



INSTITUTO DE INGENIEROS
C H I L E

Temas Prioritarios **para una Política Nacional** **de Recursos Hídricos**

COMISIÓN DE AGUAS • 2011

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Fundado en 1888

Miembro de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI)

Miembro de la Federación Mundial de Organización de Ingenieros (FMOI) (WFEO)

Miembro de la American Society of Civil Engineers (ASCE)

JUNTA EJECUTIVA

Presidente

Elías Arze Cyr

Primer Vicepresidente

Enrique d'Etigny Lyon

Segundo Vicepresidente

Tomás Guendelman Bedrack

Secretaria

Ximena Vargas Mesa

Prosecretario

Renato Agurto Colima

Tesorero

Juan Carlos Barros Monge

Protesorero

Luis Pinilla Bañados

DIRECTORIO 2011

Pedro Acevedo Moyano

Renato Agurto Colima

Iván Álvarez Valdés

Elías Arze Cyr

Marcial Baeza Setz

Juan Carlos Barros Monge

Bruno Behn Theune

Sergio Bitar Chacra

Mateo Budinich Diez

Juan Enrique Cannobbio Salas

Silvana Cominetti Cotti-Cometti

Alex Chechilnitzky Zwicky

Raúl Demangel Castro

Fernando de Mayo Israel

Enrique d'Etigny Lyon

Franco González Lecaros

Tomás Guendelman Bedrack

Luis Hevia Rodríguez

Jaime Illanes Piedrabuena

Rodrigo Muñoz Pereira

Ricardo Nanjarí Román

Guillermo Noguera Larraín

Rodrigo Palma Behnke

Humberto Peña Torrealba

Luis Pinilla Bañados

Nelson Pizarro Contador

Alejandro Steiner Tichauer

Luis Valenzuela Palomo

Ximena Vargas Mesa

Jorge Yutronic Fernández

Gerente

Carlos Gauthier Thomas

SOCIEDADES ACADEMICAS MIEMBROS DEL INSTITUTO

ASOCIACIÓN CHILENA DE SISMOLOGÍA
E INGENIERÍA ANTISÍSMICA, **ACHISINA**.

Presidente: Marcial Baeza S.

ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE
INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL.
CAPÍTULO CHILENO, **AIDIS**.

Presidente: Alexander Chechilnitzky Z.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA
HIDRÁULICA, **SOCHID**.

Presidente: José Vargas B.

SOCIEDAD CHILENA DE GEOTECNIA,
SOCHIGE.

Presidente: Ramón Verdugo A.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA
DE TRANSPORTE, **SOCHITRAN**.

Presidente: Leonardo Basso S.

PMI SANTIAGO CHILE CHAPTER

Presidente: René Vásquez C.

SOCIEDAD CHILENA DE EDUCACIÓN
EN INGENIERÍA, **SOCHEDI**.

Presidente: Mario Letelier S.

ASOCIACIÓN CHILENA DE CONTROL
AUTOMÁTICO, **ACCA**.

Presidente: Marcos Orchard C.

INSTITUTE OF ELECTRICAL
AND ELECTRONICS ENGINEERS.

SECCION CHILE DEL IEEE.

Presidente: Rodrigo Palma B.

COMISIONES DEL INSTITUTO

Administración de Desastres.

Presidenta: Silvana Cominetti C.

Aguas.

Presidente: Humberto Peña T.

Cambio Climático.

Presidente: Jaime Illanes P.

Desarrollo Capital Humano.

Presidente: Iván Álvarez V.

Formación de Ingenieros.

Presidente: Jorge Yutronic F.

Ingeniería y Seguridad.

Presidente: Sergio Bitar Ch.

CONSEJO CONSULTIVO

Raquel Alfaro Fernandois

Jaime Allende Urrutia

Santiago Arias Soto

Marcial Baeza Setz

Lautaro Cárcamo Zilveti

Enrique Carrasco Acuña

Juan Enrique Castro Cannobbio

Jorge Cauas Lama

Modesto Collados Núñez

Luis Court Moock

Carlos Croxatto Silva

Alex Chechilnitzky Zwicky

Enrique d'Etigny Lyon

Raúl Espinosa Wellmann

Alvaro Fischer Abeliuk

Roberto Fuenzalida González

Tristán Gálvez Escuti

Alejandro Gómez Arenal

Eduardo Gomien Díaz

Tomás Guendelman Bedrack

Jaime Illanes Piedrabuena

Fernando Léniz Cerda

Agustín León Tapia

Sergio Lorenzini Correa

Jorge López Bain

Jorge Mardones Acevedo

Germán Millán Pérez

Guillermo Noguera Larraín

Igor Saavedra Gatica

Raúl Uribe Sawada

Luis Valenzuela Palomo

Solano Vega Vischi

Hans Weber Münnich

Jorge Yutronic Fernández



INSTITUTO DE INGENIEROS
C H I L E

Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos

COMISIÓN DE AGUAS • 2011

Presidente

Humberto Peña

Vicepresidente

Ernesto Brown

Participantes

Gerardo Ahumada

Carlos Berroeta

Javier Carvalho

Manuel Contreras

Oscar Cristi

Basilio Espíldora

Rodrigo Gómez

José Francisco Muñoz

Yarko Niño

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	5
1. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento sobre recursos hídricos	5
2. Institucionalidad pública	6
3. Gestión de las aguas subterráneas	6
4. La gestión del agua y el medio ambiente	7
5. Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas	8
6. Organizaciones de usuarios	8
7. Gestión integrada de los recursos hídricos	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. SITUACIÓN DE DISPONIBILIDADES Y USOS DEL AGUA EN CHILE	13
2.1. Disponibilidades de agua relacionadas con el clima	13
2.2. Disponibilidades de recursos hídricos superficiales	14
2.3. Disponibilidades de recursos hídricos subterráneos	17
2.4. Usos del agua	18
3. EL MARCO INSTITUCIONAL	21
4. DINÁMICA RECIENTE DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL PAÍS	27
4.1. Dinámica asociada a la demanda	27
4.2. Dinámica asociada a la eficiencia de aprovechamiento y productividad económica	28
4.3. Dinámica asociada al tema ambiental	29
4.4. Conclusión	30
5. LÍNEAS DE ACCIÓN PRIORITARIAS: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS	33
5.1. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento	33
5.1.1. Diagnóstico de la situación actual	34
a) Obtención de información	34
b) Gestión de la información	35
c) Desarrollo de investigación y generación de conocimiento	36
5.1.2. Propuestas de acción	37
5.2. Institucionalidad Pública	38
5.2.1. Diagnóstico de la situación actual	38
a) Problemas interinstitucionales	38
b) Limitaciones propias de cada Institución	39
5.2.2. Propuestas de acción	40

5.3.	Gestión de las aguas subterráneas	40
5.3.1.	Diagnóstico de la situación actual	42
	a) Sobreexplotación de acuíferos, en casos específicos	42
	b) Situación de conflicto sobre criterios para determinar la disponibilidad de aguas subterráneas para nuevos derechos. Debate sobre un posible sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento	42
	c) Ausencia práctica de desarrollo de la institucionalidad prevista en la legislación	43
	d) Desarrollo de programas de monitoreo y de instrumentos técnicos para la gestión de recursos hídricos subterráneos	44
5.3.2.	Propuestas de acción	44
5.4.	La gestión del agua y el medio ambiente	46
5.4.1.	Diagnóstico de la situación actual	46
5.4.2.	Propuestas de acción	48
5.5.	Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas	49
5.5.1.	Diagnóstico de la situación actual	49
5.5.1.A.	Gestión de cauces naturales	49
	a) Ausencia de una visión integral	49
	b) Incertidumbre en relación con la delimitación de los cauces y el dominio público	50
	c) Planes de control de crecidas centrados en las soluciones estructurales	50
	d) Ausencia de un control efectivo de la explotación de áridos	50
	e) Insuficiente información hidrológica, sedimentométrica y mecánico-fluvial	51
	f) Aspectos de Operación de Obras Hidráulicas	51
5.5.1.B.	Gestión de inundaciones urbanas	52
	a) Planes maestros de aguas lluvias	53
	b) Necesidad de financiamiento	53
	c) Ausencia de mecanismos legales efectivos para la recuperación o reemplazo de la red de drenaje natural	53
	d) Integración de sistemas de aguas lluvias y servidas	54
5.5.2.	Propuestas de acción	54
5.6.	Organizaciones de usuarios	55
5.6.1.	Diagnóstico de la situación actual	55
	a) Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas	55
	b) Juntas de Vigilancia	56
5.6.2.	Propuestas de acción	56
5.7.	La gestión integrada de los recursos hídricos	58
5.7.1.	Diagnóstico de la situación actual	58
5.7.2.	Propuestas de acción	60

ANEXO. ANTECEDENTES SOBRE LA HISTORIA DE LA INSTITUCIONALIDAD

DEL AGUA	63
Institucionalidad durante la Colonia	63
Institucionalidad de los primeros años de la República	63
Época Contemporánea	64

RESUMEN EJECUTIVO

Los cambios económicos y sociales observados en el país en las últimas décadas se manifiestan en múltiples formas en la gestión del agua. En especial, el desarrollo exportador, basado fuertemente en un conjunto de productos que dependen estrechamente del aprovechamiento de los recursos hídricos, y la creciente valoración del medio ambiente, se reflejan en un aumento de las demandas y de los resguardos ambientales.

Lo anterior ha significado grandes desafíos para la gestión de los recursos de agua, frente a los cuales se han tomado un conjunto de medidas, consiguiendo, en algunos casos, soluciones adecuadas y completas a los problemas surgidos, en otros casos soluciones insuficientes y en otros existen problemas que a la fecha no han sido abordados.

En este informe se entrega, en primer lugar, una breve caracterización de los recursos hídricos del país y de la institucionalidad que regula la gestión del agua. A continuación, se presenta la dinámica observada en las últimas décadas en relación con dicho recurso, la cual determina los desafíos que deben ser asumidos, y, finalmente, se entrega el diagnóstico y propuestas para siete temas considerados críticos para una gestión del recurso hídrico ambientalmente sustentable, económicamente eficiente y socialmente armónica. Cabe destacar que la selección de esos temas, no supone que no existan otros que también deban ser resueltos, sino que ellos no tienen la misma urgencia e importancia para ser tratados en forma especial. A continuación se presenta un breve análisis de cada una de las líneas de acción recomendadas.

1. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento sobre recursos hídricos

En las últimas décadas se desarrollaron distintos esfuerzos relativos a la modernización de las redes hidrológicas y la creación de bases de datos. Además, el país ha avanzado sustancialmente en la investigación de sus recursos de agua, de modo que en la actualidad se conoce en general la disponibilidad de recursos hídricos y el comportamiento de las principales variables hidrológicas. Sin perjuicio de lo anterior, existen limitaciones e insuficiencias referidas a la obtención y gestión de la información, y a la generación de conocimiento, que es imprescindible superar con miras a afrontar los complejos desafíos presentes y futuros. Para superar las limitaciones detectadas, se propone:

- Desarrollar un plan de mejoramiento de las redes de medición, con énfasis en la vigilancia de la calidad ambiental de los cursos de agua, en el control de las extracciones de agua por los usuarios, en la medición de niveles en acuíferos críticos, en el mejoramiento la red sedimentométrica, y en la ampliación de la red fluviométrica y pluviométrica en zonas específicas.

- Crear un Sistema Nacional de Información integrado, acerca de las distintas variables y materias asociadas a la gestión del agua, incluyendo las mediciones y archivos manejados en la actualidad por instituciones diversas.
- Generar acuerdos, coordinaciones institucionales e incentivos adecuados, para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua.
- Desarrollar un plan de apoyo a la investigación en temas específicos relativos al agua, sobre la base de una alianza entre el sector público y privado, incluyendo los centros de investigación universitarios.
- Fortalecimiento del acceso del público a la información existente sobre el recurso hídrico.

2. Institucionalidad pública

En el país existe un importante y variado número de instituciones que se relacionan con la gestión del recurso hídrico, observándose problemas interinstitucionales por superposición y/o competencia en relación con algunas funciones y actividades, lo que, junto con las dificultades y complejidad de la coordinación interinstitucional, se traduce en un mal aprovechamiento de los recursos públicos asignados al sector. Además, se presentan limitaciones propias de cada institución, las que se han hecho más evidentes por el explosivo incremento de los requerimientos a los organismos públicos de las últimas décadas. A este respecto, los principales problemas detectados se refieren a: excesiva tramitación y demora en las resoluciones del sistema público, y debilidades e insuficiencias técnicas y administrativas en la implementación y en el cumplimiento de las funciones asignadas.

Se estima posible y necesario avanzar a la brevedad en el mejoramiento de la institucionalidad pública en los siguientes aspectos específicos:

- Analizar y desarrollar una solución institucional, en algunas áreas en las cuales resulta evidente una inadecuada delimitación y coordinación de funciones, como son las relativas a la gestión de la calidad del agua, gestión de los cauces naturales y autorización de obras en los mismos, y regulación de los aspectos ambientales relativos a los recursos hídricos.
- Reforzar los recursos financieros y, en especial, el capital humano de la institucionalidad pública.
- Revisar los procedimientos técnico-legales en aplicación, para determinar las causas de los problemas, y proponer las medidas administrativas y/o legales correspondientes.

3. Gestión de las aguas subterráneas

Desde fines de los años 80, el interés en el país por el agua subterránea aumentó en forma explosiva, considerando que se trataba del único recurso legalmente disponible en extensas zonas, y dada sus ventajas en relación con la seguridad de abastecimiento, localización, gestión y calidad del agua. Sin embargo, el país no estaba preparado, desde los puntos de vista legal y técnico, para un incremento de la explotación del agua subterránea de la magnitud que se produjo. Así, en la actualidad existen algunos casos concretos de acuíferos en los cuales se observa una explotación no sostenible de las aguas subterráneas, sin que se hayan implementado las soluciones previstas en la legislación para hacer frente a los problemas. En relación con los futuros aprovechamientos de estos recursos, persiste una situación de incertidumbre sobre los criterios para el otorgamiento de nuevos

derechos de agua. Además, sin perjuicio de las numerosas iniciativas por el sector público y privado desarrolladas en los últimos 15 años, en ocasiones el conocimiento de los acuíferos resulta insuficiente para su gestión, considerando el nivel de detalle requerido en los actuales escenarios de explotación. En esta materia se estima necesario:

- Preparar un diagnóstico detallado y realista de la sustentabilidad de la explotación de las aguas subterráneas en los principales acuíferos del país, considerando su uso real y previsible.
- En los acuíferos que no presenten amenaza de sobreexplotación, se debiera avanzar en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, según las normativas existentes.
- En los acuíferos en condición de sobreexplotación comprobada, corresponderá impulsar Planes de Explotación Sustentable, con el concurso de los usuarios, sobre la base de la legislación existente.
- En aquellos acuíferos con riesgo de sobre explotación, corresponderá impulsar un Programa de Seguimiento, que permita el establecimiento paulatino de medidas conducentes a una situación de plena sustentabilidad.

4. La gestión del agua y el medio ambiente

En Chile, desde el siglo XIX, los ríos, vertientes, lagos y humedales se consideraron recursos que se podían explotar sin ninguna limitación de tipo ambiental y sólo muy recientemente se ha tomado conciencia de la importancia de su conservación. Todo lo anterior, ha generado una situación de deterioro histórico del patrimonio ambiental del país.

En este contexto, las políticas públicas se han orientado principalmente a no agravar el deterioro ambiental ya existente, mediante: la implementación del Sistema de Evaluación Ambiental; el control del vertido de residuos industriales líquidos a los cuerpos de agua; la revisión del Código de Aguas y el control de ciertas fuentes contaminantes. Para avanzar en esta materia, se propone:

- Estudiar e implementar una solución institucional, que integre en una sola entidad los temas relativos a la gestión de la calidad del agua y los aspectos ambientales asociados al recurso hídrico o, en su defecto, crear coordinaciones institucionales eficaces.
- Desarrollar un amplio Plan de Mejoramiento de la Red de Medición de la Calidad del Agua orientado a satisfacer los requerimientos específicos de las normas de calidad secundaria de los cuerpos de agua, para constituir un sistema de vigilancia efectivo del cumplimiento de dichas normas. Asimismo, avanzar en el conocimiento de la situación ambiental de los cuerpos de agua en el país y de las relaciones entre los ecosistemas acuáticos y los recursos hídricos.
- Completar el ámbito normativo dictando: las normas secundarias de calidad en los distintos cursos y cuerpos de agua, necesarias para aplicar los instrumentos de gestión ambiental contemplados en la legislación; y las normas referidas al control de la contaminación de tipo difusa, en especial en el ámbito de la agricultura. Además se deberán perfeccionar las metodologías de análisis del caudal ecológico.
- Dictar las leyes y reglamentos que definan la modalidad de recuperación de los pasivos ambientales, en particular de aquellos asociados a la minería y a la fase de abandono de las faenas mineras.

5. Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas

En el país, el manejo de cauces naturales se orienta principalmente a la solución de problemas locales, genera incertidumbre en relación con la delimitación de los cauces y el dominio público, y no considera un control efectivo de la explotación de áridos, lo que afecta el normal desarrollo de las actividades ribereñas, el medio ambiente y las infraestructuras localizadas en el lecho.

Por su parte, el control de crecidas está centrado en la construcción de infraestructuras de defensa y no ha existido, en general, una búsqueda de alternativas integrales, más flexibles, que considere acciones no estructurales. En relación con las crecidas urbanas, aunque en la actualidad las principales ciudades del país disponen de Planes Maestros de Aguas Lluvias, ellos no consideran fórmulas para: el financiamiento de las obras; mecanismos legales efectivos para la recuperación o reemplazo de la red de drenaje natural y la integración de sistemas de aguas lluvias y servidas, donde ello sea de interés. Además, las macro soluciones planteadas en los planes maestros de aguas lluvias, son susceptibles de mejorarse, al considerarse extensiones territoriales más reducidas y propias de proyectos de urbanización.

Sobre este tema se proponen las siguientes líneas de acción específicas:

- Creación de Planes Maestros de Cauces Naturales, como instrumentos básicos de gestión en aquellos cursos naturales que presenten una elevada presión, como consecuencia de la actividad humana. Dichos planes debieran: delimitar los terrenos de dominio público, establecer zonificaciones en zonas inundables, coordinar las acciones orientadas al control de las crecidas, establecer los criterios y normativas que aseguren el equilibrio mecánico-fluvial, y la conservación de los bienes ambientales asociados a los cauces naturales.
- Revisar las herramientas de planificación contenidas en los Planes Maestros de Aguas Lluvias vigentes, para adecuarse a las nuevas tecnologías y responder a la dinámica urbana.
- Resolver el tema del financiamiento de los sistemas de control de las inundaciones urbanas.

6. Organizaciones de usuarios

Las Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Aguas y Juntas de Vigilancia son organizaciones fundamentales en la gestión del agua en el país. Sin embargo, las normas que definen sus atribuciones son muy antiguas y, frecuentemente, su funcionamiento técnico y administrativo presenta falencias que es conveniente corregir. Así, en los sistemas de distribución de aguas, se observan problemas tales como: baja capacidad de gestión de las organizaciones, en especial en las de menor tamaño; contaminación del agua al interior de los canales; poco desarrollo de los sistemas de medición de los caudales en tiempo real; inconsistencias en las bases de datos de derechos de agua; escaso desarrollo de la distribución volumétrica de las aguas y bajo nivel de integración de los usuarios no agrícolas, entre otros.

En relación con las limitaciones señaladas, se estima necesario impulsar las siguientes iniciativas:

- Avanzar en la profesionalización de los equipos de trabajo, favoreciendo la unificación operativa de las organizaciones de menor tamaño, fortaleciendo la fiscalización de acuerdo a la legislación vigente y desarrollando programas de capacitación para el sector.

- Solucionar las situaciones legales que restringen, en la práctica, la incorporación de todos los usuarios de agua a las organizaciones.
- Revisar la actual normativa sobre organizaciones de usuarios, en lo relativo a sus atribuciones y funciones, por ejemplo en el ámbito del control de la contaminación.
- Promover el mejoramiento de la infraestructura de distribución de aguas, en especial en lo relativo a la masificación del uso de sistemas electrónicos de medición y a la distribución volumétrica del agua, en los casos que presenten condiciones favorables para ello.

7. Gestión integrada de los recursos hídricos

En Chile, se ha buscado generar ordenamientos institucionales en los que cada sector tiene un marco regulatorio definido, con incentivos para una gestión eficiente en su campo específico de actividad. Sin embargo, en la gestión del agua, se observan numerosos problemas que se manifiestan en forma relativamente aguda, tanto en la interacción entre distintas normativas como en los efectos de iniciativas individuales o sectoriales sobre el resto de los beneficiarios de los recursos hídricos. Dichos problemas generan ineficiencias en el aprovechamiento de los recursos disponibles, pérdida de oportunidades y situaciones de conflicto.

Entre los temas que debieran ser analizados, cabe mencionar los siguientes:

- Las externalidades sobre el resto de los beneficiarios, asociadas al uso sucesivo del agua por los distintos usuarios.
- Los cambios en el tiempo de los balances oferta-demanda de agua en las cuencas, como resultado de decisiones relativas a proyectos y programas, de origen público o privado, o a decisiones regulatorias sectoriales.
- Las limitaciones del sistema de seccionamiento de ríos para abordar temas tales como: la contaminación de las aguas, control de crecidas, gestión de situaciones de sequía y otros.
- Las limitaciones existentes para una gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas.
- La coordinación de las iniciativas que se relacionan, en forma directa o indirecta, con el control y vigilancia de la calidad de las aguas, y con el desarrollo de planes de conservación ambiental asociados al agua.
- El aprovechamiento de las oportunidades de uso intersectorial del agua.

Con el propósito de enfrentar este tipo de materias que no tienen una respuesta satisfactoria en el ordenamiento actual, existe la necesidad de abordar el tema de la gestión integrada de recursos hídricos.

La complejidad del tema hace conveniente estudiarlo en profundidad sobre la base de las experiencias nacionales e internacionales existentes, con el fin de identificar las modalidades que resultan más adecuadas y realistas para las características de la gestión de los recursos hídricos del país. Al respecto, resulta fundamental que una iniciativa en esta línea, no constituya una limitación o una amenaza a los avances que se han alcanzado en diversas áreas, sino que, por el contrario, contribuya al perfeccionamiento y desarrollo de los logros sectoriales.

De acuerdo con lo anterior, se ha dejado para un segundo informe la tarea de elaborar una propuesta específica sobre el tema de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, junto a la revisión general de la organización y funciones de la institucionalidad

pública del sector hídrico. Dicha propuesta deberá definir con precisión: los objetivos de la gestión integrada de los recursos hídricos en el contexto nacional, los alcances de los temas que debiera abordar, los aspectos institucionales, funcionales e instrumentales para su implementación, y su coordinación con el resto de la estructura institucional.

1 INTRODUCCIÓN

El Instituto de Ingenieros de Chile, Corporación fundada en 1888, ha tenido a lo largo de su historia, una permanente preocupación por el estudio de los grandes temas que afectan el desarrollo nacional. De ese modo, el Instituto ha contribuido a la construcción de una visión equilibrada sobre la naturaleza de los desafíos que debe enfrentar el país y a generar propuestas que pudieran ser útiles para encontrar los caminos de solución más adecuados.

Con ese propósito, considerando la creciente importancia que tiene el recurso hídrico en el desarrollo del país y los desafíos que presenta su gestión, el Directorio del Instituto, a fines de 2009, acordó la creación de una Comisión de Aguas. Esta iniciativa se ha fundamentado en el reconocimiento que las características hidrológicas de gran parte del territorio nacional, el aumento de la demanda de agua para diversas actividades productivas y para el abastecimiento de la población, la creciente presión sobre el medio ambiente y la incertidumbre respecto de la disponibilidad futura del recurso hídrico, constituyen enormes desafíos que deben ser resueltos como condición indispensable para un desarrollo sustentable del país.

De acuerdo con lo anterior, los objetivos de dicha Comisión, fueron caracterizar la situación de los recursos hídricos del país, formular un diagnóstico sobre el sector hídrico y proponer políticas que pudieran superar los problemas identificados. Con ese propósito, la Comisión de Aguas tuvo el plazo de un año para preparar su informe.

El trabajo de la Comisión se inició en el mes de marzo de 2010 con la participación de 11 miembros, los que sostuvieron reuniones quincenales para analizar los distintos temas y debatir los textos con los acuerdos y puntos de vista generados en los debates.

En una primera fase, la Comisión se abocó a concordar una visión de la situación actual de los recursos hídricos del país, para lo cual se intercambiaron experiencias entre los miembros y se recolectaron antecedentes de estudios existentes. A continuación, se identificaron los problemas más urgentes que, en su opinión, constituyen los principales obstáculos para una gestión del recurso hídrico que sea ambientalmente sustentable, económicamente eficiente y socialmente armónica.

Los temas considerados como prioritarios fueron los siguientes:

- a. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento.
- b. Institucionalidad pública.
- c. Gestión de las aguas subterráneas.
- d. Gestión del agua y el medio ambiente.
- e. Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas.
- f. Organizaciones de usuarios.
- g. Gestión integrada de los recursos hídricos.

Cada uno de estos temas fue objeto de un diagnóstico de su situación actual y de una propuesta de líneas de acción que, en opinión de la Comisión, debieran seguirse para avanzar en una solución de los problemas detectados.

Es importante destacar que, debido a la complejidad de los temas y al corto período de trabajo de la Comisión, el Directorio del Instituto de Ingenieros, decidió mantener el funcionamiento de la Comisión durante el año 2011, dando de ese modo la oportunidad de profundizar las propuestas en algunos de los temas considerados claves por la Comisión.

De acuerdo con lo anterior, en este informe se entrega en primer lugar, una breve caracterización general de los recursos hídricos del país y de la institucionalidad que regula la gestión del agua (capítulos 2 y 3). A continuación se presenta la dinámica que se observa en las últimas décadas en el país, en relación con el tema del agua, la cual determina los desafíos que deben ser asumidos (capítulo 4). Finalmente, se entrega el diagnóstico y propuestas para los siete temas considerados críticos para la gestión del agua en el país (capítulo 5).

2

SITUACIÓN DE DISPONIBILIDADES Y USOS DEL AGUA EN CHILE

En este capítulo se entrega una visión general de las disponibilidades de agua en Chile, por regiones, y de los usos principales del recurso a lo largo de su territorio. El análisis explica, primero, los regímenes de precipitación que se observan en el país, los que a su vez, permiten comprender el comportamiento de los caudales superficiales y la ocurrencia del agua subterránea. En la última sección del capítulo se presentan antecedentes relativos a los principales usos del agua^[1].

2.1. Disponibilidades de agua relacionadas con el clima

De acuerdo a los antecedentes disponibles^[2], la variación espacial y temporal de las precipitaciones a lo largo del territorio nacional, revelan rasgos de interés para la mejor comprensión de los recursos de agua disponibles en las diferentes cuencas del país. Los principales son:

- Existen dos regímenes de precipitación: uno, en la zona altiplánica del extremo norte del país, de precipitaciones estivales relacionado con el régimen de circulación de la baja térmica continental, dando origen a pluviosidad de origen convectivo; y otro al sur de los 25° 30' de latitud sur, con precipitaciones invernales de carácter frontal, apreciándose una mayor penetración de perturbaciones hacia el sur del territorio, al debilitarse el anticiclón del pacífico suroriental.
- La distribución latitudinal de las precipitaciones, estudiada tanto a nivel costero como en los cordones cordilleranos, presenta un mínimo en los 25° 30' S aproximadamente, registrando valores de 0 y 100 mm anuales en la costa y Cordillera de Los Andes respectivamente, y un máximo en los 47° de latitud sur con 7.000 mm anuales en el sector costero.
- La fluctuación interanual de las precipitaciones, muestra una mayor variabilidad de las precipitaciones en las zonas áridas y semiáridas del norte del país (Regiones de Arica-Parinacota por el norte, hasta la Región de Coquimbo por el sur). Al sur de los 37° S, el régimen de precipitaciones se vuelve más homogéneo durante el año.
- El relieve tiene un papel modelador en la distribución de precipitaciones, desde la costa hacia el interior, ya que fuerza el ascenso de los vientos predominantes del oeste, aumentando la pluviosidad en barlovento y generando una zona de sombra

^[1] Los lectores no habituados al lenguaje técnico utilizado en este capítulo pueden recurrir al Glosario Hidrológico Internacional elaborado por el Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, disponible en internet en <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/aglu.htm>.

^[2] Brown E. y J. E. Saldivia Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Chile. Preparado para SAMTAC. Global Water Partnership. Enero 2000.

pluviométrica en el lado oriental de los cordones montañosos, tal como se observa en los sectores trasandinos de las regiones australes, donde las precipitaciones costeras por la presencia de la Cordillera de la Costa son significativamente mayores que al interior del territorio. También, permite la ocurrencia de precipitaciones nivales en la Cordillera de Los Andes, influyendo decisivamente en el régimen hidrológico de importantes ríos.

Sobre la base de estos rasgos se pueden especificar las características de las precipitaciones de los siguientes sistemas hidrográficos de Chile:

- **Sistema Hidrográfico Pacífico Seco (Extremo Norte hasta Cuenca Limarí):** Presenta escasas precipitaciones, pero las que ocurren tienen distintos orígenes. En el litoral predomina el efecto de la camanchaca (niebla espesa y baja), que aporta con su alto contenido de humedad. Al interior existe el desierto puro, prácticamente sin precipitaciones y cielos regularmente despejados. Hacia la cordillera, con el aumento de altura (sobre los 3000 msnm), el recalentamiento estival de la montaña favorece las precipitaciones al producir movimientos convectivos en las masas de aire, originando el llamado “invierno altiplánico”.
- **Sistema Hidrográfico Chile Central (Choapa por el norte a Bío-Bío por el sur):** En esta zona se concentran las precipitaciones en el invierno, entre mayo y agosto, y aumentan de norte a sur progresivamente. Su origen es frontal, acentuado por el efecto del relieve, por lo que se aprecia una distribución de lluvias más concentrada en las vertientes occidentales de los cordones montañosos. Esta zona está particularmente afectada por la variabilidad interanual.
- **Sistema Hidrográfico Pacífico Sur (Cuenca Imperial hacia el sur):** al sur de la zona de mayores variaciones interanuales y estacionales, este sistema presenta lluvias continuas y abundantes todo el año, con un máximo entre mayo y julio. Predomina el efecto del relieve, ingresando humedad marina al continente a través de los vientos del oeste de modo que se generan importantes precipitaciones a barlovento de las elevaciones costeras y un sector a sotavento sustancialmente más seco. A medida que se avanza hacia el sur se observa una tendencia a la existencia de dos mínimos en las precipitaciones, durante octubre y febrero.

2.2. Disponibilidades de recursos hídricos superficiales

La distribución espacial de los caudales específicos^[3] sigue en líneas generales las mismas tendencias que las precipitaciones.

- **Sistema Hidrológico Pacífico Seco:** La escorrentía tiene su máximo durante el período estival, cuando ocurren las precipitaciones del altiplano. En este sentido, el régimen predominante de estas cuencas es más bien pluvial; aun así, la precipitación de invierno y las altas cumbres existentes en la zona provocan también deshielos, durante la primavera y el estío. Sin embargo, las condiciones extremas de temperaturas, precipitaciones y humedad del suelo en las zonas áridas y semiáridas hacen que una baja fracción de la precipitación llegue a los cauces.
- **Sistema Hidrológico Chile Central:** En esta zona existen grandes reservas nivales de recursos hídricos, por lo que los caudales durante el período de deshielo, representan un gran porcentaje de la escorrentía anual. Numerosas cuencas presentan regímenes mixtos, con máximos en invierno y primavera-verano respectivamente. Los ríos evolucionan de un régimen nival en las nacientes, a uno pluvial hacia la desembocadura.

^[3] Escorrentía generada como promedio anual por unidad de superficie.

