua y los posibles impactos sobre terceros. Además no se publicitan las solicitudes mediante los diarios y emisiones radiales para que potenciales afectados puedan oponerse. Los procedimientos de perfeccionamiento sólo incluyen la etapa judicial, siguiendo el procedimiento sumario establecido en el Título XI del Libro III del Código de Procedimiento Civil.

187. Sin embargo, el proceso de perfeccionamiento (igual que la constitución de nuevos DAA o su regularización) puede generar impactos sobre terceros y afectar negativamente la disponibilidad de agua. De hecho, la mayoría de los DAA fue otorgada antes de 1981, normalmente se utilizan en la actividad agrícola, y la casi totalidad de ellos necesita perfeccionamiento. Como señala Vergara (1997) “es difícil encontrar títulos antiguos que consignen características esenciales, como su caudal, su consuntividad o no, su permanencia o eventualidad, su continuidad o discontinuidad. Casi no existen” y “Cuando realizan el perfeccionamiento de su DAA ante un tribunal, los usuarios invocan las mayores cualidades posibles para su título (un uso consuntivo, continuo de ejercicio permanente) cuando la mayoría de ellos no lo son porque, por ejemplo, generan flujos de retorno importantes o no usan el agua de manera continua todo el año. De esta manera, a través del perfeccionamiento del DAA, se han definido características de DAA antiguos que no corresponden siempre con la realidad, sobreestimando en general el agua que el agricultor había usado históricamente. Esta situación se agrava por la falta de etapa administrativa y publicación de las solicitudes para averiguar la disponibilidad de agua y evitar posibles daños sobre terceros. En consecuencia, el perfeccionamiento como se ha hecho puede agravar el problema de sobreotorgamiento de DAA y generar conflictos importantes entre usuarios. Considerando que la mayoría de los DAA antiguos todavía no están perfeccionados, parece importante corregir estas deficiencias.

## 4. LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS – ASPECTOS INSTITUCIONALES

188. Como se mencionó en el párrafo 67, este capítulo trata sobre los arreglos institucionales de la GRH de Chile que tienen que ver con las entidades. Estas entidades incluyen los organismos del gobierno nacional y los regionales, y los grupos privados vinculados con la GRH.

189. Según Vergara (2010), hay una distinción entre órganos centralizados y descentralizados. Los órganos centralizados comprenden los órganos de la Administración del Estado, incluyendo los órganos para la gestión de la cantidad y la calidad del agua, el sistema judicial, y otras funciones. Los órganos descentralizados son principalmente las organizaciones de usuarios, incluyendo las asociaciones de canalistas, las comunidades de agua, y las JdV. Estas son organizaciones “privadas” que no forman parte de la Administración del Estado. A pesar de eso, en particular las JdV, ejercen atribuciones, funciones y potestades que podrían catalogarse de “públicas” en este sector.

190. A continuación, se discuten las principales entidades de Chile, seguido por un análisis más detallado de los dos órganos principales en la administración y distribución del agua a nivel central y descentralizado: la DGA, y las organizaciones de usuarios, con énfasis en las JdV. Después se analizan ciertos aspectos transversales que están cobrando una importancia creciente para el desempeño de las instituciones de gestión del agua conforme se intensifica la relación entre los usuarios. Entre los elementos críticos se encuentran (i) sistemas de información y comunicación; (ii) coordinación intra- e intersectorial; (iii) gestión de cuenca y participación de grupos interesados; y (iv) resolución de conflictos.

### 4.1 El marco institucional básico

#### 4.1.1 Órganos centralizados: la DGA y otras entidades

191. **Gestión de la cantidad de agua.** El primer órgano central de la Administración del Estado es la *Dirección General de Aguas (DGA)*. Las potestades que, en general, ejerce la DGA consisten en un amplio abanico de áreas establecidas en diferentes artículos del CA (Vergara, 2010): (i) conocimiento, medición, monitoreo e investigación de los recursos hídricos en el país; (ii) planificación del recurso y formulación de recomendaciones para su aprovechamiento; (iii) constitución y regularización de los DAA mediante la autorización de extracciones legítimas; (iv) fijación de limitaciones y modificaciones a la extracción del agua; (v) policía y vigilancia de las aguas; (vi) ejercicio de atribuciones decisorias o auxiliares a los tribunales; (vii) supervisión del funcionamiento de las JdV; (viii) seguimiento del funcionamiento de las asociaciones de canalistas y comunidades de aguas; (ix) autorización de uso de cauces naturales y artificiales; y, (x) autorización de obras hidráulicas mayores. Con la reforma del CA de 2005, las funciones regulatorias de la DGA han aumentado significativamente.

192. Como la DGA, la *Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)* es una unidad del MOP que tiene la función de coordinar y supervisar las funciones de las dos entidades. Mientras que la DGA es responsable de la gestión de los recursos hídricos, la DOH ejerce funciones que afectan la planificación del recurso incluida la construcción directa o indirecta (vía concesiones, por ejemplo) de las obras públicas hidráulicas mayores. Sus programas de inversión incluyen no sólo infraestructuras de riego y de manejo de cauces (relacionado con las funciones de la DGA), sino también infraestructuras primarias de aguas lluvias, de control aluvial, y de infraestructuras para servicios sanitarios rurales que no atañen a la DGA.

193. Una tercera entidad importante es la *Comisión Nacional de Riego (CNR)* que elabora las políticas y programas del subsector del riego, que corresponde al mayor uso del agua en Chile. La CNR está compuesta por un Consejo de Ministros (conformado por los ministros de Agricultura, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Hacienda, de Obras Públicas, y de Planificación) para coordinar las

instituciones involucradas en riego y drenaje; y una Secretaría Ejecutiva, que realiza estudios y ejecuta programas y proyectos con la finalidad de presentar propuestas al Consejo de Ministros.

194. La CNR es responsable de la administración de la Ley N° 18.450 que permite al sector privado obtener subsidios para acceder a infraestructura y sistemas de riego tecnificado con vistas a modernizar la agricultura y aumentar su competitividad internacional. La CNR tiene un convenio institucional con el INDAP, cuyo objetivo es contribuir a facilitar la postulación a la Ley N° 18.450 de los pequeños agricultores, agregando subsidios propios del INDAP a los subsidios de la CNR dentro de los mismos proyectos de inversión. En 2009, la Ley N° 20.401 modificó algunos artículos de la Ley N° 18.450. Entre los principales cambios están el aumento de las bonificaciones hasta un 90%, y la segmentación de los beneficiarios entre pequeños productores agrícolas y otros.

195. **Sistema judicial.** Varias entidades importantes forman parte del sistema judicial. Dado que ni la DGA ni otro organismo gubernamental tienen autoridad para regular los usos privados o para intervenir en los conflictos de agua, los propietarios de DAA resuelven sus conflictos ya sea mediante negociaciones voluntarias, involucrando a la respectiva asociación de usuarios, o acudiendo a los *Tribunales de Justicia*, esto es, en las cortes civiles ordinarias. Numerosos conflictos acaban en manos de los Tribunales de Justicia. Éstos pueden pedir la opinión experta de la DGA en algún caso en particular, pero no tienen obligación de consultarla. Los conflictos más amplios sobre el agua, como entre usos no agrícolas y entre usuarios particulares y la DGA, van a la *Corte de Apelaciones* regional. Las decisiones de la Corte de Apelaciones se pueden apelar ante la *Corte Suprema* nacional. Además, la *Contraloría General de La República* es responsable del control preventivo de la legalidad de diversos actos en el sistema judicial. Esto puede incluir la constitución de DAA y las declaraciones de reducción, prohibición, restricción, agotamiento y escasez.

196. **Gestión de la calidad del agua.** En Chile, la mayor parte de las funciones relacionadas con la calidad del agua están separadas institucionalmente de las relacionadas con la cantidad. En 2010 se introdujeron cambios importantes con la Ley N° 20.417. Estos cambios se encuentran dentro del marco de la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente de 1994. Teniendo en cuenta la experiencia internacional y las recomendaciones de la OCDE (OCDE, 2005), la Ley N° 20.417 pretendía (i) racionalizar competencias en el área de la gestión de la calidad de agua, y (ii) integrar y mejorar la efectividad de la regulación ambiental (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2010).<sup>13</sup>

197. Reemplazando la anterior CONAMA, la Ley N° 20.417 creó tres nuevas entidades: (i) el *Ministerio del Medio Ambiente (MMA)* con competencias en la formulación y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como de protección y conservación de los recursos naturales renovables e hídricos; (ii) el *Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)* que es responsable, a través de sus Direcciones Regionales de Evaluación Ambiental, de administrar, fomentar y facilitar la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos, lo que se realiza antes de la calificación ambiental final, la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de los proyectos, por una comisión integrada por diferentes ministerios; y (iii) la *Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)*, con competencias en la fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental: (i) RCA; (ii) medidas de planes de prevención y descontaminación; (iii) normas de calidad y de emisión; y (iv) planes de manejo de la Ley N° 19.300.

198. Para completar la Ley N° 20.417, se espera que se creen en 2011 *Tribunales Ambientales*, dependientes del Ministerio de Justicia y ubicados en Antofagasta, Santiago y Valdivia. Sus principales competencias estarán relacionadas con el daño ambiental, reclamos vinculados con resoluciones de la SMA y con la Ley N° 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente (Contreras, 2010).

---

<sup>13</sup> La Ley N° 20.417 también modificó el CA con un reglamento que deberá llevar la firma de los MMA y MOP, y determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo (Verges, 2010).

199. **Otros órganos.** Otros órganos importantes centralizados son el MinSal y la DIRECTEMAR; y entre las entidades orientadas a un sector económico se encuentran la SISS, el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), y la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

#### 4.1.2 Órganos descentralizados: organizaciones de usuarios

200. Las organizaciones de usuarios están reguladas por el art. 186 del CA, que establece que si dos o más usuarios de agua tienen derechos sobre el mismo canal o toman agua del mismo acuífero, podrán organizarse en una *asociación de canalistas, comunidad de aguas* o cualquier tipo de sociedad, con el objeto de tomar las aguas del caudal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento. En el caso de cauces naturales podrán organizarse como *JdV*. Muchas de las organizaciones de usuarios existentes se han desarrollado más o menos formalmente a partir de las actividades de riego artificial y construcción, en su mayor parte por consorcios de regantes dueños de grandes predios y de “mercedes” del siglo XVIII y XIX, de bocatomas y canales matrices gravitacionales; y sólo han sido legalmente regularizados en los últimos tiempos (Rojas, 2010)<sup>14</sup>.