- **Sistema Hidrológico Pacífico Sur:** Las condiciones de mayor humedad y las temperaturas en disminución aumentan los valores de los coeficientes de escorrentía a valores cercanos a 0,9 (relación caudal anual/ precipitación anual). Esto es producto de las pocas pérdidas evapotranspirativas que ocurren en la zona en relación a su mayor pluviosidad. Los regímenes en el extremo norte de este sistema tienen más predominancia nival, ganando importancia las lluvias hacia el sur, ya que nieves y glaciares no resultan un aporte inmediato a la escorrentía. Existen numerosos lagos que introducen una regulación natural en los ríos de la X Región, aminorando las crecidas de invierno y compensando las bajas de caudales de primavera-verano, generando un régimen muy regular.

En la **Tabla 1** se muestran valores característicos de precipitaciones y caudales de las cuencas hidrográficas en todo Chile Continental. En ella se incluyen los valores de precipitaciones medias y escorrentía superficial media anual excedente que llega al océano después de los usos de aguas arriba.

En Chile, la forma como se han otorgado históricamente los derechos de aguas, permite el uso completo de los recursos que circulan por los cauces, por lo que en las cuencas con escasez de aguas no se tiene asegurada la existencia de algún caudal mínimo para los períodos de estiaje a lo largo de todo su recorrido. De igual forma, tampoco se han tomado en cuenta los ecosistemas relacionados con los cauces. Estos aspectos, recién se han empezado a considerar desde mediados de la década de los 90, a partir de la dictación de la Ley de Bases del Medio Ambiente y la incorporación de condiciones ambientales al ejercicio de los derechos de aprovechamiento de agua, tema recogido por la reforma del Código de Aguas del 2005. Por otra parte, no existen iniciativas orientadas a revertir problemas ambientales asociados al ejercicio de derechos de agua, generados con anterioridad.

Tal como se observa en las últimas columnas de la **Tabla 1**, existen caudales promedio anual remanentes o sobrantes, en las diferentes cuencas, incluso en las cuencas de los sistemas hidrográficos del Sector Pacífico Seco. Sin embargo, estas cifras no nulas, surgen principalmente de excedentes que ocurren en unos pocos años muy húmedos que se presentan en la estadística histórica. Si se examinan los valores del segundo grupo de cuencas (Chile Central), las cifras excedentes son inferiores en aproximadamente 200 m³/s desde el Maipo hacia el norte; alcanzan a los 400 m³/s en la cuenca del Rapel, y son superiores a los 800 m³/s desde el Mataquito hacia el sur.

Considerando que estas cifras de excedentes fueron obtenidas con datos hidrológicos bastante antiguos (1951 a 1980) y que, además, en los últimos años ha aumentado el uso consuntivo del agua en la zona, por otro lado, considerando que la variabilidad interanual de los recursos de agua en la zona central de Chile es muy alta, puede diagnosticarse que los recursos de agua excedentes, con seguridad todos los años, podrían existir desde la cuenca del río Mataquito hacia el sur. En el caso de la cuenca del río Rapel, debería estudiarse con más detalle la posibilidad de que exista algún excedente con seguridad apropiada. Desde la cuenca del Maipo hacia el norte, no existirían recursos de agua excedentes “seguros”.

En la **Figura 1** se incluye la disponibilidad de agua por habitante en Chile, por regiones. Tal como se observa en esta figura, desde la Región Metropolitana hacia el norte, la disponibilidad de agua es, en general, inferior a 1.000 m³/hab/año, cifra que es internacionalmente aceptada como indicativa del límite superior bajo el cual el agua disponible empieza a limitar severamente las posibilidades de desarrollo económico de la población. Incluso, se observa que en varias de las regiones del norte de Chile, la disponibilidad baja de 500 m³/hab/año.

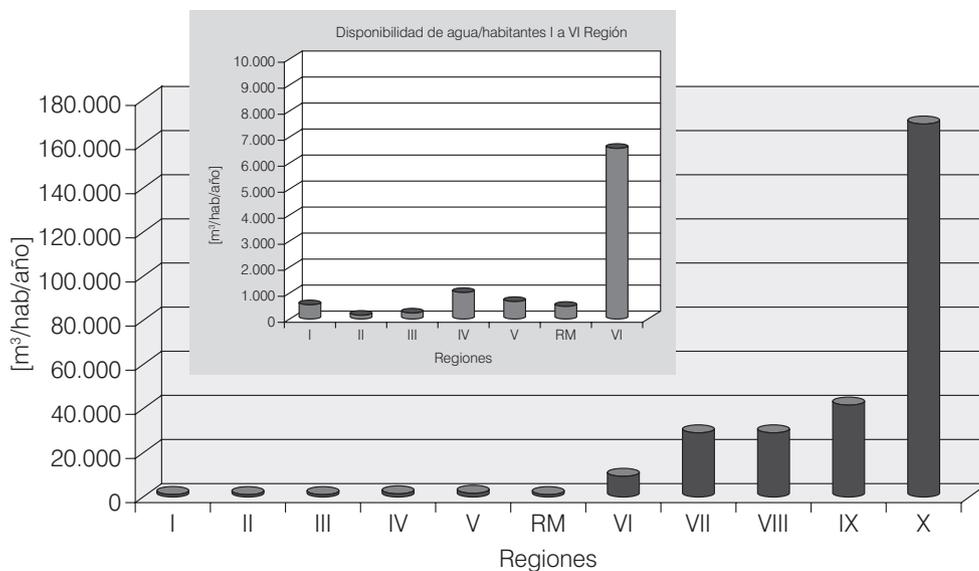
Sistema hidrográfico	Nombre	Región	Superficie (km ²)	Precipitación		Escorrentía superficial*	
				(m ³ /s)	(mm/año)	(m ³ /s)	(mm/año)
Pacífico Seco	Cuencas altiplánicas	XV y I	10.272	76,9	236,0	9,18	28,20
	Lluta	XV	3.447	19,7	180,0	1,44	13,20
	San José	XV	3.070	7,67	78,8	0	0
	Camaronés	I	4.767	14,1	93,3	0,59	3,90
	Pampa del Tamarugal	I	18.005	27,3	47,8	0	0
	Loa	II	33.865	42,6	39,7	0,59	0,55
	Puna de Atacama	II	5.050	30,7	192,0	0	0
	Salar de Atacama	II	14.767	33,1	70,7	0	0
	Cuencas endorreicas**	II	68.877	38,3	17,5	0,04	0,02
	Pan de Azúcar	III	6.765	4,32	20,1	0	0
	Salado	III	7.575	4,73	19,7	0,01	0,04
	Copiapó	III	18.800	56,1	94,1	0,12	0,20
	Huasco	III	9.857	54,8	175,0	1,72	5,50
	Elqui	IV	9.645	54,6	179,0	0,24	0,78
	Limarí	IV	11.760	102,0	274,0	7,50	20,10
	Otras***		64.056	164,5	81,0	10,60	5,21
Total sistema		290.578	731,5	79,4	32,00	3,48	
Chile Central	Choapa	IV	7.600	78,6	326,0	13,10	54,40
	Petorca	V	1.964	15,8	254,0	0	0
	La Ligua	V	2.053	19,3	296,0	0	0
	Aconcagua	V	7.575	127,0	529,0	30,80	128,00
	Maipo	V-RM	15.157	319,0	664,0	100,00	207,00
	Rapel	VI VII	13.710	417,0	959,0	174,00	400,00
	Mataquito		6.312	283,0	1.414,0	171,00	854,00
	Maule	VII	20.865	973,0	1.471,0	569,00	860,00
	Itata	VIII	11.385	560,0	1.551,0	361,00	1.000,00
	Bío-Bío	VIII	24.782	1.486,0	1.891,0	1.004,00	1.278,00
	Otras****		22.594	682,0	952,0	358,00	500,00
	Total sistema		133.997	4.961,0	1.168,0	2.780,00	654,00
Pacífico Sur	Imperial	IX	12.085	628,0	1.639,0	408,00	1.065,00
	Toltén	IX	8.040	732,0	2.871,0	583,00	2.287,00
	Valdivia	XIV	11.320	960,0	2.674,0	748,00	2.084,00
	Bueno	X, XIV	15.297	1.137,0	2.344,0	879,00	1.812,00
	Puelo	X	8.916	841,0	2.975,0	712,00	2.518,00
	Yelcho	X	11.515	1.060,0	2.903,0	806,00	2.207,00
	Palena	XI	15.135	1.238,0	2.580,0	1.023,00	2.132,00
	Aysén	XI	11.427	813,0	2.244,0	650,00	1.794,00
	Baker	XI	26.726	1.491,0	1.759,0	1.133,00	1.337,00
	Tierra del Fuego	XII	27.316	1.411,0	1.629,0	1.105,00	1.276,00
	Otras*****		228.274	22.662,0	3.131,0	19.557,00	2.702,00
Total sistema		376.051	32.973,0	2.765,0	27.604,00	2.315,00	
Total país		800.626	38.665,0	1.523,0	30.416,00	1.198,00	

TABLA I

Principales Cuencas Hidrográficas de Chile

- * Corresponde a escorrentía sobrante en la desembocadura, descontados los consumos.
 ** Incluye las cuencas arreicas del desierto de Atacama.
 *** Incluye cuencas costeras, endorreicas, fronterizas y compartidas con el Perú.
 **** Incluye cuencas costeras.
 ***** Incluye cuencas costeras, islas de Chiloé y sus alrededores, Archipiélago de las Guaitecas y de los Chonos, islas al sur del canal Beagle y resto de las islas de la zona de los canales
 Fuente: DGA, "Balance Hídrico de Chile", 1987.

FIGURA 1
Disponibilidad de agua/habitante I a X Región



Fuente: Dirección General de Aguas.

2.3. Disponibilidades de recursos hídricos subterráneos

Las formaciones acuíferas conocidas en el país corresponden básicamente a sedimentos cuaternarios, no consolidados, de origen fluvial, fluvio-glacial, aluvial, aluvional, laháricos y otros, que rellenan los valles delimitados por formaciones impermeables terciarias, mesozoicas y paleozoicas. Son acuíferos en general libres o semiconfinados de pequeño tamaño, con niveles estáticos poco profundos (menores que 50 metros), y de características granulométricas muy heterogéneas, aun cuando predominan acuíferos de productividad elevada.

Se distinguen tres grandes sectores hidrogeológicos: altiplánico, andino vertiente pacífico y cuencas costeras.

- En el sector altiplánico existen dos tipos de acuíferos. Los primeros se desarrollan en formaciones cuaternario-terciarios de rocas volcánicas de permeabilidad secundaria que permiten la infiltración del recurso en las cuencas superiores. Los segundos se ubican en sectores bajos y son acuíferos de sedimentos no consolidados de tipo fluvial, aluvial o lacustre. Normalmente en estas últimas zonas se presentan salares en las zonas de descarga. Los acuíferos no consolidados tienen en general, una elevada productividad y calidad de agua aceptable mientras no alcanzan las zonas con salares, y revisten gran interés para el abastecimiento de demandas domésticas y mineras, aun cuando, de acuerdo a las disposiciones legales actuales, las extracciones deben realizarse sin afectar los humedales altoandinos.
- El sector andino vertiente pacífico está dividido en cinco subsectores:
 - Subsector Norte Grande: incluye acuíferos formados por rellenos cuaternarios adyacentes a los escasos cauces superficiales de la zona; el gran sistema acuífero de la Pampa del Tamarugal, un extenso y potente relleno aluvional terciario y cuaternario; y el sector del Desierto de Atacama, con sistemas acuíferos aluvionales de características poco favorables para su explotación, por su escasa recarga.
 - Subsector Valles Transversales: en este sector los acuíferos están constituidos por rellenos cuaternarios fluviales adyacentes a los cauces de los ríos, proviniendo su alimentación de la infiltración de los recursos superficiales. En general, son acuíferos libres de elevada productividad.

- Subsector Central-Sur: ubicada entre los 33° S y 42° S, esta zona está ligada a la unidad fisiográfica de la Depresión Intermedia, no restringida por los cauces de los ríos. Las napas se alimentan de distintas fuentes, y el material constitutivo corresponde a rellenos cuaternarios no consolidados, provenientes de acarreos fluviales y fluvio-glaciales. En general son acuíferos libres, aunque existen situaciones de confinamiento debido a la existencia de estratos impermeables arcillosos y/o volcánicos.
- Subsector Zona de los Canales: ubicada entre los 42° S y 56° S, se caracteriza por la poca cantidad de recursos subterráneos, debido al afloramiento de rocas metamórficas y plutónicas impermeables y carentes de permeabilidad secundaria. Solamente existen pequeñas acumulaciones de depósitos glacio-fluviales cuaternarios de buenas condiciones.
- Subsector Pampa Magallánica: en esta zona existen depósitos fluvio-glaciales y fluviales en capas permeables de poca potencia. Se han explotado acuíferos surgentes formados por areniscas terciarias entorno al Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego.

El sector de cuencas costeras incluye aquellas de vertientes del Pacífico sin respaldo andino, nacientes en la Cordillera de la Costa. Está dividida en dos subprovincias: Costeras Arreicas y Costeras Exorreicas. La primera incluye aquellas cuencas localizadas en el Norte Grande que no presentan ningún tipo de escurrimiento por la ausencia de recursos hídricos; la segunda corresponde a los acuíferos frente a los valles transversales y al sector centro-sur del país, libres, de productividad baja o mediana, de espesor inferior a 100 m, y su uso está limitado por la intrusión salina en las napas.

2.4. Usos del agua

La información sobre los usos actuales del agua, ha sido obtenida del informe realizado por Ayala, Cabrera y Asociados para la Dirección General de Aguas del MOP^[4]. En dicho informe, las demandas actuales de uso del agua para los diferentes sectores usuarios, se obtuvieron de las siguientes referencias:

- Uso Agropecuario y Forestal: VI Censo Nacional Agropecuario del INE; Catastro Vitivinícola del SAG; Catastros Frutícolas de Ciren CORFO; diversos estudios realizados por la Comisión Nacional de Riego, Dirección de Obras Hidráulicas y otros, posteriores a 1993.
- Uso Agua Potable: Planes de Desarrollo de las Empresas de Servicios Sanitarios; informes existentes en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Para el abastecimiento rural, información del Programa de Agua Potable Rural (APR) de la Dirección de Obras Hidráulicas.
- Uso Industrial: Información base del estudio anterior de este tipo (DGA-IPLA, 1996), actualizada a partir de la variación del PIB observada en el período 1993-2005. Distribución geográfica análoga a la distribución asociada a las descargas de riles (DGA-Cade-Idepe, 2004).
- Uso para Generación de Energía: Páginas web del CDEC-SIC y del CDEC-SING.
- Uso en Minería: Demandas típicas según nivel de producción (Anuario COCHILCO, 2005); valores medios de consumo de agua asociados a distintos rubros pro-

^[4] Ayala Cabrera y Asociados Ltda. Estimaciones de Demanda de Aguas y Proyecciones Futuras. Informe SIT N° 123. Dirección General de Aguas. MOP. Enero 2007.

ductivos (Res. 743, DGA). Distribución por cuencas, a partir del Atlas de Faenas Mineras (Sernageomin).

- Uso en Turismo, y otros: fuentes varias de información, en general precarias.

En la **Tabla 2**, se presenta la situación de usos actuales del agua. Según dicha información, las extracciones totales de agua en el país para fines consuntivos, alcanzarían a los 650 m³/s, de los cuales, el 81% correspondería a las extracciones para riego. Por su parte, en los usos no consuntivos, destaca la hidroelectricidad con unos 4.000 m³/s. Hay que hacer presente en todo caso que los usos no consuntivos, no son sumables directamente con los usos consuntivos.