201. Para las diferentes organizaciones de usuarios hay algunas características comunes:

- Su principal responsabilidad es la distribución de los recursos hídricos entre sus usuarios.
- Los poderes de gestión y de decisión en sus Juntas Generales son (casi) siempre compartidos entre sus usuarios-accionistas a prorrata de sus acciones y de sus DAA, ya estén constituidos y regularizados o no en los registros de la DGA.
- Asimismo, los recursos de agua disponibles en cada momento y para cada usuario son siempre compartidos a prorrata de sus acciones y sus DAA.

202. En 2010 el número de comunidades de aguas superaba en más de 10 veces el número de asociaciones de canalistas, ya que es más fácil constituir una comunidad de aguas que una asociación de canalistas, entre otras cosas, porque las primeras requieren para su registro de una Resolución de la DGA, y las segundas necesitan un Decreto Presidencial. Las comunidades de aguas y asociaciones de canalistas son las responsables tanto de la gestión, mantenimiento y renovación de los más de 40.000 km de canales primarios y secundarios, como de algunos embalses mayores construidos por el sector privado o transferidos a ellas por el Estado (Verges, 2010).

203. Hasta la fecha sólo existe una comunidad de aguas subterráneas en el país, en la región de Atacama, originada por una resolución de la DGA que declaró el acuífero respectivo como área de restricción (DGA, 2011). La DGA ha declarado muchas más aéreas de restricción y zonas de prohibición (Rojas, 2010), pero no se han formado comunidades.

204. Las JdV son diferentes de las otras organizaciones de usuarios de aguas, ya que todas sus competencias y poderes jurídicos se refirieren al agua como un bien público regulado especialmente por el CA. Entre las principales actividades de las JdV se encuentran (Rojas, 2010):

- Administración de las extracciones de volúmenes de agua (potestad de reparto);
- Vigilancia (potestad de policía propiamente dicha);

---

<sup>14</sup> Por ejemplo, las ocho organizaciones de usuarios (cuatro asociaciones de canalistas y cuatro JdV) que se agrupan en lo que se denomina Sistema Paloma en la cuenca del Limarí comenzaron a gestarse a finales del siglo XIX (Rojas, 2010). La primera fuente de formalización legal de estas organizaciones se encuentra en la Ley de Asociaciones de Canalistas de 1908.

- Sanción a los infractores de las medidas de administración de las aguas (potestad sancionadora);
- Ejecución forzosa de sus decisiones (potestad autoejecutora);
- Información a sus usuarios sobre los datos y previsiones hidráulicas;
- Cooperación con la DGA en la gestión de las redes de monitoreo de las aguas.

205. La importancia del rol que ocupan las JdV se ve fortalecida por las pocas atribuciones directivas u ordenadoras que respecto a ellas tiene la DGA. Sólo en casos de extraordinaria sequía o de reiteración de faltas o abusos de distribución de las aguas, la DGA puede suspender transitoriamente las atribuciones o intervenir a las JdV (Vergara, 2010).

## 4.2 Fortalecer la DGA

206. Como se ha mencionado en secciones anteriores, la DGA, como primer órgano de la Administración del Estado, es responsable de ejecutar un amplio número de tareas que en cierto sentido forman la columna vertebral del sistema de GRH de Chile. Por diversas razones, incluidas las características naturales del país que resultan en un costo relativamente elevado para ciertas tareas (tales como establecer una red de monitoreo de calidad, cantidad y niveles de las aguas superficiales y subterráneas en cada cuenca u hoya hidrográfica) y la competencia creciente por los recursos hídricos que aumenta la complejidad de otras tareas (por ej. las decisiones para la asignación de nuevos DAA), la DGA necesita ser fortalecida en sus capacidades para que pueda llevar a cabo sus funciones actuales de forma adecuada.

207. De alguna forma esto ya se ha reconocido, en particular en lo que respecta a la falta de *personal*<sup>15</sup> y *recursos financieros*<sup>16</sup>. Se está realizando un programa para el fortalecimiento institucional de la DGA durante 2010-14 que incluye un aumento significativo de personal (de un 20%) y medios (DGA, 2010a, DGA, 2010b). Esto debería permitir la ejecución de las siguientes tareas: (i) realizar un diagnóstico y balance de disponibilidad de aguas a nivel nacional; (ii) actualizar y difundir la información relativa al recurso hídrico; (iii) inventariar los glaciares; (iv) mejorar la regulación del recurso hídrico; (v) fomentar las organizaciones de usuarios de agua; (vi) implementar los sistemas de monitoreo de extracción de aguas; y, (vii) fortalecer la función de fiscalización de la DGA. Sin embargo, además de la insuficiencia de recursos, la DGA también enfrenta problemas de autonomía, autoridad, presencia a nivel local, y conflictividad para cumplir su mandato con éxito (Jouravlev, 2010).

208. La gestión del agua implica la necesidad de tomar decisiones con fuerte contenido económico, social y ambiental, y por lo tanto existen fuertes incentivos para influir en las decisiones de las autoridades de aguas. Hay dos aspectos principales en los cuales parece que la DGA carecería de suficiente *autonomía*: (i) no existen medidas para evitar la remoción arbitraria del titular de la DGA, ni un proceso que permita evitar un nombramiento político-partidista; y (ii) no tiene una fuente independiente de financiamiento (por ej. cobro por uso del recurso, patente por no uso, o multas), lo que le permitiría no ser completamente dependiente de las fluctuaciones del presupuesto nacional e incrementar su presupuesto.

<sup>15</sup> Actualmente la DGA tiene una dotación de unos 480 empleados fijos y eventuales contratados a honorarios (el 6% del personal del MOP y el 0,25% del total del personal de la administración nacional) de los cuales el 55% trabaja en oficinas regionales o provinciales. La DGA también emplea frecuentemente consultores privados para ocuparse de asuntos específicos. Para algunos temas la DGA no parece tener la cantidad de personal permanente con un nivel y experiencia suficientes para la formulación de los Términos de Referencia del trabajo de estos consultores, el seguimiento y monitoreo de su trabajo, la capitalización del contenido de los estudios, así como la implementación de sus recomendaciones (Verges, 2010).

<sup>16</sup> El presupuesto operacional (gastos de personal y bienes y servicios de consumo) de 8,8 mil millones de pesos de la DGA en 2010 suponía el 0,14% del presupuesto operacional nacional de 2009 (Verges, 2010).

209. La DGA no tiene un nivel jerárquico y *autoridad* suficiente, considerando que tiene que entenderse y negociar con ministerios, organismos de regulación, gobiernos locales e importantes compañías privadas. Las organizaciones similares en países vecinos (como por ejemplo, Brasil, México o Perú) tienen un rango jerárquico más alto.

210. La *presencia a nivel local* no es adecuada, en particular la cantidad y la calificación del personal superior tanto en las direcciones regionales como a nivel provincial y en algunas cuencas con problemas serios. La brecha de información y comunicación entre la oficina central de la DGA en Santiago y las organizaciones de usuarios encargadas de la administración del agua en sus jurisdicciones a nivel local es grande. La presencia local de la DGA es insuficiente para supervisar a las organizaciones de usuarios, proporcionarles el apoyo técnico y la capacitación necesarios para un buena administración de las aguas, administrar las aguas donde no se han constituido organizaciones de usuarios, tratar las solicitudes de constitución y regularización de DAA e incentivar la constitución de comunidades de aguas subterráneas, entre otros aspectos clave que le permitirían ejercer a plenitud el liderazgo que hace falta en la situación de crisis de cantidad y calidad de agua que ya experimenta Chile en algunos sitios y que podría incrementarse significativamente de no tomarse oportunamente medidas preventivas.

211. Finalmente, existe un grado de *conflictividad* entre los usuarios de agua y la DGA y en la Administración misma que distraen las actividades y los recursos de la DGA, obstaculizando el ejercicio adecuado de las funciones que fundamentalmente corresponden a esta organización. En su gran mayoría, estos conflictos están relacionados con temas de disponibilidad de aguas, regularización de DAA, patente por no uso de las aguas, perfeccionamiento de los títulos incompletos y caudales ecológicos (Vergara, 2010), así como contaminación de las aguas (Contreras 2010). Una de las razones que explican la conflictividad entre la DGA y los usuarios es la inexistencia de un reglamento general de aguas o de varios reglamentos particularizados por temas o áreas.

### 4.3 Fortalecer las organizaciones de usuarios

212. Entre las organizaciones de usuarios, las JdV son las más importantes en lo que se refiere al cumplimiento de funciones públicas en la administración del agua. Las JdV son organizaciones creadas por iniciativa de los usuarios a nivel de cauces naturales—normalmente en una sección de la cuenca y no en la cuenca entera.

213. Entre los problemas institucionales más importantes de las JdV cabe mencionar su limitada organización, capacitación y profesionalización (Rojas, 2010). Los datos a nivel nacional de 1999 ilustran algunas de sus deficiencias en mayor detalle (Alegría Calvo y Valdés Hernández, 1999; DGA, 1999; MOP, 1999). La mayoría de las cuencas y subcuencas del país no tenían JdV ni ningún otro tipo de organización de usuarios. En total había 51 JdV establecidas mientras que el país tiene 101 cuencas principales, 491 subcuencas y 1481 subsubcuencas. Menos de la mitad de las 51 JdV estaban registradas en el Archivo Público de la DGA. Había JdV entre las regiones I y VIII, concentrándose entre la IV y la VII. Había casos donde, existiendo dichas organizaciones, éstas no representaban al conjunto de los usuarios o tenían baja participación de los mismos en sus decisiones. En la mayoría de las JdV hay sistemas de contabilidad, balances y auditorías respecto del manejo de los recursos financieros<sup>17</sup>. En general, la administración y distribución de las aguas se llevaba a cabo en forma adecuada, pero algunas de las otras atribuciones muchas veces se ignoraban. Esto puede deberse a un desconocimiento por parte

---

<sup>17</sup> Según Verges (2010), existen JdV “ricas” y “pobres”, y algunas tienen deudas pendientes altas, otras bajas. Los presupuestos de operación necesarios no son siempre congruentes con la capacidad de pago de los accionistas de las JdV, y no parece que exista ningún sistema de subsidio público de operación ni de capacitación de las JdV “pobres”. Incluso los presupuestos de las JdV “ricas” parecen bastante bajos: los de las JdV de la 1<sup>era</sup> sección del Río Mapocho, con sus grandes accionistas como Aguas Andinas y Anglo American Sur eran de US\$70,000 en 2009.

de sus directores o administradores, o bien a que no se encuentran suficientemente capacitados para llevarlas a cabo. En general, el MOP (1999) concluyó que la forma de administración y distribución del recurso por parte de los usuarios no ha evolucionado en concordancia con las exigencias actuales, que plantean escenarios de uso más intensivos, nuevas posibilidades tecnológicas avanzadas, problemas de naturaleza distinta, y desafíos en relación con la gestión integrada del recurso (ver sección 4.4.3).