TABLA 2
Demandas de uso -
Situación actual

Región	Caudal por uso (m ³ /s)							
	Agrop.	Agua potable	Indust.	Minero	Energía	Forestal	Acuícola	Turismo
I, XV	8,926	1,258	1,680	3,665	0,211	0,000	0,000	0,013
II	3,308	1,010	1,294	15,259	1,493	0,000	0,000	0,004
III	12,033	0,711	0,518	1,604	0,255	0,001	0,000	0,001
IV	27,194	1,526	0,251	1,770	1,250	0,031	0,000	0,006
V Norte	6,834	0,313	0,354	0,759	0,169	0,021	0,000	0,005
V Sur	35,604	4,282	4,452	0,920	87,830	0,043	0,000	0,008
VI	97,964	2,012	1,232	9,396	653,753	1,320	0,000	0,001
VII	166,489	2,211	3,771	0,000	1,342,41	0,703	0,000	0,000
VIII	69,436	4,420	9,541	1,209	1.409,24	1,338	2,800	0,001
IX	11,512	1,325	0,257	0,000	0,000	0,265	1,300	0,001
X, XIV	3,308	1,976	4,089	1,500	353,550	0,083	71,000	0,004
XI	0,644	0,194	0,082	2,500	18,008	0,000	321,000	0,001
XII	1,119	0,386	5,905	0,234	0,033	0,000	82,000	0,005
Metropolitana	82,361	18,510	10,421	0,481	129,040	0,096	0,000	0,002
Totales	526,732	40,134	43,847	39,297	3.997,246	3,901	478,100	0,052

3

EL MARCO INSTITUCIONAL

La Institucionalidad que el país se ha dado sobre las aguas, ha dependido esencialmente de la naturaleza específica de este bien, de la definición acordada sobre la forma de acceder a sus beneficios, y de las necesidades generadas en relación con su administración a través de la historia.

Respecto de la naturaleza del bien, para este informe, interesa la institucionalidad referida sólo a las aguas terrestres (no las marítimas) que escurren en forma superficial o subterránea después que se han producido las precipitaciones. Las aguas que se encuentran en forma líquida en la lluvia y en las nubes, así como en estado gaseoso en la humedad del aire, no se encuentran incluidas en la institucionalidad a que se hace mención.

En cuanto a la forma de acceder a su uso, en nuestro país, tanto al inicio de la colonización española como desde los orígenes de la república, se contempló que las aguas eran un “bien nacional de uso público” sin entrar, desde luego, en los detalles del lenguaje de cada época para referirse a esta definición. De igual modo, y desde los orígenes de nuestra historia, se ha considerado lo que indica el Artículo 5° del Código de Aguas vigente, que señala que las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a sus disposiciones. Más adelante se señala en el artículo 6o que “el derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este código”. En consecuencia, la forma como se ha administrado el “uso público” que indica la Ley, ha sido precisamente otorgando a los particulares un derecho de uso. Este derecho deberá ser lo suficientemente seguro en cuanto a la propiedad y al uso, como para dar la garantía suficiente a los ciudadanos para arriesgar sus bienes en una actividad económica que depende de su uso. Es por esto, que el derecho de aprovechamiento de las aguas al cual se ha aludido anteriormente, es de dominio de su titular, quien puede usar, gozar y disponer de él libremente sólo con las limitaciones que le señala la Ley.

Las necesidades de la administración del recurso también han exigido cambios en la Institucionalidad a través de la historia. En efecto, antes de la colonización española, las aguas se emplearon en función de la bebida de hombres y animales y, se dio inicio a un riego incipiente con la construcción de los primeros canales, y por lo tanto, a la incorporación del uso del agua a la actividad agrícola. Posteriormente, con la llegada de los españoles, se extendió el uso agrícola de las aguas de riego, fundándose además las primeras ciudades y por lo tanto, se dio inicio al uso urbano de ésta, así como al uso en la generación de energía. En efecto, este último se empleó de manera bastante más frecuente de lo que se cree, transformándose la energía hidráulica en energía mecánica, para el movimiento de molinos, trapiches y otras en los que se requería la elevación de aguas mediante ruedas hidráulicas. Sin embargo, todos estos usos fueron en pequeña escala, tanto como para que no se notara una escasez del recurso y fuera necesaria una Institucionalidad compleja como la de hoy, para abordar los asuntos relacionados con el recurso.

De acuerdo a lo señalado, la Institucionalidad actual, responde a una evolución que tiene profundas raíces en el desarrollo histórico del país. Se adjunta un anexo, donde se hace una breve síntesis de dicha evolución desde el período colonial.

En la actualidad, como se señaló, el agua es considerada como un bien nacional de uso público, y por lo tanto pertenece a la Nación toda. Solo que para llevar este concepto a la práctica, se ha otorgado un derecho de uso a los ciudadanos. En la legislación, dicho derecho es un bien jurídico definido, cuyo titular puede usar, gozar y disponer de él, como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada y tiene una protección jurídica similar. Además, el derecho de aprovechamiento es un bien principal y ya no accesorio a la tierra o industria para los cuales hubiera estado destinada, de modo que se puede transferir libremente.

Considerando que el agua resulta esencial para la vida de sus habitantes, para el desarrollo económico y social de la Nación y para el medio ambiente, corresponde al Estado asumir una tutela especial sobre ella, sin perjuicio del papel de los particulares y sus organizaciones. Para ello, la Nación se ha dado normas regulatorias que garantizan que el aprovechamiento de este recurso se efectúe en beneficio del bien común.

La actuación del Estado en estas materias debe estar regida por el Principio de Subsidiaridad, lo que significa que sólo debe intervenir en aquellas funciones en que los ciudadanos particulares, ya sea individualmente u organizados, no estén en condiciones de resolver.

Siguiendo dicho principio, es que se han dictado normas regulatorias para la organización de los usuarios del agua, de modo tal, que éstos puedan asumir una parte importante de la responsabilidad de la gestión de este recurso, en el país.

En este marco general, respecto de los recursos hídricos, el Estado asume las siguientes funciones:

- Investigar y medir los recursos hídricos.
- Regular el uso del recurso hídrico, evitando el menoscabo de los derechos de terceros, su sobreexplotación y la sustentabilidad medio ambiental.
- Regular los servicios asociados a los recursos hídricos y promover las condiciones para su desarrollo económicamente eficiente.
- Conservar y proteger los recursos hídricos en un marco de desarrollo ambientalmente sustentable.
- Apoyar la satisfacción de los requerimientos básicos de los sectores más pobres de la población.
- Promover, gestionar y, en la medida que existan beneficios sociales, apoyar el financiamiento de obras de riego.

Por su parte, los particulares tienen las siguientes responsabilidades:

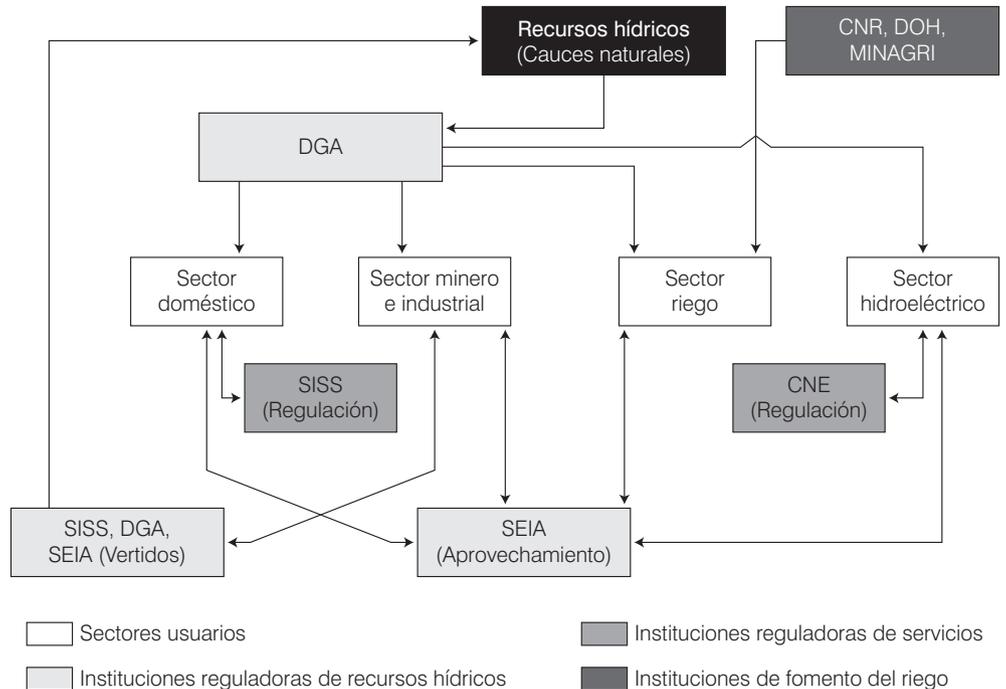
- Estudiar, financiar, decidir y llevar adelante los proyectos de desarrollo asociados al agua. En este proceso los derechos de aprovechamiento son parte de su activo comercial y el agua se puede considerar como un insumo de la actividad productiva.
- Estructurados en organismos de usuarios, realizar la distribución de los recursos hídricos, de acuerdo a los derechos de cada cual y la mantención de las obras de aprovechamiento común.

El marco jurídico relevante para la gestión del recurso hídrico está dado principalmente, por el Código de Aguas vigente desde 1981 con sus modificaciones posteriores (2005) y por un conjunto de otros cuerpos legales, entre los cuales los principales son: la

Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, las Normas sobre Emisión de Residuos Líquidos y de Calidad Ambiental de las aguas, la Ley de Fomento del Riego, leyes y reglamentos que rigen el sector sanitario y un conjunto de textos legales asociados al sector energético.

Tal como se puede observar en la **Figura 2**, la institucionalidad asociada al recurso hídrico, en términos resumidos, está compuesta principalmente, por una serie de organismos encargados de las siguientes funciones: regulación de las extracciones desde los cauces naturales, regulación de los vertidos, regulación ambiental de los aprovechamientos, regulación de los servicios públicos asociados al agua y apoyo de las actividades de riego.

FIGURA 2
Esquema Institucional



DGA: Dirección General de Aguas.
 SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios.
 CNR: Comisión Nacional de Riego.
 DOH: Dirección de Obras Hidráulicas.
 CNE: Comisión Nacional de Energía.
 MINAGRI: Ministerio de Agricultura.
 SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental dentro del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
 Fuente: DGA.

Una de las características más importantes de la organización de las funciones institucionales entorno al agua, es que se han separado las tareas de regulación del uso y protección ambiental del recurso hídrico (DGA, MMA), de las instituciones que atienden a un sector específico (SISS, DOH, CNR, y otros).

Un aspecto importante en la gestión de este recurso, tanto por parte del Estado, como por la de las Organizaciones de Usuarios, se refiere a que el aprovechamiento del recurso debe realizarse de forma sustentable y asegurando la protección del medio ambiente asociado. Ello, porque se ha convenido en que la protección del medio ambiente es parte importante del bien común.

Asimismo, actualmente el Estado se ocupa del financiamiento y planificación de la infraestructura de obras hidráulicas que, por su tamaño, escapan a la capacidad de

los particulares ya sea organizados o no. Esta importante actividad que inició el Estado a principios del siglo XX, continúa realizándola principalmente a través de la Comisión Nacional de Riego (CNR), dependiente del Ministerio de Agricultura, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), dependiente del Ministerio de Obras Públicas y finalmente a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), dependiente también del Ministerio de Agricultura.

En cambio, cuando se trata de las obras que realizan los particulares en el ámbito de las aguas dependiendo de su nivel de importancia, dichas obras deben ser supervisadas por el Estado tanto en su diseño como en su construcción. Esta función hoy en día la realiza la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

La Dirección General de Aguas es, sin lugar a dudas, la principal institución pública en relación con el manejo de los recursos hídricos del país.

En efecto, el Código de Aguas es explícito en señalar las atribuciones y funciones que esta Dirección tiene, y que son las que se indican a continuación:

- a. Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento.
- b. Investigar y medir el recurso. Para ello deberá:
 1. Mantener y operar el Servicio Hidrométrico Nacional, y proporcionar y publicar la información correspondiente.
 2. Encomendar a empresas u organismos especializados, los estudios e informes técnicos que estime conveniente, y la construcción, implementación y operación de las obras de medición e investigación que se requiera.
 3. Propender a la coordinación de los programas de investigación que corresponda a las entidades del sector público y a las privadas que realicen esos trabajos con financiamiento parcial del Estado.
- c. Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir con esto, que se construya, modifiquen o destruyan obras, sin la autorización previa del Servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar la demolición o modificación.
- d. En caso de que no existan Juntas de Vigilancia legalmente constituidas, impedir que se extraigan aguas de los mismos cauces sin títulos o en mayor cantidad de lo que corresponda.
- e. Supervigilar el funcionamiento de las Organizaciones de usuarios.

Además de las funciones antes señaladas y que están mencionadas en forma explícita en la Ley, se estima necesario destacar las siguientes:

1. Otorgamientos de nuevos derechos de aguas.
2. Autorización para el traslado del ejercicio de los derechos.
3. Autorización para el cambio de fuente de abastecimiento.
4. Autorizaciones para la construcción y cambios de bocatomas.
5. Autorizaciones para modificaciones y obras en cauces naturales o artificiales.
6. Iniciativas en la formación de comunidades de agua.
7. Informar al Presidente de la República, para la aprobación de los Estatutos y constitución de Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia. Sin embargo, en el caso de las Comunidades, se entienden organizadas por la sola inscripción en el registro que lleva la DGA.

8. Fiscalización de Organizaciones de Usuarios, frente a faltas graves o abusos en cuanto a la distribución de las aguas o a la gestión económica.
9. Llevar un catastro público de aguas. Derechos y obras.
10. Aprobación de ciertas obras hidráulicas, tales como: Embalses, acueductos, sifones y canoas, cuando éstos adquieren importancia mayor.

Sin perjuicio de lo anterior, existen numerosos otros organismos públicos que tienen alguna injerencia en la gestión del agua y se puede constatar que a partir de ello existen diversas superposiciones de funciones así como vacíos institucionales. Esta materia se analiza con algún detalle en el punto 5.2.

En resumen, de los antecedentes entregados, se desprende que la institucionalidad de las aguas ha sufrido cambios de importancia desde los inicios de las colonizaciones incaica y española, hasta nuestros días. Esta evolución ha seguido una secuencia lógica, adaptándose con madurez a los cambios sociales y económicos del país, en la medida que ha ido cambiando su historia. Cada cambio se estableció fuertemente cimentado en la experiencia anterior, lo que fue dando solidez a sus instituciones y a su legislación.

Actualmente se trata de proponer grandes líneas en el mejoramiento de la gestión de las aguas, cosa en la cual la institucionalidad tiene fuerte protagonismo, y no cabe duda, que dada la firmeza con que se han constituido estas instituciones, lo que se proponga representará un perfeccionamiento de esta rica experiencia y no una vuelta atrás.

4

DINÁMICA RECIENTE DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL PAÍS

El crecimiento económico observado en el país en las últimas décadas, está basado fuertemente en el desarrollo exportador de un conjunto de productos relacionados con los recursos naturales, tales como: cobre, fruta fresca, vinos, celulosa, los productos agroindustriales y el salmón, los que representan más del 70% de las exportaciones nacionales. Estas exportaciones, que desde el año 1985 se han incrementado más de 8 veces (Banco Central de Chile, 2008) se caracterizan por depender todas ellas, estrechamente, del aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos.

Por ejemplo, para la producción de cada tonelada de cobre fino, se requiere utilizar para su extracción y refinamiento del orden de 100 toneladas (m³) de agua y para la producción de una tonelada de celulosa se requieren del orden de 40 toneladas (m³) de agua. Esta dependencia no se agota en una relación cuantitativa entre los volúmenes de agua consumida y la magnitud del producto resultante, ya que en ciertos casos también se manifiesta en la calidad del producto. Así, por ejemplo, la calidad de la producción hortofrutícola y vitivinícola y, en consecuencia, su valor, se relacionan directamente con la forma y oportunidad de aplicación del agua para riego.

En síntesis, no es exagerado señalar que un adecuado uso y gestión de los recursos hídricos del país constituyen una componente importante en el éxito exportador de Chile.

Por otra parte, la inserción de la producción chilena en la economía global y los cambios sociales y culturales experimentados en el país, se manifiestan en una creciente valoración del medio ambiente y preocupación por su conservación, lo que incide directamente en la gestión del recurso hídrico.

Este marco general de cambios económicos y sociales se manifiesta en múltiples formas en la gestión del agua, generando una dinámica en el sector que, para fines de este análisis, se puede desglosar en tres categorías, las que presentan importantes interacciones entre sí. Ellas son:

- Dinámica asociada a la demanda de recursos hídricos.
- Dinámica asociada a la eficiencia de aprovechamiento del agua y productividad económica.
- Dinámica asociada al medio ambiente.