214. Esta situación crea una serie de problemas a la DGA. Cuando no hay JdV, la DGA es responsable de la administración de las aguas, pero la DGA no tiene, en general, la representación local suficiente para cumplir con esta responsabilidad. Cuando la JdV no está registrada, la DGA no puede ejercer las respectivas facultades de fiscalización relativas a la distribución de las aguas y a su gestión económica. Si la JdV incumple alguna de sus atribuciones, por ejemplo, el intercambio de información con la DGA respecto de la gestión de la red monitoreo de las aguas en cantidad, estacionalidad y calidad, la gestión de los cauces naturales puede quedar seriamente afectada.

## 4.4 Otros desafíos

### 4.4.1 Mejorar los sistemas de información y comunicación

215. Para que un país tome decisiones acertadas en materia de gestión de aguas en varios niveles, se necesita una cantidad considerable de información (World Bank, 1993). Esto incluye datos hidrológicos de fuentes superficiales y subterráneas y de calidad de aguas. La información también debería incluir datos de usos del agua (incluidas las externalidades relacionadas) y sus cambios en el tiempo, fuentes de contaminación, y factores socioeconómicos. El grado de detalle y la sofisticación de los sistemas de información se deben determinar en el contexto de cada cuenca y de cada acuífero, pero en general deben ser mayores cuando el agua es escasa y los impactos del cambio climático comienzan a ser más aparentes. La información, y los resultados de los análisis al respecto, deberían estar disponibles de forma accesible y ser comunicados a todos los grupos interesados.

216. Para el sector del agua de Chile, hay gran cantidad de datos, estudios e informes de empresas y sectores. Muchos de ellos se difunden siguiendo el principio de “Gobierno Transparente” en los sitios Web de numerosas entidades administrativas, académicas y empresariales. Sin embargo, a pesar de ello, hay deficiencias en la cobertura, calidad y accesibilidad de la información en una serie de aspectos.

217. En cuanto a los *aspectos físicos de las aguas*, hay deficiencias en la información respecto a la cantidad y calidad del agua. Con respecto a la cantidad, hay limitada información fidedigna de la disponibilidad de agua superficial por cuenca y los usos principales por sector y usuario, incluidos los flujos de retorno. Incluso más limitada es la disponibilidad de datos de aguas subterráneas y sus usos. Las comunidades de aguas subterráneas, cuya creación para las zonas de restricción o prohibición ha sido promovida por la reforma del 2005, podrían facilitar las tareas de monitoreo y generación de información, pero hasta la fecha existe solo una. La falta de involucramiento generalizada de muchas JdV en los temas de aguas subterráneas contribuye a agravar el problema. En la ausencia de organizaciones de usuarios, la DGA, según la ley, es responsable del control y vigilancia de las extracciones, pero esto no se ha concretado por la dificultad y los costos asociados a esta actividad: la DGA no puede entrar en los predios para verificar las extracciones y no hay sistema de medición en la mayoría de los pozos (Verges, 2010).

218. Se ha estudiado la *calidad de las aguas* en algunas secciones de los ríos, pero es difícil encontrar datos sobre calidad ambiental del agua por cuencas y por fuentes de contaminación y deterioro de los cuerpos y recursos hídricos. A largo plazo será importante gestionar mejor la interdependencia entre cargas contaminantes y caudales de dilución. Si bien la DGA es responsable de recopilar información sobre la calidad, carece de atribuciones para controlar la contaminación. Esta responsabilidad le cabe a otras entidades, incluidos el SAG, los Servicios de Salud, la SISS, y la SUBPESCA. Es necesaria una



mejor coordinación intersectorial con la implementación de los procesos de evaluación ambiental requeridos en la Ley n.º 20.417 de 2010.

219. Con respecto a los *derechos de agua y sus transacciones*, el CPA y los registros de los CBR son incompletos y falta correspondencia, lo que tiene consecuencias graves sobre la capacidad de administración y de gestión de los recursos hídricos, la transparencia del sistema, y la seguridad de los derechos. La sección 3.9 analiza en detalle este problema.

220. La información sobre ciertos *aspectos institucionales* tampoco es fácilmente accesible, como la que se refiere a las estructuras, prácticas y gestiones de las organizaciones de usuarios; o con respecto a los conflictos de agua, disputas y denuncias. Se realizan relativamente pocos análisis de los *aspectos económicos*, incluyendo el análisis de las opciones de política o inversiones alternativas para el sector público o privado; análisis de efectos sobre terceros, como el efecto de la contaminación; y la estimación de las compensaciones y/o costos ambientales.

221. Parte de la información (como las *inundaciones* en ciertas cuencas) está disponible solo a nivel local, y además, dependiendo de la fuente, esta información está tomada de diferentes formas y no es comparable entre cuencas. Ciertos *datos sectoriales* pueden estar disponibles en los organismos responsables de parte de la gestión (uso del agua en grandes operaciones mineras con la COCHILCO), pero no son realmente accesibles a otras posibles personas interesadas.

222. Es importante advertir que muchas veces la información relacionada con el agua y los sistemas de comunicación es un factor limitante en el proceso de toma de decisiones incluso de países avanzados (ver, por ejemplo, la parte relativa a las deficiencias en el registro de las transacciones de DAA en Colorado de Howe, 2010).

#### 4.4.2 Coordinar intra e intersectorialmente

223. Debido a las características particulares tan demandantes del agua, la coordinación intra- e intersectorial es muy importante dentro de este sector. El agua es móvil; su abastecimiento es incierto y variable, y puede provenir de diferentes fuentes; y hay una interdependencia predominante entre sus usuarios<sup>18</sup>. Estas características plantean la pregunta de cómo coordinarse mejor entre las diferentes entidades del sector, pero también con entidades de sectores usuarios de agua y sus respectivas leyes, actividades, y planes. Una dificultad particular de los arreglos institucionales de Chile es que la DGA, el órgano con la responsabilidad principal de la supervisión de la GRH del país, tiene menor jerarquía institucional que, p.ej., el nuevo MMA responsable de la calidad de las aguas. Otro problema se encuentra en el área legal, donde el CA no entra necesariamente en conflicto con las leyes principales de otros sectores como el eléctrico o la minería, pero podría ser considerado secundario y facilitar la puesta en vigor de las otras leyes (Vergara, 2010). Estos y otros temas, como la falta de complementariedad en las funciones, la falta de intercambio de información clave (que además se encuentra fragmentada), y la existencia de diferentes superposiciones, crean una serie de interferencias con otras instituciones dentro y fuera del sector del agua. Algunos ejemplos de este problema son los siguientes:

- a) *En la estructura interna de la DGA (central - oficinas regionales)*. Hay una falta de consistencia y fragmentación de las informaciones acumuladas, influida, entre otros factores, por la heterogeneidad de las características del personal adjunto a las diversas oficinas regionales, ya

---

<sup>18</sup> Como señala Young (1986), la mayoría de los usos fuera del cauce devuelven hasta un 50% del agua extraída del acuífero o río. Los usuarios de aguas abajo y/o interconectado por un acuífero son muy afectados (positiva o negativamente) por la cantidad, la calidad y la oportunidad de las descargas y flujos de retorno generados por usuarios aguas arriba.

que muchas de ellas carecen de personal técnico calificado. Este problema se explica también por los escasos recursos con los que cuenta esta institución (ver sección 4.2).

- b) *Entre la DGA y la DOH.* Si bien se encuentran en el mismo ministerio, se carece de una metodología consensual de evaluación económica y ambiental de ciertos proyectos de envergadura e impacto ambiental. El desarrollo de estos proyectos requiere evaluar la rentabilidad económica de los mismos teniendo en cuenta sus efectos directos e indirectos sobre el recurso, considerando la compleja interrelación entre los recursos superficiales de varias secciones de una cuenca, incluidos los acuíferos. Se detecta aquí como un claro ejemplo de descoordinación institucional la ausencia de mecanismos efectivos para que la DOH cuente con el acuerdo técnico de la DGA en lo relativo a afectaciones de carácter hidrológico. Este problema se puede aplicar a determinado tipo de infraestructuras de envergadura como (i) embalses de regularización inter-anual o anual con vistas a una extensión de las hectáreas de regadíos chilenos en el marco de los retos del “Chile Potencia Agroalimentaria”—proyectos de la DOH para la década 2011-2020 de más de 20 embalses de todos tamaños a beneficio de 330.000 ha de regadíos; (ii) canales nuevos (200 km) y revestimiento de 1.000 de los 2.200 km de canales todavía públicos a beneficio de 500,000 ha de regadíos.
- c) *Entre la DGA y la CNR.* Los problemas de coordinación y consistencia entre la planificación del recurso de la DGA y la gestión de subsidios al riego por la CNR dentro de la meta de agregar 400.000 ha de regadíos a los vigentes y reducir el consumo promedio de agua por ha de 14.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/ha parecen importantes y complejos desde el punto de vista técnico.

Si bien la CNR ha sometido toda subvención para nuevas explotaciones a la necesidad de obtener los DAA correspondientes de la DGA, en el caso de las aguas subterráneas, y debido en parte a la escasa información disponible sobre este recurso<sup>19</sup>, se han promovido numerosos proyectos de explotación con una débil evaluación ambiental y en definitiva sin una planificación hídrica adecuada. Desde un punto de vista más amplio, algo tan necesario como la articulación del Plan Nacional de Riego con la Política Nacional de Aguas, no parece darse en la práctica.

- d) *Entre la DGA y las JdV.* Los problemas de descoordinación afectan la relación entre la DGA, las JdV y las otras organizaciones de usuarios. Este problema es más una consecuencia derivada de otros factores, como pueden ser la escasa capacidad existente en algunas JdV, la falta de información, o los defectos inherentes al sistema de facto de resolución de conflictos.
- e) *Entre las distintas instituciones con competencias en calidad del agua.* Se deduce igualmente que existe una duplicidad de recursos y funciones en esta materia. Este problema podría mitigarse si el MMA gestionara u orientara en forma más precisa el ámbito de acción de cada organismo respecto de la calidad del agua. La superposición de las competencias entre los organismos se produce principalmente por la falta de especificidad en los alcances y criterios incorporados en los instrumentos legales que los amparan. Esta situación se agudiza aún más en los organismos donde la protección o gestión de la calidad del agua es una tarea marginal y alejada de los objetivos que dan origen a dichas instituciones. P.ej., el MinSal tiene que participar en la fiscalización de las Plantas de Tratamiento de Aguas (rurales, domiciliarias) y reutilización de Riles, pero no existen registros sistemáticos disponibles de dicha gestión. La duplicidad de funciones conlleva necesariamente una menor eficacia y efectividad en la gestión de la calidad del agua por la limitación en los recursos económicos y humanos que deben ser asignados a dichas tareas (Contreras, 2010).

---

<sup>19</sup> Aunque también al incoherente proceso de solicitud de permiso de explotación de agua subterránea, en el que es requisito perforar el pozo para solicitar el permiso (lo cual promueve la clandestinidad de los pozos).

224. *Gestión del riesgo hidrológico.* Otro punto es la falta de claridad procedimental sobre cómo se reparten y desarrollan las distintas funciones necesarias asociadas a la gestión del riesgo hidrológico. La aplicación práctica del concepto de dominio público hidráulico y de las labores de policía para la protección del mismo resulta difusa. Así, si bien existe el concepto de deslinde, éste no comprende una determinada distancia a partir de las riberas de los cauces y no está claro cómo se ejerce la fundamental labor de protección de los cauces ante agresiones de cualquier tipo (Salazar 2003). Por ejemplo, las responsables de conceder licencias para la extracción de áridos de un río son las entidades municipales, por lo que la posibilidad de conflicto con la DGA, responsable última de la protección del cauce, resulta evidente. En el caso de inundaciones, y salvo en marcos urbanos (Planes de Aguas Lluvias), no parece existir una vinculación normativa entre el área inundable, analizada mediante estudios técnicos y, p.ej., las zonas de actividades restringidas debido al riesgo existente. A pesar de la reciente aprobación de una ley que regula la operación de los embalses en casos de emergencia al declarar algunas presas necesarias para laminación[RS1] de avenidas, todavía no están claras las responsabilidades en la regulación de los caudales para minimizar efectos no deseados aguas abajo, ni tampoco en lo relativo a la seguridad de las presas en sí.

#### **4.4.3 Integrar la gestión de cuencas y fomentar la participación de los grupos interesados**

225. *La planificación hidrológica.* A pesar de que la DGA debe llevar a cabo la planificación hidrológica (art. 299 del CA de 1981), la actual planificación se reduce a la determinación de la disponibilidad de agua (con escasa información tanto de oferta como de usos), con el fin de otorgar nuevos derechos y declarar zonas de restricción o prohibición. A pesar de que en el pasado se desarrollaron algunos instrumentos orientativos con estos fines (planes de cuenca), nunca tuvieron un carácter normativo, y no hay evidencia de que se hayan utilizado para tomar decisiones en materia de gestión del recurso (Hearne, 2004). La única contribución a una función de tipo planificador con visión de largo plazo por parte de la DGA sería su participación en los EIA, mediante la determinación del impacto del proyecto a estudiar en la disponibilidad de agua, impacto en los cauces, caudal ecológico y, en teoría, también en la calidad del recurso. La función planificadora no se encuentra entre las responsabilidades de las JdV.

226. *Enfoque de cuenca.* A menudo es necesario un enfoque de cuenca como unidad de análisis, planificación y gestión para evitar el riesgo de que se incrementen las externalidades por un inadecuado manejo del recurso. En Chile el único acercamiento a este enfoque lo constituye el hecho de que algunas JdV tienen toda una cuenca bajo su jurisdicción. Generalmente estas organizaciones sólo actúan en secciones de un cauce (ni siquiera de una cuenca) (Salazar, 2003). Sin embargo, las JdV normalmente no representan a todos los usuarios, particularmente en una cuenca donde no sólo hay usos consuntivos sino también usos no consuntivos. Eso introduce importantes impedimentos a la hora de pensar que las JdV pudiesen realizar aportaciones en tareas relacionadas con la planificación u otras tareas con enfoque de cuenca (p.ej. criterios ambientales de conservación y preservación del recurso, incluyendo la garantía de caudales ecológicos, de regularidad en el monitoreo de niveles de disponibilidad de aguas subterráneas o de prevención y control de la contaminación de las aguas).

227. Un factor clave que dificulta el desarrollo de una función planificadora lo constituye también el problema de la descoordinación existente entre las diferentes instituciones con funciones relacionadas con la gestión del recurso.

228. **Fomento de la participación.** La participación tradicional en las JdV es la de los regantes a través de sus asociaciones de canalistas y comunidades de usuarios, o directamente en los casos de algunos grandes fundos con sus propias bocatomas. En algunos casos, como en el de la JdV de la primera sección del Río Mapocho, la mayoría de los DAA consuntivos están en manos de las minerías y empresas sanitarias. En estos casos, estos actores no suelen participar en las JdV y frecuentemente se dan problemas (sin solución normativa) para la conversión en acciones<sup>20</sup> de los derechos no consuntivos, particularmente de las hidroeléctricas. Así, son frecuentes los casos en los que a los regantes no les interesa que los usuarios de usos no consuntivos se incorporen a la JdV ya que, de hacerlo, su poder de voto sería importante debido a los grandes volúmenes asignados a estos usos (Dourojeanni, 1999). Es posible que emerja una necesidad creciente de adoptar un acercamiento más inclusivo de la GRH a nivel de cuenca (o grupo de cuencas, considerando el gran número de cuencas de Chile) conforme crezca la competencia por el agua y, de forma concomitante, se intensifiquen las interdependencias entre los usuarios.

#### 4.4.4 Mejorar la resolución de conflictos

229. Existe un notable grado de conflictividad entre los particulares o usuarios de agua y entre estos y la DGA<sup>21</sup>. Tal nivel de conflictividad se ve agravado por una desconfianza general que ha surgido entre la sociedad y la Administración, lo cual genera importantes dificultades a la hora de probar soluciones conjuntas y consensuadas. Estos conflictos distraen la actividad y los recursos de los particulares y de la DGA. Los temas principales de los conflictos se refieren a la disponibilidad de aguas, la regularización de los DAA, la patente por no uso de las aguas, el perfeccionamiento de los títulos incompletos y el caudal ecológico mínimo. Las debilidades del sistema de información, principalmente sobre los DAA existentes, pero también acerca de la disponibilidad de aguas, particularmente subterráneas, fomentan y complican la resolución de estos conflictos.

230. Como se vio en la sección 4.1, las funciones relacionadas con la resolución de conflictos se encuentran repartidas entre las organizaciones de usuarios y los Tribunales de Justicia.

231. El hecho de que las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) sean capaces de resolver conflictos internamente ahorra tiempo y gastos de recursos por parte de los usuarios y alivia la carga de trabajo de los tribunales. Sin embargo, las organizaciones de usuarios no cubren todo el territorio (hay secciones de río donde no hay JdV y la mayoría de los acuíferos no pertenecen a ninguna organización de usuarios), generalmente no incluyen todos los tipos de usuarios y cada una solamente cubre una parte de la cuenca, lo que disminuye su posible actuación en términos de resolución de conflictos. Un problema importante es que, en ciertos casos, las organizaciones de usuarios ejercen potestades jurisdiccionales en asuntos en los que ellas mismas tienen intereses. Otro problema es que la actual normativa que trata de las facultades de las organizaciones de usuarios es muy débil. En consecuencia, un desafío pendiente es regular las facultades jurisdiccionales de las organizaciones de usuarios de manera que éstas no se involucren en la resolución de conflictos en los cuales tienen un interés directo y mejorar los estándares procesales en la actuación de esta especie de tribunal, de manera que se garantice a todas las partes el respeto a las normas esenciales del debido proceso y la legítima defensa.

232. En lo relativo a los *Tribunales de Justicia*, y debido a la falta de tribunales especializados, un gran número de conflictos no resueltos llegan a instancias de los tribunales ordinarios de justicia, los cuales no poseen el grado de especialización adecuado para interpretar técnicamente las causas de los

---

<sup>20</sup> La representatividad de los usuarios en las JdV es proporcional al número de acciones que estos usuarios poseen, las cuales, a su vez, son proporcionales al volumen de agua que tienen asignado en sus respectivos derechos.

<sup>21</sup> Salvo donde se citan otras referencias y aportes de los autores de este informe, esta sección está basada en Vergara (2010).

mismos (Peña, 2001). En los casos en que las decisiones judiciales son recurridas, dicho recurso acaba en la Corte de Apelaciones de Santiago, la cual se puede decir que, en la práctica, se ha convertido en el principal tribunal de aguas del país sin estar especialmente capacitado para ello. Finalmente, existe una baja calidad técnica en las resoluciones judiciales dictadas en asuntos de aguas, no sólo debido al desconocimiento técnico específico, sino también a los bajos estándares procesales que se dan en los recursos especiales de aguas (falta de observancia de los principios del debido proceso, o bilateralidad de la audiencia, entre otros).

233. Por último, la **Contraloría General de la República** tiene a su cargo el control preventivo de la legalidad de diversos actos en el sistema judicial a través del trámite de toma de razón. Entre las resoluciones sujetas a esta toma de razón, se encuentra la constitución y la regularización de DAA y las declaraciones de reducción, prohibición, restricción, agotamiento y escasez a que aluden los art. 62, 65, 282 y 314 del CA. Respecto a este punto, resulta extraño que solamente las resoluciones judiciales que conceden derechos de aprovechamiento o solicitudes de declaración de agotamiento se encuentren bajo la jurisdicción de este organismo. De esta forma, las resoluciones que rechazan dichas solicitudes no estarían sujetas a la toma de razón y por lo tanto se encontrarían exentas de control de legalidad, pudiendo lesionar derechos fundamentales. Por último, también se percibe que la mayoría de los dictámenes de la Contraloría General de la República contienen especificaciones altamente técnicas, cuyo conocimiento correspondería a órganos específicos creados especialmente para tales efectos.