4.1. Dinámica asociada a la demanda

Considerando que la mayor parte de las nuevas demandas se presentan desde la Región del Bío-Bío hacia el norte del país, en zonas donde los recursos hídricos estaban ya utilizados en su mayor parte, los nuevos y crecientes requerimientos de agua, han debido abastecerse mediante las siguientes alternativas:

- Uso de fuentes que se encontraban subutilizadas, tales como las aguas subterráneas y algunos recursos marginales en sectores próximos a la desembocadura de los ríos.
- Uso más eficiente de los recursos hídricos disponibles ya sea por los mismos usuarios o por transferencias a terceros.
- Desalinización de agua de mar y de aguas salobres.

En relación con esta materia se puede señalar que, en el caso de la minería, que representa del orden del 5% de las demandas de recursos hídricos en Chile, las nuevas demandas que no pudieron ser abastecidas por los mejoramientos de eficiencia, se han debido abastecer, fundamentalmente con recursos hídricos subterráneos. Lo anterior ha significado que, en paralelo al desarrollo minero, se ha realizado una intensa y costosa actividad de exploración hidrogeológica por parte de las empresas, lo que se refleja en el alumbramiento de aproximadamente 10 m³/s desde acuíferos que no estaban explotados. A su vez, ante la progresiva restricción de estas fuentes para nuevos desarrollos en zonas mineras, últimamente se ha considerado la desalinización entre las alternativas posibles.

Por parte del desarrollo exportador agrícola, si bien en el total del país no se refleja en un incremento importante de nuevas áreas regadas, en valles de la zona norte y centro del país se observa un significativo aumento por el cultivo de laderas para el riego de frutales y viñas ligadas a la exportación. Estos incrementos en la zona ubicada de la V región al norte, si se considera el período entre los censos agropecuarios de 1997 y 2007, alcanza al 38%^[5], lo que se ha logrado con un uso más intenso de los recursos hídricos superficiales y el aprovechamiento de aguas subterráneas. En relación con el agua subterránea, cabe destacar que el incremento explosivo de su demanda, se debe a sus ventajas en relación con su disponibilidad, ubicación, seguridad de abastecimiento, operación y calidad.

En el sur del país, la piscicultura ha significado un importante incremento de demandas por derechos de aprovechamiento de aguas. Para las primeras fases de desarrollo de los peces, dicha actividad requiere derechos de agua que se otorgan, con el carácter de no-consuntivos, para el suministro de aguas dulces y limpias a los estanques de cultivo, que luego son devueltas a los cauces naturales. Cabe señalar que dichas demandas se dan en una zona con abundancia de recursos de agua, de modo que no resultan críticas para el desarrollo de otras actividades.

En relación con las demandas para uso doméstico, debido al moderado crecimiento de la población y a las elevadas coberturas de abastecimiento iniciales, en las últimas décadas el volumen de agua demandado se ha incrementado solamente en forma marginal a nivel del total nacional. Sin embargo, el fuerte desarrollo inmobiliario asociado a balnearios y en algunas ciudades, ha llevado a las empresas de servicios sanitarios, a incrementar fuertemente su demanda por recursos subterráneos, cuadruplicándose el número de pozos desde la década de los 80 y a mantener un mercado de adquisición de nuevos derechos de agua, lo que se ve favorecido por el cambio de uso de terrenos regados debido a la expansión urbana.

4.2. Dinámica asociada a la eficiencia de aprovechamiento y productividad económica

La dinámica de la actividad socioeconómica no solamente ha influido en el volumen total de los requerimientos de los recursos hídricos, sino también en la eficiencia de la gestión y en la productividad económica del metro cúbico de agua.

^[5] Este valor pudiera estar afectado por la sequía que afectó esa zona en el período 1996/97.

En el sector del riego, el principal impacto ha sido la significativa incorporación de nuevos métodos de “riego tecnificado”, incluyendo entre ellos el riego por goteo, el riego por micro aspersión y el riego por aspersión en especial en las zonas agrícolas asociadas a productos de exportación. Es importante señalar que, normalmente este cambio tecnológico, no ha sido provocado con el propósito de disminuir el consumo de agua, sino para implementar nuevas prácticas agronómicas o de cultivo, complementarias al riego, tales como la fertigación y control de malezas, y muy especialmente, porque la entrega controlada de humedad a las plantas es fundamental para lograr productos de calidad que puedan competir con éxito en un mercado global. Es el caso, por ejemplo, de la producción de vinos finos, los que requieren un manejo del riego extremadamente delicado. Así, la introducción de la tecnificación del riego en el país en los últimos 15 años, ha sido notable, alcanzando el riego tecnificado un 30% de la superficie regada total a nivel nacional. Además, en relación con el uso agrícola, se observa en numerosos valles, un importante cambio en el patrón de cultivos, buscando priorizar cultivos de alto valor. El conjunto de estos procesos ha significado en algunos valles, un aumento de la productividad por metro cúbico de agua del 58% en un período de 10 años.

El manejo del agua en la minería, también ha cambiado drásticamente en los últimos 25 años, aumentando sostenidamente la eficiencia de su aprovechamiento. La principal fuerza que ha impulsado dicho cambio es la escasez relativa del recurso, originada por el aumento de la producción de cobre y la ausencia de fuentes alternativas de abastecimiento de bajo costo. Lo anterior, en el marco institucional vigente, ha aumentado el valor de los derechos de agua y ha sido un incentivo económico efectivo para el incremento de la eficiencia en el uso del recurso. Es así como, al año 2000, se llegó a un consumo medio de 0,75 m³ por tonelada de mineral tratado, en la industria del cobre en Chile, el que a inicios de los 80 era cercano a los 2 m³/ton. Esta tendencia se espera que se mantenga, de modo que el sector se ha puesto como meta futura, alcanzar un estándar medio de consumo de 0,5 m³ por tonelada de mineral tratado^[6].

En la industria, también existen indicios de que la eficiencia de uso de agua está aumentando. Por ejemplo, la industria de la celulosa en la actualidad, debido a los cambios tecnológicos en su producción, consume actualmente sólo 40 m³ de agua por tonelada de producto, mientras que en la década de 1980 el consumo era de alrededor de 130 m³/ton.

En el sector doméstico no se observan cambios de eficiencia significativos, aun cuando la “empresa modelo” que se usa como referencia en los procesos de evaluación tarifaria, considera niveles de pérdidas del 20% (este valor incluye tanto pérdidas físicas como de carácter comercial, por no facturación), valor sustantivamente superior al promedio nacional actual de 31,7%.

4.3. Dinámica asociada al tema ambiental

La dinámica reseñada en los párrafos precedentes, generada por el desarrollo socio económico del país en las últimas décadas, se relaciona de distintas formas a una mayor presión sobre el medio ambiente.

Esta mayor presión se presenta en un contexto inicial, en el que existía un gran pasivo ambiental, derivado de una larga historia donde se había otorgado una escasa atención a la conservación del patrimonio ambiental. Esta situación se observa, por ejemplo, en numerosos cauces donde las extracciones dejan tramos sin agua en ciertos períodos del año, humedales que han sido eliminados y numerosas fuentes contaminantes sin control.

[6] Consejo Minero. Uso Eficiente de Aguas en la Industria Minera y Buenas Prácticas. Acuerdo Marco de Producción Limpia, Buenas Prácticas y Gestión Ambiental. Noviembre de 2002.

De este modo, el uso más intensivo de las aguas superficiales y subterráneas para atender las nuevas demandas y las exigencias de incremento de eficiencia y productividad, se agregan a una condición de escurrimiento en los cauces muy alejada de sus condiciones naturales.

Además, desde la perspectiva de la calidad de las aguas, las fuentes contaminantes potencialmente disponibles, se incrementan sustancialmente. Así, el incremento de la actividad minera en más de 3 veces desde los años 80, constituye una importante fuente potencial de contaminantes tales como cobre, molibdeno, arsénico y sulfatos. Por otra parte, se ha observado un incremento significativo del consumo de nutrientes (fertilizantes de nitrógeno y fósforo) y pesticidas asociados a la actividad agrícola, lo que constituye también una importante amenaza ambiental. Por ejemplo, en el caso de los nutrientes, el consumo se triplicó en el período 1980 y 1997, y en el caso de los pesticidas, se quintuplicaron.

Para responder a estos desafíos, la agenda legislativa de los últimos 20 años ha estado muy activa. Al respecto es necesario destacar: la dictación de Ley Marco de Medio Ambiente en 1994 y la implementación del sistema de evaluación de impacto ambiental con su modificación aprobada el 2009; el establecimiento de normas de emisión de residuos industriales líquidos a cauces naturales, a lagos y al medio subterráneo; las modificaciones del Código de Aguas que protegen vegas y bofedales del Norte Grande (1993) y la modificación del Código de Aguas de 2005, que establece los caudales ecológicos.

La implementación de algunas de estas disposiciones, ha significado la realización de importantes inversiones, que han permitido obtener avances significativos de mejoramiento ambiental en algunas áreas. Ese es el caso, por ejemplo, del control de la contaminación asociada a las aguas servidas urbanas, que a principios de los años 2000 eran tratadas sólo en un 15%; valor que en la actualidad ha alcanzado al 80%, debido a los planes de inversión llevados adelante en el sector sanitario. Asimismo, por ejemplo, aunque históricamente la actividad minera creó graves problemas ambientales, en especial por la contaminación de las aguas, desde mediados de la década de 1980, el sector minero y la sociedad en su conjunto, comienzan a dar claras señales de una toma de conciencia de la importancia de la variable ambiental en toda la cadena productiva del país, proceso que se refuerza con la evolución política e institucional de la década de los 90. Es así como, paulatinamente, se pone fin a los problemas más críticos de contaminación (en ocasiones ordenados por fallos judiciales), y entran en operación tranques de relave modernos con estándares ambientales adecuados, aunque persisten problemas relacionados con las explotaciones más pequeñas y con depósitos mineros abandonados.

4.4. Conclusión

Como se puede apreciar, las tres dinámicas identificadas, han significado grandes desafíos para una gestión sustentable de los recursos de agua del país, frente a los cuales se han tomado un conjunto de medidas consiguiendo, en algunos casos, soluciones adecuadas y completas a los problemas que han surgido, en otros casos soluciones insuficientes y finalmente existen problemas que a la fecha, no han sido abordados.

A esta dinámica, propia del desarrollo económico y social del país, se superponen otros fenómenos de alcances globales. Ese es el caso de los desafíos que implican para los recursos hídricos los cambios asociados al fenómeno del calentamiento global, que pudiera significar que a lo largo del siglo XXI, se experimente un cambio significativo en los patrones hidrológicos actuales.

En este marco general, en el presente informe se buscó identificar aquellas áreas que, de acuerdo a la experiencia, constituyen en la actualidad las principales limitaciones para enfrentar los desafíos que se presentan al sector para mantener el desarrollo alcanzado en el país y asegurar su favorable evolución futura.

De acuerdo a lo anterior, se identificaron siete temas que se consideran prioritarios:

- a. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento.
- b. Institucionalidad Pública.
- c. Gestión de las aguas subterráneas.
- d. Gestión del agua y el medio ambiente.
- e. Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas.
- f. Organizaciones de usuarios.
- g. Gestión integrada de los recursos hídricos.

Estos temas son analizados en el capítulo 5, presentándose primeramente para cada uno de ellos, un diagnóstico con los problemas o limitaciones detectadas, y luego una propuesta general de acción.

Cabe destacar que la selección de los temas señalados, no supone que no existan otros en el sector hídrico que deban ser resueltos, sino que ellos no tienen la misma urgencia para ser tratados en forma separada y extensa en esta oportunidad.

5

LÍNEAS DE ACCIÓN PRIORITARIAS: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS

5.1. Obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento

Para la adecuada gestión de los recursos hídricos resulta imprescindible contar con:

- a. medición detallada de un conjunto de variables hidrológicas de distinta naturaleza que permitan conocer la situación del recurso hídrico en cada cuenca del país;
- b. un sistema de información que permita poner a disposición de todos los posibles usuarios, tanto públicos como privados, una completa, actualizada y confiable base de datos e información relativa al agua, y
- c. el conocimiento científico técnico que permita interpretar la información disponible y hacer predicciones fundadas respecto de su comportamiento frente a distintas alternativas de intervención, tales como proyectos, políticas de uso, iniciativas de explotación y otras.

La información y el conocimiento recabado son necesarios para la toma de decisiones, tanto en el sector público, como privado. En el sector público, ello resulta imprescindible para la regulación del dominio público hidráulico y para la planificación y desarrollo de los recursos hídricos; por otra parte, en el sector privado, se requiere para la administración de las aguas y el aprovechamiento de los derechos de agua otorgados por el Estado, considerando que el Código de Aguas vigente en Chile entrega a los particulares una amplia iniciativa en dichas materias. Asimismo, la información y conocimiento de los recursos hídricos son importantes para el desarrollo general del país, para la información del público, para la realización de actividades de investigación y para múltiples otras actividades que se relacionan con el agua.

La información que se necesita incorporar a las bases de datos, debe incluir todas aquellas variables y parámetros que caracterizan el recurso hídrico y su comportamiento (caudales, niveles freáticos y de aguas superficiales, variables meteorológicas, sedimentos, calidad de aguas, etc.), los antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua incluyendo el ejercicio de los mismos (caudales captados, demandas, infraestructura, etc.), la información ambiental sobre el estado de las aguas, las características de los ecosistemas, las zonas sobre las que hay que ejercer ciertos tipos de protección, y los factores socio-económicos asociados a su explotación y conservación.

Además, para que este sistema de información del recurso contribuya a la generación de una asignación eficiente del agua y en definitiva, al bienestar de la población, se requiere disponer de inventarios adecuados de la propiedad de los derechos y con precios y cantidades transadas en el mercado del agua, de modo de permitir la existencia de un mercado transparente e informado.

Junto con la existencia de una adecuada base de información respecto de los diversos aspectos del recurso agua, resulta necesario el desarrollo de los estudios e investigaciones básicas que den cuenta de las características de las variables hidrológicas, de los ecosistemas asociados y de los procesos que explican su comportamiento actual y futuro en el medio natural. También se requiere de investigaciones aplicadas a la resolución de problemáticas concretas, cuyas características son muy específicas de cada sitio, de manera de generar herramientas para apoyar la gestión. Del mismo modo resulta necesario el desarrollo tecnológico asociado al aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

5.1.1. Diagnóstico de la situación actual

Frente a estos requerimientos, en las últimas décadas se desarrollaron distintos esfuerzos entre los que corresponde destacar: la modernización de las redes hidrológicas, existiendo en la actualidad 260 estaciones satelitales en operación, la consolidación de una red de 2.000 estaciones de medición de variables de distinto tipo (meteorológicas, hidrológicas, lagos, glaciares, etc.), la creación de un Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) que maneja con tecnologías informáticas modernas una amplia gama de variables de interés para la gestión de los recursos de agua del país (12 tipos de registros, 14 de inventarios y 4 de archivos) y que dispone de una biblioteca digital online sobre recursos hídricos de 1.500 informes, de un total de 5.500 disponibles en forma física. Asimismo, los avances en el plano legislativo permiten disponer de herramientas legales para constituir el Catastro Público de Aguas (art. 122) “en el que constará toda la información que tenga relación con ellas”.

En relación con la generación de conocimiento, desde hace largo tiempo el país ha avanzado en el paulatino conocimiento de sus recursos de agua, a través del esfuerzo de numerosas instituciones públicas, de las universidades y del sector privado de modo que en la actualidad se conoce en general la disponibilidad de recursos hídricos y el comportamiento de las principales variables hidrológicas a nivel de las cuencas. Asimismo, existe un importante avance en la elaboración de instrumentos que permiten una toma de decisiones informada, como son los modelos de simulación, así, por ejemplo, en el caso de las aguas subterráneas del país se han estructurado más de 100 modelos de simulación hidrogeológica, que cubren con mayor o menor precisión los principales acuíferos del país.