234. Queda claro pues, que el hecho de que un gran número de conflictos lleguen a instancias de los tribunales ordinarios no calificados para actuar en esta materia, es un indicador de que el sistema de resolución de conflictos en la gestión del agua no resulta adecuado. En ese sentido, es posible que los recién creados **Tribunales Ambientales** (ley N° 20.417, 2.010) puedan contribuir a solucionar este problema, para los asuntos y conflictos asociados a la gestión de la calidad del agua y al SEIA. Sin embargo, de una manera general, el ámbito de los tribunales ambientales es ajeno a los problemas y conflictos en materia de aguas. Si se quiere dar una solución realmente especializada a estos problemas debe crearse una entidad especialmente pensada y enfocada en estos temas.

## 5. PRINCIPALES CONCLUSIONES

235. Chile ocupa una estrecha franja de tierra de 4.200 km de longitud con un ancho medio de 180 km, ubicada entre la cordillera de los Andes y el océano Pacífico. En este territorio hay más de 200 cuencas relativamente pequeñas que drenan la vertiente oeste de los Andes. Esta geografía única provee una extraordinaria variedad de condiciones climáticas y de disponibilidad de recursos hídricos. Como se resalta en el capítulo 2, las condiciones en la mitad norte del país son áridas, con una disponibilidad media de agua per cápita menor a 800m<sup>3</sup> por año. Hacia el sur de Santiago, la capital, ubicada en el centro del país, la disponibilidad media supera los 10.000m<sup>3</sup> por año. Como en muchos otros países, el sector agrícola es el principal usuario de agua, con unas extracciones de alrededor del 73%, y la minería y los usos industriales comparten el 21% restante. La hidroelectricidad es el mayor uso no consuntivo. El nivel de competencia entre estos usos varía a lo largo del país. Es particularmente aguda en las áreas norte y central, donde desde mediados del siglo XX toda el agua superficial ya ha sido asignada (Peña, 2009).

236. Durante las tres últimas décadas la presión sobre los recursos existentes se ha intensificado significativamente. Probablemente esta intensificación ha estado menos influenciada por el propio sector del agua que por la estrategia de desarrollo nacional de Chile y las políticas macroeconómicas y de otros sectores. El papel fortalecedor del mercado y el fomento de una economía orientada a la exportación basada en productos como el cobre, la fruta fresca, la madera y su pulpa, el salmón, y el vino – todos productos que usan agua en su proceso de producción - han llevado a un importante aumento del uso del agua, en particular en las cuencas relativamente pobres en términos hídricos de las partes norte y central del país. Es probable que muchas de esas tendencias continúen en el corto a mediano plazo. Al mismo tiempo, la disponibilidad de agua está siendo limitada por un descenso en su calidad en algunas cuencas, y por los efectos del cambio climático que añadirán un estrés adicional, especialmente en las cuencas ya pobres en agua.

237. El marco legal básico existente está determinado por el Código de Aguas que entró en vigor en 1981. En línea con la Constitución de 1980 aún vigente, fomentaba fuertes derechos de agua privados, una limitada regulación por parte del Estado y un fuerte poder judicial. Conforme dicho Código de Aguas, el Estado era responsable de asignar los derechos de agua de forma gratuita y permanente, y sin ningún límite en la cantidad demandada a todos los individuos privados que los solicitasen. También permitía la libre transferencia de DAA. Al dar seguridad legal a los derechos de agua y disponer un mecanismo de reasignación, el Código de Aguas permitió fomentar las inversiones relacionadas con el agua y la mejora en su eficiencia de uso, pero también creó ciertos problemas. Las reformas al Código de Aguas aprobadas en 2005 apuntaban a resolver algunos de estos problemas, incluida la necesidad de reconciliar los incentivos económicos y a la competencia con la protección del interés público; equilibrar la función del Estado en la gestión de un recurso complejo, crucial para el desarrollo, con el fomento de la iniciativa privada y la transparencia en la gestión; y evitar la concentración de DAA. Aunque aún no se ha llevado a cabo un análisis completo del impacto de la reforma de 2005 (y quizás esto todavía no sea posible), hay indicios de que se logró solucionar ciertos problemas mientras que otros aún requieren atención. En 2010, se introdujeron reformas ambiciosas en el área de la gestión medioambiental, incluida una racionalización de las competencias para la gestión de la calidad del agua en el país, y una mejor integración del marco regulatorio.

238. A la luz de estos acontecimientos con respecto a la situación de los recursos hídricos y los arreglos institucionales para su gestión, este informe apunta a identificar y analizar aquellos aspectos prioritarios y desafíos importantes a los que habrá que hacer frente conforme aumenten la competencia por el agua, las interdependencias entre los usuarios y los conflictos asociados, así como las presiones ambientales. Basándose principalmente en los informes de antecedentes preparados por un equipo interdisciplinario de expertos, discusiones con funcionarios de alto rango de la DGA y otros organismos

relacionados con la gestión del agua, y una recopilación de documentación sobre la información disponible sobre temas de agua en Chile, el análisis se ha centrado en los problemas y desafíos clave en relación con los aspectos legales e instrumentos de gestión por una parte, y los aspectos institucionales por la otra. No se han cubierto otras áreas importantes tales como el financiamiento, el mantenimiento y desarrollo de infraestructura, la gestión de eventos extremos, y el apoyo científico para la toma de decisiones. Tampoco se analizaron las políticas y estrategias de los más importantes sectores usuarios del agua, como irrigación, hidroelectricidad, y minería, y su impacto en la situación del agua y su gestión. Por lo tanto, el diagnóstico se concentra principalmente en los desafíos pendientes en términos de los arreglos institucionales del sector del agua, que deben dar sustento al debate entre los actores involucrados y tenerse presentes en el desarrollo ulterior del sistema de gestión de los recursos hídricos del país.

239. Varios de los retos **vinculados con los aspectos legales e instrumentos de gestión** están relacionados con las definiciones y características así como con la regulación de los DAA:

- *Proteger los derechos de aguas de los grupos vulnerables.* Un gran desafío para la protección de los DAA de los grupos vulnerables, incluidos los grupos indígenas y los pequeños agricultores, es que una cantidad importante no tienen títulos o no están inscritos en los registros de los Conservadores de Bienes Raíces (CBR), cuya función principal es dar certeza en la posesión de derechos. Otro desafío es la protección de los “usos en la corriente”, de los que depende el modo de vida de algunos grupos ribereños.
- *Mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados.* Una gran dificultad en este tema es que el CA no reconoce el uso ambiental y que no se han podido establecer caudales ecológicos mínimos en las áreas con mayor escasez de agua ya que cuando se introdujo este instrumento, el agua de la mayoría de los ríos de las partes norte y central del país ya estaba asignada a DAA existentes. Además, la patente por no uso ha impedido que actores privados adquieran y conserven DAA para este propósito. Sin embargo, el Gobierno está exento del pago de la patente y podría adquirir tales DAA, ya sea comprándolos o recibiendo de privados como donación.
- *Mejorar los mercados de aguas.* Los mercados parecen haber estado significativamente más activos en los últimos cinco años que durante las primeras dos décadas de su existencia. Sin embargo, siguen siendo informales y carentes de transparencia, lo que redundará en una gran dispersión de precios, costos de transacción adicionales, y una asimetría de información entre los participantes del mercado que puede llevar a una redistribución poco equitativa del agua y sus actividades económicas relacionadas con respecto a las ganancias del intercambio.
- *Mantener la seguridad hidráulica de los derechos de aguas.* La seguridad hidráulica de los DAA está disminuyendo como resultado del cambio climático y de la reducción de los flujos de retorno (derrames y percolación) de los que dependen muchos usos. La disminución de dichos flujos se explica por el hecho de que su generación por los dueños de los DAA consuntivos es facultativa y que, por lo tanto, pueden cesar en cualquier momento debido a cambios de tipo de uso o de tecnología, efectuados por el mismo usuario o derivados de una transacción de mercado, dado que además el ejercicio y la transferibilidad de los DAA no están regulados. La solución práctica adoptada por las organizaciones de usuarios de las aguas superficiales, que consiste en distribuir

proporcionalmente el agua disponible en los ríos, puede resultar insuficiente a mediano y largo plazo para evitar que la rentabilidad de la inversión privada de cada usuario quede afectada y que se generen conflictos entre ellos. En el caso de las aguas subterráneas, la falta de organizaciones de usuarios impide que se establezcan ese tipo de reglas consensuadas.

- *Seguir avanzando en el uso efectivo de los derechos de aguas.* La reforma del Código de Aguas de 2005 junto con la actuación de la Comisión Antimonopolio, permitió que la propiedad de DAA haya dejado de ser un elemento de distorsión monopólica en el mercado de la hidroelectricidad, y que los DAA sin uso que aún existen ya no sean, en general, un obstáculo importante para el desarrollo de las cuencas. Sin embargo la patente por no uso de agua no resulta un incentivo significativo para asegurar el uso efectivo por los dueño de usos consuntivos de alto valor económico.

240. Otros dos retos se refieren a los instrumentos de gestión en las áreas de aguas subterráneas y calidad de agua:

- *Hacer la gestión del agua subterránea más sostenible.* La sostenibilidad del recurso está en riesgo en algunos acuíferos porque los DAA otorgados exceden la capacidad de explotación. Desde la reforma del Código de Aguas de 2005, existen las disposiciones normativas necesarias para una gestión adecuada de los acuíferos, pero su implementación ha sido un desafío importante. En particular, falta información, buenas herramientas de gestión y conocimiento del recurso en el país; las aguas subterráneas y superficiales no se manejan de manera conjunta; en general, hay muy poco control de las extracciones, legales o ilegales; los usuarios no se han organizado para asumir la gestión de los acuíferos; no existen perímetros de protección para proteger las fuentes de agua potable; y no se han analizado los efectos de los subsidios a la tecnificación del riego al evaluar su efecto sobre la recarga y la contaminación de los acuíferos.
- *Profundizar las medidas ya tomadas para asegurar la calidad del agua.* En poco más de 10 años, se ha logrado una reducción importante de la carga contaminante de las aguas servidas urbanas e industriales y una reducción drástica de la prevalencia de las enfermedades hídricas. Sin embargo, la calidad de las aguas ha disminuido en algunas regiones del país. Los desafíos pendientes son afrontar la contaminación difusa agrícola y forestal y los impactos eventuales de los pasivos asociados a los residuos mineros, y proteger los lagos costeros, los estuarios y las aguas subterráneas, particularmente vulnerables a la contaminación. Por ello, es importante implementar plenamente los instrumentos para el control de la contaminación previstos por la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, como las normas de calidad ambiental de las aguas receptoras (normas secundarias) y los planes de prevención y de descontaminación asociados. También será necesario mejorar la red de monitoreo y el sistema de información de la calidad de las aguas; profundizar el conocimiento de los ecosistemas acuáticos; fortalecer el personal en las Autoridades Ambientales Regionales y en la DGA; y seguir perfeccionando los instrumentos de gestión.