Sin perjuicio de lo anterior, el desarrollo del país exige cada vez un conocimiento más acabado de sus recursos, ya que en la actualidad se observan las siguientes limitaciones e insuficiencias, que es imprescindible superar con miras a afrontar los complejos desafíos presentes y futuros:

a) Obtención de información

En esta materia se presentan las siguientes limitaciones:

- Existen cursos de agua y sectores hidrológicos específicos en los cuales las redes de medición de aguas superficiales existentes son insuficientes para evaluar adecuadamente los recursos hídricos y caracterizar las variables hidrológicas. Los estudios disponibles indican que ello supone aumentar la red de medición hidrométrica actual (caudales) del orden del 20%^[7].
- Respecto de las aguas subterráneas, si bien los parámetros que se miden son adecuados, en algunos acuíferos la densidad de la red de medición es muy insu-

[7] SOLIN/ Dirección de Planeamiento MOP. (2007). Análisis y Valoración de la Funcionalidad de la Red Fluviométrica y Asignación de Derechos de Aprovechamiento.

ficiente para el actual nivel de explotación de los recursos subterráneos, limitando su utilidad para la administración de dichos recursos.

- La red nacional de calidad de aguas, tanto por su cobertura, como por los parámetros y por la falta de registradores continuos, es inadecuada para atender los objetivos de vigilancia que supone la futura implementación en el país de las normas de calidad secundarias en todas las cuencas del territorio nacional.
- Falta desarrollar una red de calidad ambiental de los ríos, orientada a la determinación de bio indicadores, que permitan efectuar una evaluación objetiva y general de la situación ambiental de los ríos del país y del impacto de las acciones y políticas que se lleven adelante sobre la materia.
- La actual red sedimentométrica es claramente insuficiente en cobertura y gama de parámetros registrados para las actuales necesidades del país.
- Aunque se trata de antecedentes indispensables para el conocimiento de los sistemas hidrológicos del país y la gestión de los recursos hídricos, prácticamente no se miden las extracciones de aguas desde el medio natural, con la excepción del caso de las aguas subterráneas de las extracciones en la región de Antofagasta y en algunos acuíferos de las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá y Atacama, y en el caso de las aguas superficiales, de algunos pocos canales. Al respecto, conviene señalar que actualmente los registros que llevan las organizaciones de usuarios tienen un interés restringido, ya que usualmente no se someten a normas de calidad, ni se procesan ni almacenan en condiciones de permitir su acceso al público.
- No existe un sistema que permita complementar y validar la información referente a derechos de agua, transferencias y en general los aspectos para una adecuada operación de los mercados de agua.
- La red pluviométrica es insuficiente y necesita incorporar tecnología tanto en la medición (continua versus acumulativa), como en la de transmisión (web-telecontrol).

b) Gestión de la información

Como es sabido, los sistemas de información de recursos hídricos necesariamente deben manejar un enorme volumen de datos originado por la componente temporal y espacial de las series históricas. En Chile, la gestión de la información presenta los siguientes problemas:

- Un primer problema, surge a raíz del número de instituciones públicas y privadas que manejan datos conexos con la gestión del agua y del papel que les corresponde a cada una de ellas en la recolección y generación de información relevante. Actualmente no hay un sistema que incorpore los datos generados a un sistema de información nacional único y coherente. A modo de ejemplo se pueden señalar los casos del acceso a la información hidrometeorológica, donde la DMCh y la DGA operan con diferentes sistemas y formatos, y a la calidad de las aguas, materia sobre la que existe información en la DGA, SISS, SAG, DIRECTEMAR, MINSAL, INIA, CONAMA entre otras entidades públicas. Además, en numerosos casos, los sistemas de información existentes en las instituciones, son de baja calidad, resultan engorrosos, de alto costo y no facilitan el acceso y manejo de los datos.
- Un segundo problema radica en la ausencia de una guía clara y completa de la información existente en las instituciones públicas y privadas, y de la forma de acceder a ella. De este modo, aun cuando existen avances importantes en algunas instituciones, hay muchos antecedentes cuyo acceso está limitado, por desconocimiento de una gran parte de los posibles interesados.

- Un tercer problema es el costo de los servicios, cuando se requiere utilizar grandes volúmenes de datos para la realización de estudios que emplean información con mayor nivel de detalle. Esta situación constituye un desincentivo a la masificación del uso de las metodologías más avanzadas disponibles en la actualidad.

c) Desarrollo de investigación y generación de conocimiento

Como es sabido, en general, la investigación en Chile resulta insuficiente para su adecuado desarrollo. De hecho, según antecedentes del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad del año 2006, Chile destinaba un 0,7% de su PIB en Investigación y Desarrollo, cifra francamente baja si se compara con países europeos (1,8%), con el promedio de la OCDE (2,2%) o con otros países emergentes. El objetivo que se ha fijado el país en cuanto a inversión en investigación, es alcanzar una cifra del orden del 2,5% del PIB en el año 2025.

En el caso de la investigación en temas relacionados con el agua, la realidad pareciera ser aun más grave, si se observa la página WEB de FONDEF de CORFO, una de las principales fuentes de financiamiento a que se podría optar al tener dentro de sus diez áreas prioritarias, la de AGUA y ENERGÍA. Entre el 2000 y 2007 (incluidos agua y energía), se han aprobado 23 proyectos por un total de MM \$ 3.749, es decir una media de casi 3 proyectos al año y MM\$ 163 por proyecto. Estas cifras, aun cuando responden a una línea de financiamiento determinada, abierta para proyectos de agua, estarían indicando que la inversión es baja.

A lo anterior debe añadirse que a nivel país, la investigación es realizada mayoritariamente por el sector público y el esfuerzo del sector privado en I+D alcanza aproximadamente al 0,25% del PIB, muy distante de cifras de países OCDE que superan el 1,5%.

Siguiendo con los objetivos trazados en el país, en enero de 2008 se promulgó la Ley 20.241 la que, mediante un incentivo tributario, intenta aumentar la inversión del sector privado en investigación. Conceptualmente es una muy buena iniciativa; sin embargo, su implementación ha sido lenta, posiblemente por la necesidad de acreditación previa ante CORFO, de los Centros de Investigación.

A esa falta de recursos destinados a la investigación en agua, se añade el hecho de que, normalmente las investigaciones y estudios en nuestro país son llevadas a cabo en una asociación entre el interesado y un solo ente investigador, para resolver una problemática específica. Cabe consignar que en muchos casos el agua es un recurso multisectorial, lo que justifica que tanto la investigación como los proyectos deberían abordarse con un enfoque integral, con las economías de escala que ello implica.

Sin la pretensión de agotar el tema, se pueden identificar las siguientes áreas específicas en las que se observa un insuficiente desarrollo del conocimiento:

- Hidrología de zonas áridas y semiáridas, y su relación con la recarga de los acuíferos y la generación de crecidas.
- Relación entre el recurso hídrico y los ecosistemas asociados, en especial en las zonas del extremo norte y sur del país.
- Balance hidrológico en las zonas de montaña de Chile, y estudios sobre hidrología de nieves y glaciares, considerando la importancia de dichos recursos en la generación de la escorrentía en gran parte del territorio nacional.
- Estudios e investigaciones sobre las aguas subterráneas, en particular acerca de: tiempos de residencia de las aguas subterráneas, en el norte del país; conexión hidrogeológica entre cuencas cerradas en el altiplano chileno, la calidad química de los acuíferos, y, en general, sobre la interrelación con los ecosistemas.
- En relación con la hidrología regional, se hace necesario el desarrollo de caracterizaciones hidrológicas regionales, con información actualizada, para la evaluación

de recursos hídricos y el estudio de crecidas, con apoyos de sistemas de información geográfica e imágenes satelitales.

- Procesos de retorno y reutilización de las aguas, al interior de los sistemas de riego, y evaluación de los impactos sobre terceros, derivados de los cambios en las prácticas o aprovechamientos de los usuarios de aguas arriba.
- Mercado de aguas, incluyendo la identificación y solución de las limitaciones a las transacciones de derechos de aguas y la información en línea de las condiciones técnicas y económicas de las transacciones.
- Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos y estrategias de adaptación, considerando en forma realista las incertidumbres que incorporan dichos procesos en la toma de decisiones.
- Reutilización de aguas tratadas, con los aspectos técnicos, ambientales, normativos, sociales y económicos como una alternativa para el aumento de la oferta del recurso en ciertas zonas.

5.1.2. *Propuestas de acción*

Para superar las limitaciones en este ámbito recién reseñadas, se identifican las siguientes propuestas:

- Desarrollo de un plan general de mejoramiento de las redes de medición con énfasis en los aspectos y variables identificados como deficitarios en 5.1.1. Entre ellos se destacan: la ampliación y complementación de la red calidad de aguas; el desarrollo de una red de vigilancia de la calidad ambiental de los cursos de agua; la medición de las extracciones de agua por los usuarios; el aumento de los puntos de medición de niveles piezométricos en acuíferos críticos; el mejoramiento de la red sedimentométrica, y la ampliación de la red fluviométrica y pluviométrica en ciertas zonas. Para estos propósitos será necesario incrementar en forma significativa los recursos financieros asignados para el desarrollo y la operación de las redes. En todo caso, dicha inversión deberá considerar la relación costo/efectividad del programa, cuidando de tener en cuenta en el análisis, los múltiples beneficios indirectos y de largo plazo que se asocian al conocimiento de un recurso como el agua, que es de alto valor estratégico y económico para el país.
- Desarrollo de un programa de mediano plazo orientado a crear un Sistema Nacional de Información, sistema de bases de datos integrado a nivel del país, acerca de las distintas variables y materias asociadas a la gestión del agua, incluyendo las mediciones y archivos manejados por instituciones diversas. Sobre este tema, cabe señalar que la legislación de aguas, en las normas relativas al Catastro Público de Aguas y a la Red Hidrométrica Nacional, otorga a la DGA un sustento jurídico suficiente para este propósito, siendo necesario avanzar en la implementación de los acuerdos interinstitucionales y en los aspectos técnicos y económicos para su materialización.
- Es necesario generar acuerdos y coordinaciones institucionales y los incentivos adecuados, para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua. Esta iniciativa debiera orientarse a la obtención de antecedentes, sobre la base de estándares de calidad definidos, que requieren para ese fin de la participación activa de los privados, con el fin de poner a disposición de los interesados, información confiable y completa acerca del comportamiento de los sistemas de recursos hídricos en el país. Asimismo, en el ámbito de la investigación, también se hace necesario generar incentivos específicos con el objeto de aumentar la inversión privada y fomentar la colaboración público-privada y multisectorial.

- Realización de un plan de apoyo a la investigación en temas específicos relativos al agua, sobre la base de una alianza entre el sector público y privado, incluyendo los centros de investigación universitarios. Este programa debiera solucionar la sub inversión en el sector, la fragmentación de la investigación actual en pequeños proyectos con escaso impacto y suscitar una activa colaboración entre los distintos actores sobre aquellos temas relevantes para el futuro del país. Al respecto, en 5.1.1, se identifican diversas materias que ameritan un esfuerzo de investigación especial.
- Fortalecimiento del acceso y aprovechamiento público de la información existente sobre el recurso hídrico. Con ese propósito se propone que el acceso a dicha información sea libre, en lo posible de acceso a través de internet, o, en cualquier caso, de muy bajo costo y expedito acceso. Lo anterior se plantea porque el costo de entregarla con los medios actuales es casi inexistente o completamente marginal y el beneficio y efectividad de su uso sin restricción, puede ser considerable.

5.2. Institucionalidad Pública^[8]

5.2.1. Diagnóstico de la situación actual

Como se señaló en el capítulo 3, existe un importante número de instituciones que se relacionan con la gestión del recurso hídrico. En la diversidad de instituciones mencionadas y en la multiplicidad y conjunción de funciones y actividades que ellas ejercen, se observan los siguientes problemas, actuales o potenciales:

a) Problemas interinstitucionales

En ausencia de una autoridad pública superior única, que coordine el conjunto de funciones del Estado en relación con el agua, resulta difícil generar e implementar políticas generales coherentes y lograr que las funciones asociadas a la gestión del agua se ejerzan en forma armónica. Ello se puede observar incluso si el análisis se circunscribe solamente a las funciones regulatorias. Algunas manifestaciones de esta dificultad son:

- Superposición de algunas funciones y actividades, la que junto con las dificultades y complejidad en la coordinación interinstitucional, se traduce en un mal aprovechamiento de los recursos públicos asignados al sector.
- Competencia presupuestaria entre las instituciones para actividades y funciones similares, lo que tiende a generar ineficiencias en sus actividades e ineficacias en el logro de sus objetivos a corto y mediano plazo. A lo anterior se agregan defensas corporativas de los espacios de actuación, lo que entraba un accionar expedito y oportuno en la solución de problemas del sector.

Algunas áreas en las cuales se observa una inadecuada delimitación y descoordinación de funciones son las siguientes:

- Gestión de la calidad del agua, en la que el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Salud, la Subsecretaría de Pesca, la Dirección General de Aguas, el Ministerio de Medio Ambiente, la Dirección General de Territorio Marítimo y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, comparten funciones con distintos grados de superposición.
- Gestión de los cauces naturales y autorización de obras, donde tienen atribuciones: la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas, el Ministerio de Bienes Nacionales, las Municipalidades, el Ministerio de Medio Ambiente,

^[8] En este párrafo el término "institucionalidad", se utiliza en un sentido restringido, referido solamente a las instituciones u organismos, y no a otros aspectos, tales como los normativos y legales.

el Ministerio de Energía, el Ministerio de Transportes, el Ministerio de Vivienda, el SERNAGEOMIN y las Juntas de Vigilancia.

- La regulación y fiscalización de los aspectos ambientales relativos a los recursos hídricos, donde tienen injerencia, entre otros: el Ministerio de Medio Ambiente, la Dirección General de Aguas, el Ministerio de Agricultura, la CONAF, el SERNATUR, el Ministerio de Bienes Nacionales, la Subsecretaría de Pesca y la DIRECTEMAR.

b) Limitaciones propias de cada Institución

Los problemas interinstitucionales que se indican en el punto precedente, se ven agravados por la existencia de diversas limitantes históricas propias de cada institución, problemas que en este caso se han agravado por el explosivo incremento de los requerimientos a los organismos públicos.

A modo de ejemplo se puede señalar que, entre los años 1990 y 2010 las solicitudes de derechos de agua y otras relativas al ejercicio de dichos derechos a la DGA, principal organismo del sector, se amplificaron más de 3 veces^[9]. Además, en ese período surgieron temas nuevos que han requerido especial atención, como son el tema ambiental y el impulso que ha tenido en el país la explotación de las aguas subterráneas. A lo anterior, es necesario agregar que la presión sobre los recursos hídricos ha significado una mayor complejidad y conflictividad al interior del sector, lo cual demanda una mayor atención de parte de los servicios públicos.

Los principales problemas detectados se refieren a:

- Excesiva tramitación y demora en las resoluciones de la Administración, lo que incide en la gestión del recurso, en la oportuna y expedita revisión y aprobación de proyectos de infraestructura y de desarrollo, en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento y, en ocasiones, en el ejercicio de derechos de aprovechamiento ya constituidos.
- Debilidades e insuficiencias técnicas y administrativas en la implementación y en el cumplimiento a lo largo del país, de las funciones asignadas a la institucionalidad pública (tales como: fiscalización de extracciones, información sobre el mercado del agua, revisión de proyectos).

Las principales causas de estos problemas se relacionarían básicamente con:

- El escaso reconocimiento político y ciudadano sobre las funciones y acciones de las instituciones encargadas de la regulación del sector, en relación con su creciente importancia para la economía del país.
- La insuficiencia de los recursos asignados en proporción a las crecientes demandas al sector, derivadas del desarrollo del país. Así, tal como ya se ha señalado en párrafos anteriores, en el caso de la DGA, los requerimientos de actividades y solicitudes en los últimos 20 años, se triplicaron, sin que la dotación total de personal tuviera cambios significativos. De este modo, las dotaciones actuales de técnicos y abogados son inferiores a las reales necesidades y demandas del presente.
- Recursos humanos inadecuados e insuficientes, originado principalmente en el sistemático éxodo de profesionales de experiencia al sector privado, derivado de las difíciles condiciones profesionales en el sector público y la alta demanda del sector privado. A lo anterior, se agrega el alto nivel de especialización que actualmente requieren las materias que se deben resolver.

^[9] Fuente: Informes de Gestión DGA.

- La complejidad legal de muchos procedimientos, provoca el entramamiento técnico y administrativo de las decisiones e inclusive a la judicialización y la consecuente detención por largo tiempo de decisiones sobre importantes aspectos y requerimientos que están interrelacionados.