241. Un desafío final relacionado directamente con los DAA concierne a su registro:

- *Mejorar el registro público de los derechos de aguas.* La principal razón por la cual el registro está incompleto es que sólo se pueden inscribir los DAA regularizados y perfeccionados, que



representan una pequeña parte del universo de DAA. El motivo es que los procesos de regularización y perfeccionamiento son costosos, complejos y largos; y la mayoría de los usuarios que no los inscriben no incurren en sanciones. Además el registro no está actualizado porque los Conservadores de Bienes Raíces y los usuarios rara vez transmiten a la DGA los cambios efectuados en los DAA por transferencias u otras razones. Una causa común a todas las instancias participantes – los CBR, la DGA a nivel central y regional y los tribunales de justicia – es la escasa capacidad de implementación tanto por insuficiencia de personal capacitado como por los reducidos recursos financieros destinados a estos fines.

242. Los **desafíos vinculados con los aspectos institucionales** incluyen problemas de capacitación en los dos órganos principales en la administración y distribución del agua a nivel central y descentralizado:

- *Fortalecer la DGA.* La DGA necesita ser fortalecida en sus capacidades para que pueda llevar a cabo sus funciones actuales de forma adecuada. Además de la insuficiencia de personal y presupuesto, que se están solucionando en la actualidad, el grado de autonomía de la DGA puede resultar insuficiente para tomar decisiones difíciles, y no otorgarle la autoridad requerida para negociar con otros actores clave del sector del agua. Tanto la insuficiencia de recursos como su insuficiente autonomía inciden en la débil presencia de la DGA a nivel local.
- *Fortalecer las organizaciones de usuarios.* Las más importantes de estas organizaciones son las JdV que son generalmente creadas a nivel de una sección de una cuenca por iniciativa de los usuarios. Sin embargo, en la mayoría de las cuencas y subcuencas no se han formado JdV. Menos de la mitad de las JdV están registradas en el Archivo Público de la DGA. Muchas de las JdV tienen limitada organización, capacitación y profesionalización. A menudo no representan al conjunto de los usuarios o hay poca participación en su toma de decisiones.

243. Otros desafíos se refieren a ciertos aspectos transversales que están cobrando una importancia creciente para el desempeño de las instituciones de gestión del agua conforme la relación entre los usuarios se intensifica:

- *Mejorar los sistemas de información y comunicación.* A pesar de que hay una gran cantidad de datos, estudios e informes acerca del sector del agua fácilmente disponibles, también existen algunas deficiencias en la cobertura, calidad y accesibilidad de la información. Cabe mencionar los datos sobre disponibilidad y principales usos del agua, incluidos los flujos de retorno; y sobre la calidad ambiental del agua y las fuentes de contaminación. Tampoco es fácil acceder a información sobre ciertos aspectos institucionales, p. ej., con respecto a los conflictos de agua. Se realizan relativamente pocos estudios de los aspectos económicos, incluidos los análisis de las opciones de política.
- *Coordinar intra e inter sectorialmente.* La enorme interdependencia entre los usuarios de agua y las externalidades resultantes hacen surgir la pregunta de cómo organizar mejor su coordinación. Una barrera para mejorar la coordinación de la DGA es que su nivel en la jerarquía institucional no se corresponde bien con algunas de sus funciones. Otros problemas que crean interferencias con otras instituciones dentro y fuera del sector del agua son la falta de complementariedad en algunas funciones, la falta de intercambio de información clave (que además se encuentra fragmentada), y la existencia de diferentes superposiciones.

- *Integrar la gestión de cuencas y fomentar la participación de los grupos interesados.* El enfoque de cuenca como unidad de análisis, planificación y gestión suele ser necesario para evitar el riesgo de que se incrementen las externalidades por un inadecuado manejo del recurso. La actual planificación de la DGA se limita prácticamente a la determinación de la disponibilidad de agua, con el fin de otorgar nuevos derechos y declarar zonas de restricción o prohibición. Además, en la actualidad la participación de grupos interesados está limitada debido a la falta de foros de debate adecuados.
- *Mejorar la resolución de los conflictos.* Las organizaciones de usuarios y los tribunales de justicia son responsables de la resolución de los conflictos sobre el agua. El que las organizaciones de usuarios de agua sean capaces de resolver conflictos internamente ahorra tiempo y recursos a los usuarios y alivia la carga de trabajo de los tribunales; sin embargo las organizaciones de usuarios no cubren todo el país ni incluyen a todos los usuarios. Además, sería importante regular las facultades jurisdiccionales de las organizaciones de usuarios de manera que no se involucren en la resolución de los conflictos en los que tengan un interés directo, y mejorar los estándares procesales en la actuación de este tipo de tribunal, de manera que se garantice a todas las partes el respeto a las normas esenciales del debido proceso y la legítima defensa. Dada la falta de un tribunal especializado, un gran número de conflictos no resueltos llega a los tribunales ordinarios de justicia, los cuales no poseen el grado de especialización adecuado para interpretar técnicamente las causas. Además, existe una baja calidad técnica en las resoluciones judiciales dictadas en temas de aguas.

244. En conjunto, es importante expresar que si bien algunos de estos 14 desafíos principales son muy específicos del sistema de GRH de Chile - que resulta de las características físicas tan particulares y la evolución de los arreglos de política, legales e institucionales en el sector del agua y otros- ciertos problemas son similares a los que están experimentando e intentado resolver de diversas formas otros países y regiones de un nivel socioeconómico de desarrollo y recursos hídricos similares. Aunque la gestión de los recursos hídricos de cada país es única, se pueden identificar ciertas tendencias en la evolución tanto de los problemas como de la gestión del recurso. Este informe no se propone explícitamente analizar los temas de GRH de Chile a la luz de la experiencia internacional —pero esta experiencia sin duda ha influenciado la visión de los expertos, los funcionarios del Gobierno y los miembros del equipo del Banco que han contribuido al diagnóstico y por lo tanto a la elección de los retos prioritarios que han sido señalados en el informe.

245. El informe tampoco propone ninguna intervención específica para superar los desafíos señalados. El estudio de las posibles intervenciones se podría considerar en una segunda fase que contribuiría de manera ulterior a la formulación de una política y estrategia nacional de gestión de los recursos hídricos. Está claro que cada desafío podría ser enfrentado de distintas maneras incluyendo diferentes grupos interesados. Algunos desafíos se pueden considerar más urgentes que otros y algunos pueden resultar más sencillos de resolver. Se ha comenzado por asignar mayor presupuesto y cantidad de personal a la DGA en el período 2010-14, y por realizar esfuerzos para mejorar la toma de datos, el proceso de la información, y la difusión al público. Con certeza las reformas en los diferentes frentes tendrán que ser secuenciadas cuidadosamente. Deberán estar basadas en un intercambio más profundo con un mayor abanico de grupos interesados, y estudios más detallados. Será importante prestar atención a la resistencia de los grupos interesados que temen la pérdida de autonomía o los posibles costos. Incluso cuando las reformas benefician a la sociedad en su conjunto, muchas veces imponen costos de transición para algunos grupos. Será necesario explorar medidas que puedan reducir los costos de la reforma. En este sentido, puede ser conveniente promover foros de discusión para obtener la colaboración de expertos de países o regiones que también han adoptado una gestión del agua basada en títulos de propiedad seguros y

mercados de agua y que se han enfrentado a problemas similares, tales como Australia o algunos estados de Oeste de Estados Unidos. Probablemente se puedan extraer aprendizajes de los procesos que llevaron a las reformas de 2010 en el área de la gestión medioambiental que mostraron nuevamente que Chile es capaz de diseñar e implementar reformas ambiciosas y de vanguardia.

## REFERENCIAS

- Agostini, C.A., P.H. Brown, y A.C. Román. 2010. "Poverty and Inequality among Ethnic Groups in Chile." *World Development*, Elsevier, 38, 7, 1036-46.
- Alegría Calvo, M.A. y F. Valdés Hernández. 1999. *Diagnóstico de la situación actual de las organizaciones de usuarios de agua a nivel nacional*. Facultad de Derecho Administrativo Económico, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Ingenieros Consultores, 2007a. *Estimaciones de la demanda de agua y proyecciones futuras. Zona I Regiones I a IV*. Informe final (S.I.T. N° 122). Dirección General de Aguas, República de Chile, Santiago.
- Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Ingenieros Consultores, 2007b. *Estimaciones de la demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II Regiones V a XII y Región Metropolitana*. Informe final (S.I.T. N° 123). Dirección General de Aguas, República de Chile, Santiago.
- Ayala, L. 2010. *Aspectos técnicos de la gestión integrada de las aguas (GIRH) – Primera etapa diagnóstico*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.
- Banco Central de Chile. 2006. *Producto interno bruto regional 2003-2006, base 2006*. Banco Central de Chile. Santiago, Chile.
- Banco Central de Chile. 2010a. *Síntesis de estadística de Chile 2005-2009*. Banco Central de Chile. Santiago, Chile
- Banco Central de Chile. 2010b. *Informe de política monetaria (IPoM) Marzo 2010*. Banco Central de Chile. Santiago, Chile.
- Basta, E., and B.G. Colby. 2010. "Water Market Trends: Transactions, Quantities, and Prices." *Appraisal Journal*, January 1.
- Bauer, C.J. 2004. *Siren Song: Chilean Water Law as a Model for International Reform*. Resources for the Future, Washington, DC.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2010. *Historia de la Ley N°20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente*. Mensaje Presidencial. D. Oficial 26 de enero.
- Bitrán, E., and R. Sáez. 1994. "Privatization and Regulation in Chile." En *The Chilean Economy: Policy Lessons and Challenges*. Editado por B.P. Bosworth, R. Dornbusch and R. Labán. The Brookings Institution, Washington, DC.

Brehm, M. Ríos, and J. Quiroz. *The Market for Water Rights in Chile: Major Issues*. World Bank Technical Paper No. 285. The World Bank, Washington, DC.

Briscoe, J., P. Anguita Salas, and H. Peña T. 1998. *Managing Water as an Economic Resource: Reflections on the Chilean Experience*. Environment Economics Series, Paper No. 62. The World Bank, Washington, DC.

CADE-IDEPE. 2005. *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad*. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile.

Centro de Análisis de Políticas Públicas-Instituto de Asuntos Públicos Universidad de Chile (CAPP-INAP). 2010. *Estado del medio ambiente en Chile 2008*. CAPP-INAP, Chile.

CESC Limited, 2010. Mining financial report n.º 07, first quarter 2010. CESC Limited.

COCHILCO, 2010b. *Inversión en la minería Chilena del cobre y del oro*. Proyección del período 2010-2015 (actualizada al cierre de mayo 2010 de /05/2010). COCHILCO, Santiago

Colby-Saliba, B., and D. Bush. 1987. *Water Markets in Theory and Practice: Market Transfers, Water Values and Public Policy*. Studies in Water Policy and Management. Westview Press, Boulder, CO.

Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), 2009. *Gestión del recurso hídrico y a minería en Chile: proyección consumo de agua en la minería del cobre 2009-2020*. COCHILCO, Santiago.

Comisión Nacional de Energía (CNE). 2009. *Capacidad instalada por sistema eléctrico nacional*. Santiago, Chile.

Concha, M. 2010. "DGA: desafíos en la gestión de los recursos hídricos." Presentación para "¿Existe sobre-explotación del agua en Chile?", Seminario Nacional AHLSUD Capitulo Chileno A.G.

Contreras, M. 2010. *Calidad de aguas y contaminación: etapa diagnóstico*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.

Cristi, O., A. Vicuña, L. de Azevedo, y A. Baltar. 2000. *Mercado de agua para irrigación: una aplicación al Sistema Paloma de la cuenca del Limarí, Chile*. World Bank-Netherlands Water Partnership Program (BNWPP) Trust Fund, Washington, DC.

Cristi, O., y C. Poblete. 2010a. *No uso de derechos de agua: ¿una decisión ineficiente o eficiente? y patentes por no uso en Chile*. Serie Working Paper, Escuela de Gobierno, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

Cristi, O., y C. Poblete. 2010b. *Qué nos dicen los conservadores de bienes raíces del mercado de aguas en Chile*. Por publicarse en Serie Working Paper, Escuela de Gobierno, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

Cristi, O., y F. Guzmán Sotomayor. 2010. *Diagnóstico económico*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.

Daud, P. 2002. *Avances y desafíos en las regulaciones ambientales en el sector de la minería*. Santiago, Chile.

Delacámara, G. 2010. *Diagnóstico, política y estrategia nacional de gestión integrada de recursos hídricos*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.

Dinar, A., M.W. Rosegrant, R. Meinzen-Dick. 1997. *Water Allocation Mechanisms: Principles and Examples*. Policy Research Working Paper 1779. The World Bank, Washington, DC.

Dirección General de Aguas (DGA). 1987. *Balance hídrico de Chile*. DGA. Santiago de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 1999. *Diagnóstico situación actual de las organizaciones de usuarios de aguas a nivel nacional*. Informe Final, realizado por R.E.G. Ingenieros Consultores. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2008. *Manual de normas y procedimientos para la administración de recursos hídricos*. Serie de Informes Técnicos (SIT) N° 156. DGA, Santiago de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2010a. *Categorización de Estudios de Aguas Subterráneas en Sectores Acuíferos restringidos, ubicados entre las Regiones de Arica y Pertinacita y del Libertador General Bernardo O'Higgins*. Informe DARH N° 265/ DGA, Gobierno de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2010b. *Estimación de recargas de aguas subterráneas en cuencas de las Regiones VII, VIII, IX, XIV y X*. DGA, Gobierno de Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2011. *Comunidad de Aguas Copiapó – Piedra Colgada – Desembocadura*. DGA, Santiago de Chile.

Donoso, G. H. 2003. *Water Markets: Case Study of Chile's 1981 Code*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Global Water Partnership South America, Santiago.

Dourojeanni, A. y A. Jouravlev. 1999. *El Código de Aguas de Chile. Entre la ideología y la realidad*. Serie recursos naturales e infraestructura. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.

Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). 2010. *Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean. Summary 2010*. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.

Findley, R., y D.A. Farber. 1992. *Environmental Law*. St. Paul, MN, West Publishing Co.

Fox, I.K. 1976. "Institutions for Water Management in a Changing World." *Natural Resources Journal*, 16, 743-58.

Gobierno de Chile. 2010a. "Prioridad Presidencial – Programa de Gobierno 'Fortalecimiento institucional en materia de aguas.'" Presentación Presupuesto 2011. Dirección General de Aguas.

Gobierno de Chile. 2010b. "Aguas: Prioridad Presidencial – Programa de Gobierno." Presentación Presupuesto 2011. Dirección General de Aguas, Santiago.

Hadjigeorgalis, E. 2008. "Distributional Impacts of Water Markets on Small Farmers: Is There a Safety Net?" *Water Resources Research*, Vol. 44, W10416, doi:10.1029/2007WR006527.

Howe, C.H. 2010. "Reconciling Law and Economics in Water Administration." *Colorado Water*, Vol. 27, No. 5, 16-18.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 1992. *Censo de Población y Vivienda*, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2003. *Síntesis de resultados*. Censo 2002. INE. Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2007. *Censo Agrícola*. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2008. *Encuesta de presupuestos familiares*. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2009. *Cambios estructurales en la Agricultura Chilena. Análisis Intercensal 1976-1997-2007*. INE. Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2009. *Cambios estructurales en la Agricultura Chilena. Análisis Intercensal 1976-1997-2007*. INE. Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2010. *Síntesis Estadística de Chile*. INE. Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2010. *Síntesis Estadística de Chile*. INE. Chile.

Jouravlev, A.S. 2005. "Integrating Equity, Efficiency and Environment in the Water Allocation Reform." Presentation at the International Seminar Water Rights Development in China, Beijing, 6-7 December.

Jouravlev, A.S. 2010. "Código de Aguas de Chile: desafíos pendientes." Presentación a la Dirección General de Aguas, Santiago, 15 de Julio.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 1999. *Política nacional de recursos hídricos*. Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.

Muñoz, 2010. “Aplicación del concepto de uso previsible en la constitución originaria de derechos - concepto de uso previsible.” Escrito por comunicaciones ALHSUD Capítulo Chileno A.G.

OECD. 2005. *Environmental Performance Reviews: Chile*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) of the United Nations. Paris.

Peña, H. 2001. *20 años del Código de Aguas. Visión desde la administración*. Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.

Peña, H. 2009. “Taking it one step at a time: Chile’s sequential, adaptative approach to achieving the three Es.” En *Integrated Water Resources Management in Practice: Better Water Management for Development*. Editado por R. Lenton y M. Muller. Global Water Partnership. Earthscan, London.

Peña, H. M. Luraschi y S. Valenzuela. 2004b. “Agua, desarrollo y políticas públicas: la experiencia de Chile”. *Revista de Gestión del Agua en América Latina*. Vol 1, n.º2, jul-dic.

Peña, H. y Salazar, C. 1993. *Calidad de aguas*. Serie de documentos técnicos. SIT nº2. DGA. 1993.

Peña, H., 2005. “Sentido y Alcances de La Reforma del código de Aguas de Chile”. Presentación para la Conferencia Internacional “Objetivos y Alcances de la Reforma de Código de Aguas de Chile”, CEPAL, Santiago, 4-5 Julio.

Peña, H., 2010. “Copiapó: realidades, desafíos y lecciones.” Presentación para “¿Existe sobre-explotación del agua en Chile?”, Seminario Nacional AHLSUD Capítulo Chileno A.G.

Peña, H., M. Luraschi and S. Valenzuela. 2004a. *Water, Development, and Public Policies – Strategies for the Inclusion of Water in Sustainable Development*. South American Technical Advisory Committee, Global Water Partnership, Santiago, Chile.

Proust Consultores, 2008. Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, Regiones Centro-Norte de Chile (S.I.T N° 146): Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago.

Rhodos Asesproas y Proyectos Ltda. *Resultados de estudios de levantamiento de información sobre derechos no inscritos susceptibles de regularizar*. Santiago.

Riestra, F. 2008. “Pago de patente por no uso de derechos de aprovechamiento.” Dirección General de Aguas (DGA), Santiago de Chile.

Ríos M. and Quiroz, J. 1995. *The Market for Water Rights in Chile: Major Issues*. The World Bank, Technical Paper Number 235, Washington, D.C.



- Rojas, C. 2010. *Organizaciones de usuarios de aguas y organismos de cuenca*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.
- Rosegrant, M. and Gazmuri, S. 1994. “Reforming water allocation policy through markets in tradable water rights: lessons from Chile, Mexico and California”. EPTD discussion paper nº6. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Salazar, C. 2003. *Situación de los recursos hídricos en Chile*. Con el apoyo de la Fundación Nippon. Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C., México.
- Solanes, M. 2010. *Diagnóstico, política y estrategia nacional de gestión integrada de recursos hídricos: aspectos legales*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.
- Solanes, M., and A. Jouravlev. 2006. “Water Rights and Water Markets: Lessons from Technical Advisory Assistance in Latin America.” *Irrigation and Drainage*, 55, 337-42.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 2010. *Información de gestión del sector sanitario 2009*. Santiago, Chile.
- Universidad de Chile. 2010. *Informe País. Estado del medio ambiente in Chile 2008*. Instituto de asuntos públicos, Instituto de Asuntos Públicos. Chile.
- Valenzuela, 2009. *La patente por la no-utilización de las aguas en Chile: origen, diseño y primeras experiencias en su implementación*. Universidad de Chile, Santiago.
- Vergara, A. 2010. *Diagnóstico de problemas en la gestión de recursos hídricos: aspectos institucionales para una futura propuesta de modificaciones legales, reglamentarias y/o de prácticas administrativas*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.
- Vergara, A., 1997. *Actas de la IV Convención Nacional de Usuarios de Agua*. Arica, 17 y 18 de octubre de 1997, 83-97.
- Vergara, A., 1998. *Derecho de aguas*. Editorial jurídica de Chile. Santiago, Chile.
- Verges, J.F. 2010. *Síntesis del diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos: primero borrador*. Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile.
- Williams, S., and S. Carriger. 2007. *Water and Sustainable Development: Lessons from Chile*. Technical Committee (TEC) Policy Brief 2. Global Water Partnership.
- World Bank. 1993. *Water Resources Management. A World Bank Policy Paper*. The World Bank, Washington, DC.