5.2.2. *Propuestas de acción*

El tema de la organización general y funciones de la institucionalidad pública del sector hídrico para abordar los problemas mencionados es una materia compleja, que admite soluciones diversas, motivos por los que será abordado en detalle en un segundo informe. Entre los aspectos que será necesario analizar en profundidad en dicho informe, están la propuesta de separar, en la actual DGA o en una nueva variante de la institucionalidad actual, las funciones de investigación y medición, las de administración y regulación y las de fiscalización, así como la de integrar las funciones de regulación del recurso hídrico al marco de un Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como se ha hecho en distintos países. En todo caso, un aspecto de carácter institucional de importancia, se refiere a la necesidad de promover la gestión integrada de los recursos hídricos, tema que se analiza en forma separada en el punto 5.7.

Sin perjuicio de lo señalado, es posible y necesario avanzar en el mejoramiento de la institucionalidad pública en aspectos específicos que muestran falencias. Los aspectos institucionales sobre los cuales se considera necesario avanzar a la brevedad son los siguientes:

- En las tres áreas identificadas donde existe una clara superposición de funciones entre distintas instituciones (gestión de la calidad de las aguas, gestión de cauces y regulación de aspectos ambientales asociados al agua), se propone analizar y desarrollar a la brevedad una solución institucional, considerando la posibilidad del traspaso de atribuciones y recursos para integrar dichas funciones en una sola institución, o la creación de coordinaciones institucionales eficaces, con programas y financiamientos integrados. En el caso de los temas relativos a la calidad de las aguas y el medio ambiente, es motivo de preocupación la forma como se harán compatible las funciones asignadas a los actuales Servicios con la nueva institucionalidad creada entorno al Ministerio de Medio Ambiente, para que ello no signifique una nueva dispersión de responsabilidades, esfuerzos y recursos.
- Es necesario adoptar medidas tendientes a reforzar los recursos financieros y en especial el capital humano de la institucionalidad pública. Ello supone la adopción de políticas de recursos humanos y la creación de incentivos, que permitan en un mediano plazo ampliar la dotación profesional de dichas instituciones y fomentar el ingreso, formación y permanencia de personal especializado y de experiencia. En ciertas áreas críticas, como es el caso de la revisión técnica de proyectos de infraestructura, parece adecuado el apoyo de asesorías externas financiadas con cargo a los propios proyectos, siempre que ello resulte compatible con el ejercicio de las responsabilidades y funciones públicas.
- Con el propósito de reducir las demoras en los procesos de autorización de proyectos y obras, resulta de interés realizar investigaciones sobre los procedimientos técnico-legales en aplicación, orientadas a identificar las causas en los retrasos y proponer las medidas administrativas y/o legales correspondientes.

5.3. **Gestión de las aguas subterráneas**

El recurso subterráneo en Chile fue utilizado en forma relativamente limitada hasta la década de 1990, siendo principalmente su uso para fines domésticos e industriales. Así,

a principio de los años 90, el 77% del abastecimiento de los sistemas de agua potable rural y el 26% del correspondiente a las zonas urbanas, era con recursos subterráneos^[10].

Desde fines de los años 80, el interés por el agua subterránea subió en forma explosiva, considerando que se trataba del único recurso legalmente disponible en extensas zonas del país, y dada sus ventajas en relación con la seguridad de abastecimiento, localización, sistema de gestión y calidad del agua. Como resultado de este proceso en los años 90 se multiplicó por 7 el número de pozos que se construían anualmente en el país, y el total de pozos profundos destinados al riego, se quintuplicaron en 10 años^[11, 12].

Al respecto, no cabe duda de que el país no estaba preparado, desde los puntos de vista legal y técnico, para un aumento del interés por la explotación del agua subterránea de esa magnitud. En relación a los aspectos legales, se pueden mencionar dos debilidades o limitantes: la definición legal del derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas y la definición legal de los niveles de explotación aceptables.

Con respecto a la definición del derecho de aprovechamiento de aguas, es sabido que, desde la Colonia, la legislación que se refería a las “mercedes de aguas” en Chile, contemplaba para el otorgamiento de una merced o un derecho sobre este recurso, que este estuviera expresado en términos de caudal. Es así como en forma previa a la promulgación de la legislación, que transformó las unidades de pesos y medidas españolas al sistema métrico decimal, alrededor del año 1848, las medidas de caudal en Chile se expresaban en regadores, tejas, reales, bueyes, etc. A partir de la legislación señalada, las mercedes y derechos debían expresarse en términos de unidades métricas por unidad de tiempo. Es por ello que los derechos de aguas subterráneas se expresaron siempre solo en términos de caudal, valor que resulta actualmente inadecuado para determinar la magnitud de la explotación real de un acuífero, debido a que su naturaleza es más bien la de un embalse cuyos flujos de entrada y salida son muy pequeños en comparación a su volumen. Esto se mantuvo así hasta las modificaciones al Código de Aguas contenidas en la ley N° 20.017 del 16 de junio de 2005, que señala que los derechos de aguas subterráneas otorgados a partir de esa fecha no solo deberán contener caudal, sino también un volumen máximo de explotación anual.

Una segunda debilidad o limitante, se refería a la insuficiente definición legal de los niveles de explotación aceptables. Al respecto se debe destacar que la determinación del caudal que es posible de explotar en forma sustentable en un acuífero, es compleja, ya que debido a la capacidad de regulación de los acuíferos interesa analizar el comportamiento del acuífero considerando las recargas y la extracciones en un período largo de tiempo (varios años). Así la mera posibilidad de extracción de agua desde un acuífero en un instante, no indica que ello será posible sostenerlo en el largo plazo, y por otra parte, existe una gran diferencia entre las extracciones máximas que se autorizan en los títulos de los derechos de agua y la explotación media, ya que es sabido que los usuarios, por razones asociadas a la estacionalidad de las demandas, fluctuaciones de corto plazo, criterios técnicos y otros, solo ocupan en promedio una proporción sustancialmente menor al volumen máximo anual que podrían extraer, que es el caudal estipulado por los derechos de aprovechamiento anteriores al actual Código de Aguas, multiplicado por los 365 días del año y todos los segundos del día. Esta situación dio origen a diversos conflictos judiciales y administrativos sobre si tenía o no la Administración, la facultad de considerar en

[10] Celedón E. (1992), citado en Grilli, A., F. Pérez, C. Miralles y J. Olavarría (1994). Agua Potable y sus Riesgos de Contaminación de sus Fuentes Subterráneas. Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. Vol. 9/1.

[11] Peña H. (2003). Acerca de una Política Nacional de Gestión de Aguas Subterráneas. Seminario ALSHUD.

[12] Peña H., M. Luraschi, y S. Valenzuela (2004). Agua, Desarrollo y Políticas Públicas. Revista REGA. Vol. 1. N° 2

sus resoluciones la necesidad de una explotación sustentable de los acuíferos, tema que fue resuelto en la modificación del código de aguas de 2005.

5.3.1. *Diagnóstico de la situación actual*

Las dificultades que se tienen hoy en día en la gestión de este recurso, son las que se indican a continuación:

a) Sobreexplotación de acuíferos, en casos específicos

Existen algunos casos concretos de acuíferos en los cuales se observa una explotación no sostenible de las aguas subterráneas, lo que se manifiesta principalmente en una profundización creciente de los niveles freáticos, en desecamiento de humedales y en la reducción del caudal de vertientes. Los casos más conocidos con descensos sistemáticos de niveles, corresponden al sector 4 del acuífero de Copiapó (descensos de hasta 12 m/año) y al sector bajo del acuífero de Azapa (descensos de 4 m/año), sin perjuicio de la existencia de otros ejemplos menos conocidos. Por otra parte, se han presentado afecciones a humedales altiplánicos en los acuíferos de Lagunillas (I Región), Salar de Punta Negra, Coposa y Ascotán, en los cuales se llevan adelante programas especiales de control y recuperación de los ecosistemas. Cabe destacar que, en cualquier caso, los acuíferos en esta condición son una fracción menor del total de acuíferos en explotación en el país, y que ellos se desarrollaron en un marco regulatorio en el que no estaban en aplicación las actuales normativas. En algunos de ellos el acceso a nuevos derechos de aprovechamiento hace largo tiempo que ha estado restringido (en Azapa hace más de 20 años, en Copiapó hace 17 años) y, además, en todos ellos, ningún usuario ha solicitado a la autoridad competente, por sentirse perjudicado, el establecimiento de restricciones a las extracciones como lo permite la legislación.

b) Situación de conflicto sobre criterios para determinar la disponibilidad de aguas subterráneas para nuevos derechos. Debate sobre un posible otorgamiento de derechos de aprovechamiento

De acuerdo a la legislación vigente (art. 147 bis del Código de Aguas, incorporado en la modificación del año 2005), se establece que procederá la constitución de derechos de aprovechamiento sobre aguas subterráneas, siempre que la explotación del respectivo acuífero sea la apropiada para su conservación y protección en el 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. Con ese objetivo la DGA ha desarrollado una metodología de evaluación de los recursos disponibles que estima el “uso previsible” del acuífero, como una proporción del volumen máximo explotable anualmente por cada pozo, aplicando un “factor de uso”, dependiendo del tipo de actividad en la cual se emplearía. Es así como se definió estadísticamente un coeficiente para pozos que se destinarían a predios agrícolas, otro para los usos de agua potable, otro para los usos en la minería, etcétera.

En el país existen distintos planteamientos con respecto al concepto de “uso previsible” y de “factores de uso” y su relación con la concesión de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. En efecto, una posición basada en sentencias de la Corte Suprema^[13], anteriores al Código de Aguas del 2005 (Ley N° 20.017), sostiene el criterio de que la explotación futura correspondería al valor máximo de los derechos concedidos (expresados en litros por segundo), sin considerar su “uso previsible”, señalándose que un criterio diferente, afectaría los actuales derechos de propiedad. Consecuentemente con este criterio, al no efectuarse una evaluación del efecto real que tendrá la extracción de

[13] Resolución en causa Rol N° 4.946-2003 de 5 de enero de 2004.

aguas subterráneas sobre el volumen sustentablemente explotable de cada acuífero, se plantea que existiría un “sobretorgamiento” de derechos de aguas subterráneas. Otra posición, apoyándose en antecedentes reales, y consideraciones técnicas de fondo, plantea que el uso efectivo previsible de los aprovechamientos de aguas subterráneas nunca sería equivalente a extraer en forma permanente y continua en el tiempo, el caudal nominal máximo expresado en litros por segundo, y, consecuentemente, asignar derechos sobre esta base, reduce las oportunidades para que se otorguen otros derechos y pueda hacerse así, un uso más eficiente e intensivo del recurso. Por ser éste un tema altamente complejo, con diversas consecuencias en el mercado del agua y en el uso eficiente del recurso, será analizado en mayor profundidad, en una segunda etapa del presente estudio.

c) Ausencia práctica de desarrollo de la institucionalidad prevista en la legislación

La Institucionalidad y la autoridad administrativa respecto de las aguas subterráneas, al igual que para las aguas superficiales, se encuentra compartida y con diferentes atribuciones entre una Institucionalidad Privada, radicada en las organizaciones de usuarios, y una Institucionalidad Pública, ambas definidas por la Ley. La Institucionalidad Pública a este respecto se encuentra en pleno ejercicio desde la aparición de las primeras normas legales acerca de aguas subterráneas en la legislación Chilena, a partir de la promulgación del primer Código de Aguas, conocido como el Código del año 1951. En efecto, la legislación de esa época le otorgaba, entre otras, las facultades de otorgamiento de mercedes de aguas sujetas a la existencia de los recursos en el acuífero, y a la justificación del uso que se daría al derecho otorgado. De igual modo, debía autorizar los procesos de exploración en Bienes Nacionales de Uso Público, pero no hacía referencia al cierre de acuíferos, área de restricción, zonas de prohibición, etcétera.

Las distintas reformas a la legislación de aguas, fueron incorporando nuevas tareas para la autoridad pública. Así, la constatación de escasez en un determinado acuífero puede generar decisiones de distinto tipo, como es la declaración de área de restricción incorporada a nuestra legislación, por medio de la Ley N° 20.017 del 16 de junio del año 2005. Cabe señalar que en este caso, la iniciativa de esta formalidad, pertenece tanto a la autoridad pública como a los usuarios individualmente; sin embargo, antes de esa fecha, y a partir de la promulgación del Código de 1981, la iniciativa sólo residía en los usuarios del respectivo acuífero.

En el caso de la Institucionalidad Privada, se puede observar en la actualidad que su desarrollo ha sido casi inexistente. Se esbozan a continuación, algunas razones que estarían en el origen de esa situación:

- i. Aunque los primeros pozos profundos construidos en forma mecanizada, fueron ejecutados por CORFO en la década de los 40, son numerosos los particulares que desde tiempos inmemoriales han excavado pozos a mano. Ellos, en general, no han experimentado situaciones de escasez alguna originada por un exceso de usuarios o de caudal explotado en un acuífero y los momentos de escasez han ocurrido sólo excepcionalmente y en forma local en años de sequía extrema. En consecuencia, hasta la fecha, los usuarios no han sentido la necesidad imperiosa de generar una organización para la administración de las aguas subterráneas, ni la autoridad pública de promoverla. De este modo, en la actualidad existe sólo una organización de usuarios de aguas subterráneas en el país, en el sector bajo del río Copiapó, que fue promovida por la DGA considerando la presión existente sobre los recursos de aguas subterráneas en ese acuífero.
- ii. No existe una experiencia acumulada en el país sobre estas organizaciones y en consecuencia, no se han desarrollado las formas, hábitos y costumbres que les permitiría operar con facilidad. Esta situación es completamente diferente a los más de 180 años de tradición que poseen las Organizaciones de Usuarios de

aguas superficiales (Asociaciones de Canalistas; Comunidades de Agua; Juntas de Vigilancia).

- iii. Las características de las aguas subterráneas, hacen que la administración y distribución de las aguas sea más compleja, requiriéndose de tecnología que, aunque existe en nuestro país, resulta difícil para los usuarios comprenderla, tener acceso a ella y finalmente adoptarla. Además, la administración de las aguas subterráneas presenta un complejo problema de fiscalización de las extracciones, siendo de muy difícil control los usos clandestinos (*"free-riders"*), lo que limita la eficacia de la acción común y reduce los incentivos para un mayor nivel de asociatividad entre los usuarios.
- iv. Por las razones antes expuestas, la formación de una Comunidad de Aguas Subterráneas y su administración, requiere en los primeros años de su funcionamiento de esfuerzos, apoyos, inversiones y gastos, que superan en cantidades importantes a los necesarios para llevar la misma iniciativa en el campo de las aguas superficiales.
- v. A pesar de que la normativa vigente contiene los principales preceptos legales que se requieren para la formación y existencia de este tipo de Comunidades de Aguas Subterráneas, es necesario aun su perfeccionamiento con el objeto de motivar y agilizar su formación e incentivar su gestión técnica y administrativa. En relación a este aspecto, es importante destacar que a partir de las reformas efectuadas a la legislación de aguas el año 2005, las Juntas de Vigilancias tienen facultades para incorporar entre sus miembros a los usuarios de aguas subterráneas. Sin embargo, para estos efectos, aun no se ha redactado una normativa que permita diseñar mejor el funcionamiento de las Juntas de Vigilancia en estos aspectos.

d) Desarrollo de programas de monitoreo y de instrumentos técnicos para la gestión de recursos hídricos subterráneos

La gestión del agua subterránea, en acuíferos explotados en el límite de sus posibilidades de sustentabilidad, requiere el conocimiento detallado de un conjunto de parámetros hidrogeológicos de difícil determinación, la medición de diversas variables hidrológicas, el desarrollo de investigaciones y la preparación de modelos a nivel de los acuíferos.

Sobre estos temas se han desarrollado numerosas iniciativas por el sector público y privado, de modo que prácticamente el 100% de los acuíferos con algún nivel de conflictividad, disponen en la actualidad de modelos de simulación que permiten tener una evaluación de estos recursos hídricos y su comportamiento. Sin perjuicio de lo anterior, dichos instrumentos en muchos casos requieren mejorar su nivel de detalle y precisión, considerando los niveles de explotación alcanzados. En este sentido, una debilidad importante es la ausencia de un sistema de medición de extracciones en la mayor parte del país, tarea difícil de implementar y que a la fecha se encuentra plenamente operativa únicamente en la II Región y tiene algunos avances en la I, XIV y III Regiones.