World Bank. 2010. *World Development Indicators 2010*. The World Bank, Washington, DC.

Yáñez, N. 2005 “Derechos de aguas y derechos indígenas”. *Observatorio Ciudadano*. Observatorio de Derechos de los Pueblos Indígenas.

Young, R.A. 1986. “Why Are There So Few Transactions among Water Users?” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 68, No. 5, 1143-51.

### Anexo 1 Factores Incidentes en la calidad de agua por cuencas hidrográficas

N°	Cuenca	Factores Naturales	Factores de origen humano
1	Lauca	Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca. Surgencia de aguas ricas en sales (Termales) Fenómenos de concentración debido a la evaporación. Litología rica en sales y metales. Influencia volcánica.	Actividad turística. Contaminación difusa por aguas servidas. Lixiviación de depósitos de estériles y aguas de drenaje de minas. Actividad militar
2	Isluga	Afloramientos de aguas termales. Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca Concentración de compuestos debido a la evaporación. Lixiviación de compuestos de origen volcánicos	No se registran actividades humanas de importancia
3	Lluta	Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca. Solubilización de sales al paso por salar. Concentración de compuestos debido a la evaporación. Lixiviación de compuestos de origen volcánico. El aporte de inorgánicos se debe a la travesía por suelos con nitratos y sales. El abastecimiento del río a la napa subterránea hace que disminuya el caudal del río, lo cual hace que río abajo se vayan concentrando contaminantes que se van adicionando a medida que escurre.	Pastoreo de camélidos. Contaminación difusa por aguas servidas. Actividad agrícola. Incorporación de salmueras efluentes de la Planta desalinizadora de ESSAT.
4	Tarapaca	Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la cuenca. Existencia de humedales. Concentración de compuestos debido a la evaporación. Lixiviación de compuestos de origen volcánicos. Surgencia de aguas termales	Actividad Minera. Contaminación difusa por aguas servidas
	Loa	Lixiviación de filones mineralizados de la franja metalogénica. Lixiviación superficial y volumétrica de litología del sector asociado a esta parte de la Cuenca. Concentración de compuestos debido a la evaporación. Lixiviación de compuestos de origen volcánicos	Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por ganadería de bofedales. Contaminación difusa por actividad minera. Lixiviación de depósitos de estériles y aguas de drenaje de minas. Contaminación difusa por actividad agrícola. Extracción de agua para potabilizar y para riego. Contaminación difusa por tranque de relave. Contaminación difusa por descarga de Riles. Contaminación difusa por percolados de planta de boratos. Extracción de agua para actividad minera

5	Huasco	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos. Filtraciones de aguas subterráneas desde embalse. Sedimentación de aguas en embalse.	Descargas difusas por depósitos de estériles. Descarga de Riles mineros y drenajes de aguas de minas. Contaminación difusa por ganadería. Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por aguas servidas. Descargas difusas por depósitos de estériles.
6	Elqui	Lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados de la franja metalogénica. Escorrentía de aluminosilicatos. Aporte de aguas hidrotermales. Lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados de la franja metalogénica. Rocas asociadas a mineralización de Cu y Au.	Drenajes de aguas de minas. Descargas difusas desde tortas de estériles mineros. Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por ganadería. Descargas difusas de plaguicidas. Eutrofización. Descarga de Riles.
7	Limarí	Lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por ganadería. Descargas difusas por depósitos de estériles. Descarga de Riles mineros y drenajes de aguas de minas.
8	Choapa	Lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Contaminación difusa por ganadería. Descargas difusas procedentes de tortas de estériles. Descargas de Riles mineros. Concentración de minerales debido a extracción de agua. Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por aguas servidas. Descarga de Riles.
9	Pupio	Lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por aguas servidas. Riles mineros. Aporte de aguas de embalse. Posibles Riles mineros (mineroducto).
10	Aconcagua	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica. Escorrentías de arcillas (alúmino-silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución. Lixiviación volumétrica y superficial de formaciones rocosas.	Lixiviación de tortas de material de descarte minero. Descarga de aguas de minas. Concentración de contaminantes debido a extracciones de canales de riego. Contaminación difusa por aguas servidas. Actividad agrícola. Aplicación de plaguicidas y fertilización de suelos. Drenajes de aguas de minas. Drenajes difusos provenientes de depósitos de estériles. Extracción de agua por canales. Descarga de Riles.
11	La Ligua	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica. Escorrentías de arcillas (alúmino-silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución. Lixiviación volumétrica y superficial de formaciones rocosas.	Contaminación difusa por agricultura. Contaminación difusa por ganadería. Lixiviación de tortas de material de descarte minero. Descarga de aguas de minas. Contaminación difusa por descarga de aguas servidas. Extracción de áridos. Descarga de Riles con DBO <sub>5</sub> al alcantarillado y/o río

12	Maipo	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas. Aguas termales con alto contenido de inorgánicos y metales en solución. La litología indica presencia de rocas andesíticas con sulfuros de hierro. Lixiviación del SO <sub>4</sub> de la ladera conocida como “El Amarillo”. Escorrentías de arcillas (alúmino-silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.	Contaminación difusa por ganadería. Explotación de yeso que da origen a sulfatos. Producto de la actividad minera, ya sea por operaciones unitarias o remoción de calizas, se generan sólidos disueltos, inorgánicos y metales esenciales. Lixiviación de tortas de material de descarte minero Aguas de proceso minero. Aumento de SST por extracción de áridos. Contaminación difusa por aguas servidas. Extracciones de agua. Descarga de Riles de empresas agroindustriales, papelera y metalmecánica. Aporte de plaguicidas. Extracción para agua potable. Actividades turísticas. Descargas de Riles, con alta carga de materia orgánica y metales pesados. Existencia de descargas domiciliarias. Descarga de Riles de avícolas, agrícola y lechera, industrias químicas.
13	Rapel	Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de las franjas metalogénicas. Escorrentías de arcillas (alúmino-silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.	Aguas de proceso de actividades mineras. Drenajes de aguas de minas. Contaminación difusa por aguas servidas. Drenajes difusos de relaves mineros. Lixiviación de botaderos de material de descarte minero. Contaminación difusa por actividad industrial. Aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Descarga de Riles. Contaminación difusa por ganadería. Derrames desde canoa de relaves.
14	Mataquito	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos. Cenizas y nieves ácidas procedentes del volcán Peteroa.	Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por ganadería. Descarga de Riles. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por agricultura. Captaciones de agua potable de ESSAM. Contaminación difusa por depósitos de estériles Riles mineros. Contaminación difusa por aguas servidas de centros poblados
15	Maule	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. Incorporación de aguas termales.	Contaminación difusa debido a ganadería. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Contaminación difusa por centro poblado. Retención de sedimentos. Cambio de régimen léntico a lótico. Régimen de caudales regulados por centrales hidroeléctricas. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Descarga de Riles. Contaminación difusa por aguas servidas. Riles de agroindustrias. Actividad agrícola.
16	Itata	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentías de aluminosilicatos.	Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Descarga de Riles. Contaminación difusa debido a ganadería.
17	Bío Bío	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Descargas difusas y puntuales de aguas servidas. Contaminación difusa por ganadería. Sedimentación de sólidos por centrales hidroeléctricas. Depósitos de rocas estériles (marinas) producto de los túneles de centrales hidroeléctricas. Descargas difusas de aguas servidas. Variación de temperatura desde una masa a un cuerpo de agua. Descargas difusas de plaguicidas y fertilizante. Descarga de Riles. Descarga de aguas servidas.
18	Andalién	Recarga del río por aguas subterráneas.	Descarga de Riles. Contaminación difusa por fertilizantes y plaguicidas. Contaminación difusa por aguas servidas

19	Paicaví	Incidencia del lago Lanalhué. Estratificación del lago. Aportes de aguas subterráneas.	Contaminación difusa por fertilizantes y plaguicidas. Contaminación difusa por aguas servidas.
20	Imperial	Surgencia de aguas termales. Lixiviación superficial y subterránea de rocas de origen volcánico. Lixiviación superficial y subterránea de suelos. Desagüe de lagunas precordilleranas.	Contaminación difusa por centros poblados. Contaminación difusa por ganadería. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Descarga de Riles. Incorporación de sedimentos por plantas de extracciones de áridos. Extracción de agua para riego. Actividad minera. Contaminación difusa por aguas servida. Plantaciones forestales. Existencia de praderas silvicultura. Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego
21	Tolten	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentías de aluminosilicatos	Descarga difusa de agua servida. Contaminación difusa debido a ganadería. Descarga puntual de centros poblados. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Eutrofización. Actividad turística (deportiva). Descarga de aguas servidas
22	Valdivia	Aporte de aguas subterráneas. Escorrentías de aluminosilicatos.	Descarga difusa de aguas servidas. Contaminación difusa debido a ganadería. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de Riles. Leve eutrofización.
23	Mauullín	Rocas volcánicas y sedimentarias ricas en minerales	Descargas centro poblado. Descarga de Riles. Actividad turística. Actividad cerealera y ganadera. Contaminación difusa por ganadería.
24	Bueno	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Filtraciones subterráneas de lagos. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Contaminación difusa por ganadería. Contaminación difusa por aguas servidas. Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizante. Descarga de Riles Contaminación difusa por centros poblados. Contaminación difusa por aguas servidas.
25	Aysén	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos.	Descarga de aguas servidas. Descarga de Riles. Descargas difusas de vertedero municipal. Contaminación difusa por ganadería. Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes. Aumento de sólidos por remoción de sustrato del río.
26	Cisnes	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentías de aluminosilicatos.	Descarga difusa de aguas servidas. Contaminación difusa debido a ganadería.
27	Serrano	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentías de aluminosilicatos.	Contaminación difusa debido a ganadería. Descarga difusa de agua servida.
28	Las Minas	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de arcillas con alto contenido de aluminio-silicatos.	Contaminación difusa de depósitos de estériles. Contaminación difusa por aguas servidas. Descarga de Riles. Contaminación difusa por vertederos clandestinos.
29	Side	Lixiviación superficial y subterránea. Lixiviación superficial y subterránea de suelos. Aumento del color aparente debido a efecto de turberas.	Descarga de centros poblados. Contaminación difusa por ganadería.

## Anexo 2 Mapa de Chile

IBRD 33386R