Al respecto, se estima imprescindible para una adecuada gestión de los acuíferos, que la autoridad pública disponga de información e instrumentos de alto nivel tecnológico que estén fácilmente accesibles para los usuarios y técnicos llamados a tomar decisiones en el ámbito de las aguas subterráneas.

5.3.2. Propuestas de acción

Una política acerca del sector debiera considerar las siguientes iniciativas:

- La elaboración de un diagnóstico realista de la sustentabilidad de la explotación de las aguas subterráneas en los principales acuíferos del país. Este diagnóstico

se considera imprescindible para orientar las acciones alternativas y las políticas hacia el tema, sobre bases ciertas y realistas. Dicho diagnóstico se debiera realizar a partir de una base de información espacial y temporal amplia, que permita la determinación de caudales y volúmenes de extracción sustentables, entendiendo por tales, aquellos que se pueden extraer en promedio, en el mediano y largo plazo, sin generar inaceptables descensos sistemáticos que afecten a terceros o al medio ambiente (concepto de “*safe yield*” en la literatura especializada).

En relación con los usos futuros, este diagnóstico deberá analizar el grado de verosimilitud y las consecuencias de adoptar los caudales máximos autorizados como único criterio para la asignación de los derechos de aprovechamiento. El diagnóstico señalado deberá analizar en profundidad el concepto relacionado de “uso previsible”, en función de las formas de explotación de los acuíferos, según sus características hidrogeológicas y de su evolución real en el futuro, para lo cual se podrán considerar también conceptos y soluciones alternativas, de acuerdo a dichos análisis y a lo que la experiencia y los antecedentes científicos y tecnológicos muestren aconsejables. De esta manera, se tendrá una visión más precisa y realista de la situación de los acuíferos, pudiendo así identificarse aquellos que correspondan a diversas categorías de explotación, para desarrollar según ello, políticas específicas en cada caso. Estas categorías podrían ser las siguientes, las cuales se tratan en los acápites que se incluyen a continuación: 1) Acuíferos que, de acuerdo al concepto de “uso previsible”, no presentan amenaza de sobreexplotación, 2) Acuíferos que están en una condición objetiva de sobre explotación y desarrollar políticas específicas en cada caso, y 3) Acuíferos que, no estando en una condición actual de sobreexplotación, su uso real y previsible, permite suponer que en el futuro pudiera llegar a estarlo.

- Acuíferos sin riesgo de sobre explotación, será posible la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, según las normativas existentes.
- En los acuíferos en condición de sobre explotación comprobada, corresponderá impulsar Planes de Explotación Sustentable, con el concurso de los usuarios, sobre la base de la legislación existente. Dichos planes deberán considerar las siguientes componentes:
 - i. Programa de monitoreo y de medición y control de extracciones, incluyendo la instalación de medidores en los pozos que tienen derechos de aprovechamiento y la fiscalización efectiva y continua de las extracciones clandestinas.
 - ii. Organización de la correspondiente Comunidad de Aguas Subterráneas para la administración de las aguas subterráneas, de acuerdo a los derechos y la toma de iniciativas conducentes a la explotación sustentable del acuífero.
 - iii. Desarrollo de instrumentos de gestión (estudios hidrogeológicos, modelos, bases de datos, etc.), que permitan una toma de decisiones informada.
 - iv. Programa de reducción de los déficits, concordado por los distintos actores, orientado a alcanzar una explotación sustentable en plazos definidos. Dichos programas debieran considerar la reducción a prorrata de las extracciones, según los derechos de los distintos usuarios, de acuerdo a la normativa legal vigente, y nuevas alternativas, tales como: el cambio de fuentes de abastecimiento para ciertos usos, recarga de acuíferos, control de pérdidas, etcétera.
- En aquellos acuíferos en riesgo de sobre explotación corresponderá impulsar un Programa de Seguimiento, que permitan el establecimiento paulatino de medidas conducentes a una situación de plena sustentabilidad. En ese sentido, se debiera considerar, un programa de monitoreo y de medición y control de extracciones y, de acuerdo a las necesidades, complementarlo con el resto de las medidas sugeridas en relación con los acuíferos en condición de sobreexplotación comprobada.

5.4. La gestión del agua y el medio ambiente

5.4.1. Diagnóstico de la situación actual

En Chile, solo muy recientemente se ha comenzado a tomar conciencia de la importancia de la conservación del patrimonio ambiental para su desarrollo como nación y del papel que desempeña el agua en esa materia. Por eso, desde el siglo XIX, los ríos, vertientes, lagos y humedales, en general, se consideraron recursos que se podían explotar sin ninguna limitación de tipo ambiental. Así, se desecaron vegas y bofedales en el norte del país, y los principales cauces se utilizaron para el riego hasta el nivel de prácticamente agotar el escurrimiento en determinados tramos, que se denominan “secciones de los ríos”, situación que se presenta de la VII Región hacia el norte. Por otra parte, desde el punto de vista de la calidad del agua, aunque ya en 1916 se dictó una ley que prohibía la contaminación de las aguas, en la práctica no existió control de los vertidos a los cauces naturales. Además, desde el siglo XIX se introdujeron masivamente especies exóticas a ríos y lagos, comprometiendo seriamente la existencia de las variedades endémicas.

Todo lo anterior, ha generado una situación de deterioro histórico del patrimonio ambiental del país.

Adicionalmente, en las últimas décadas se ha producido una creciente demanda sobre los recursos hídricos, como consecuencia del crecimiento económico del país, lo cual genera numerosos procesos que, de manera sinérgica, gatillan una situación de menor disponibilidad del recurso hídrico en el medio natural y una disminución de su calidad ambiental. Entre dichos procesos podemos señalar los siguientes:

- Disminución de caudales superficiales, como resultado de un uso más intenso de los recursos explotados históricamente.
- Discontinuidad del escurrimiento natural y alteración del régimen hidrológico natural por efecto de la construcción de obras hidráulicas.
- Contaminación y eutroficación de las aguas, debido al aumento de la carga de nutrientes y de contaminantes de distinta naturaleza, provenientes de actividades agrícolas, industriales, usos domésticos, turísticos y acuicultura.
- Introducción de especies exóticas.
- Explotación de aguas subterráneas que alimentan sistemas ambientales, como vegas, bofedales, lagunas, etcétera.

Como resultado de estas prácticas históricas de larga data o de acciones recientes, se puede señalar lo siguiente, respecto de la actual situación ambiental en el país en relación al recurso hídrico:

- Zona Norte. Se puede observar una tendencia a la disminución del caudal superficial y perturbaciones en los acuíferos, por el aumento de los usos consuntivos (en especial minería y agua potable), y un aumento de la salinización de las aguas, como resultado de la disminución de los flujos y la elevada evaporación de esa zona, lo que se agrega a la elevada salinidad natural de muchos cauces (por ejemplo: los ríos San José y Copiapó). Lo anterior ha afectado a determinados humedales (vegas y bofedales) y a los ecosistemas asociados, e impactado negativamente la biodiversidad (por ejemplo: río Loa, salar de Punta Negra, salar de Coposa, salar de Ascotán, salar Lagunillas), con una disminución de la riqueza y abundancia de las especies acuáticas, incluso originando la extinción local de alguna de ellas (por ejemplo, camarón de río y pejerrey del norte en el río Loa).
- Zona Central y Norte Chico. En esta zona se presenta una tendencia a una disminución generalizada del caudal superficial por aumentos de los usos consuntivos

(en especial de la agricultura). Asimismo, se ha observado una disminución de la calidad del agua por un incremento del estado trófico de los cuerpos de agua, como consecuencia de las descargas de nutrientes provenientes de las aguas urbanas, (a pesar del tratamiento de las mismas), sumadas a aportes originados en la agricultura y la industria agropecuaria. Todo ello se manifiesta en los tramos terminales de varias cuencas hidrográficas y en la situación de algunos lagos y ríos costeros, que tienen un componente social relevante porque afectan actividades que dependen de la calidad ambiental de este tipo de sistemas (ej. pesca, turismo en lagos Lanalhue, Lliu-Lliu, laguna de Aculeo). Asimismo, en diversos cauces se presenta una alteración del régimen hidrológico natural por la existencia de obras hidráulicas que alteran la continuidad hídrica y el flujo natural de sedimentos y materia orgánica, con los consiguientes impactos ambientales.

- Zona Sur: Se ha observado un incremento de la carga de nutrientes derivados de actividades acuícolas (por ejemplo: lagos Chapo, Llanquihue, Rupanco, Puyehue, Ranco), sin que esto se traduzca en un aumento importante del grado de eutroficación de los ríos o lagos. Sin embargo, en esta zona, es preocupante la alteración ecológica producida por la introducción de especies exóticas, (por ejemplo truchas y salmones en ríos y lagos de las regiones IX, X, XI y XIV), algunas de las cuales han llegado a adquirir la condición de plagas, afectando la condición ecológica de los ecosistemas acuáticos y produciendo, en algunos casos, la alteración de los patrones de escurrimiento de las aguas (ej: castores en Región XII).

En este contexto, las políticas públicas se han orientado principalmente a no agravar con los nuevos proyectos el deterioro ambiental ya existente, mediante la implementación del Sistema de Evaluación Ambiental, el desarrollo de normativas para el control del vertido de residuos industriales líquidos a los cuerpos de agua, la modificación del Código de Aguas del año 2005, y el control de ciertas fuentes contaminantes. En este último aspecto, debe destacarse el éxito alcanzado en el control de la contaminación correspondiente a las aguas servidas urbanas, históricamente la principal fuente contaminante de los cursos de agua del país, las cuales de un tratamiento del 14% de los caudales efluentes el año 2000, se ha pasado a uno de aproximadamente el 80%.

Sin perjuicio de estos avances, se observan los siguientes problemas que es necesario solucionar:

- Como se ha señalado en el punto 5.2 sobre institucionalidad pública, en relación con la gestión de la calidad del agua y, en general, con los temas ambientales asociados al agua, existe una importante superposición, descoordinación y dispersión de competencias entre organismos del Estado. Esta situación resulta crítica, además, porque existen organismos donde la protección o gestión de la calidad del agua, es una tarea marginal, alejada de los objetivos centrales de las instituciones (por ejemplo, el MINSAL tiene que participar en la fiscalización de las plantas de tratamiento (rurales, domiciliarias) y recirculación de Riles).
- Existe una insuficiencia de la red de monitoreo de la calidad de las aguas de los cauces, acuíferos y lagos del país, en cuanto a cobertura, tecnología, frecuencia y parámetros a controlar, para tener un conocimiento adecuado de la situación actual y permitir un control efectivo de los temas de contaminación. Asimismo, se requiere desarrollar bases de datos centralizados que recojan la información generada por distintos organismos (DGA, DIRECTEMAR, SAG, etc.), en el marco de sistemas integrales de información de recursos hídricos. (Sobre este tema ver el punto 5.1 donde se desarrollan los aspectos de generación y manejo de datos).
- No existe en el país una definición clara de los objetivos de conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad, y de la relación entre dichos objetivos y las variables hidrológicas relacionadas (niveles, calidad, velocidad de flujos, etc.), te-

mas estos, estrechamente vinculados a la definición de caudales ecológicos, a los planes de monitoreo y fiscalización, y a las exigencias que debieran cumplir los proyectos en el marco del sistema de evaluación ambiental.

- En la casi totalidad de los cauces naturales del país, no se han definido los objetivos de calidad secundaria a través de la dictación de las normas correspondientes, lo que hacen inaplicables las normativas sobre el control de la calidad de las aguas naturales (planes de prevención, de descontaminación y de monitoreo)^[14].
- No se han desarrollado regulaciones relativas 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.
- Falta de políticas específicas que aborden, en forma progresiva, el tema de los pasivos ambientales acumulados. En especial, corresponde desarrollar las normas y políticas que permitan controlar el eventual impacto de los pasivos asociados a potenciales fuentes de contaminación (por ejemplo: residuos mineros).

5.4.2. *Propuestas de acción*

La solución de los problemas ambientales asociados a la gestión del agua es una materia compleja, que requiere de una aproximación realista que integre, en el marco de las cuencas hidrográficas, las distintas dimensiones que presenta el recurso hídrico y su aprovechamiento, materia que se trata en el punto 5.7.

Sin perjuicio de lo anterior, se proponen las siguientes líneas de acción, orientadas a abordar los desafíos específicos que se presentan en esta materia:

- De acuerdo a lo señalado en 5.2, se recomienda analizar e implementar una solución institucional, que integre en una sola entidad los temas relativos a la gestión de la calidad del agua y los aspectos ambientales asociados al recurso hídrico o, en su defecto, la creación de coordinaciones institucionales eficaces, con programas y financiamientos integrados. Al respecto, se considera que resulta especialmente urgente iniciar acciones con este propósito, en lo relativo a los programas de monitoreo, manejo de datos y fiscalización. Así, el monitoreo de la calidad del agua de cuerpos, cursos de agua y zonas costeras, debería ser realizada por una única institución (ej. DGA) y los análisis de laboratorio deberían ser realizados por laboratorios acreditados por el INN en cada región del país. Sobre este tema, es motivo de preocupación, la forma cómo se implementará la nueva institucionalidad creada entorno al Ministerio de Medio Ambiente, para que ello no signifique una nueva dispersión de responsabilidades, esfuerzos y recursos.
- Se requiere desarrollar un amplio Plan de Mejoramiento de la Red de Medición de la Calidad del Agua, y de manejo de los datos correspondientes en los términos reseñados en 5.1.2. Sobre este punto, es de interés destacar que las redes de medición mejoradas deberán estar orientadas a satisfacer los requerimientos específicos de las normas de calidad secundaria de los cuerpos de agua, para constituir un sistema de vigilancia efectivo del cumplimiento de dichas normas y de medición de los avances correspondientes. Asimismo, en 5.1.2, se ha señalado la importancia crítica de avanzar en la investigación en el diagnóstico de la situación ambiental de los cuerpos de agua en el país y de las relaciones entre

^[14] Las normas secundarias de calidad establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueden constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. Se definen a nivel de los distintos tramos de cauces.

los ecosistemas acuáticos y los recursos hídricos, para disponer de bases sólidas en la definición de los niveles de explotación de estos últimos, sin comprometer la sustentabilidad e integridad de los ecosistemas.

- Para superar las actuales debilidades de la gestión de las aguas, en relación con el medio ambiente en el país, resulta necesario desarrollar un importante esfuerzo en el ámbito normativo. Para ese propósito, se debiera fortalecer el liderazgo, capacidad técnica y recursos económicos asociados a la dictación de normas. Las principales normas y procedimientos que resulta urgente impulsar son:
 - Las normas secundarias de calidad en los distintos cursos y cuerpos de agua, considerando que dichas normas son, a su vez, fundamentales para determinar programas de monitoreo específicos, y para aplicar los instrumentos de gestión ambiental considerados en la legislación como son los planes de descontaminación. Al respecto, se considera inexplicable y limitante que consideraciones metodológicas acerca de la evaluación económica estricta de las normas, constituyan un obstáculo para la pronta existencia de un instrumento clave en el sistema de gestión ambiental adoptado por el país.
 - Definición de normas referidas al control de la contaminación de tipo difusa, en especial en el ámbito de la agricultura, considerando la influencia que pueden tener dichas actividades en los procesos de eutroficación de ríos y lagos, originada en los aportes de nutrientes.
 - Las metodologías de análisis del caudal ecológico, considerando los requerimientos ambientales específicos de los ecosistemas presentes en nuestro país. Para este propósito, se requiere de un enfoque integrado de tipo ecosistémico, que incorpore las propiedades básicas de la estructura y funcionamiento de los ríos y cuerpos de agua, así como los bienes y servicios ambientales relacionados. Sobre la base de lo anterior, se debiera desarrollar un programa realista y práctico de definición de los caudales ambientales a nivel de las principales cuencas, que permita homogeneizar y lograr una razonable evaluación de los caudales ecológicos en relación con la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas y la aprobación de proyectos de obras.
- En el plano legislativo, resulta urgente la dictación de las leyes y reglamentos que definan la modalidad de recuperación de los pasivos ambientales, en particular de aquellos asociados a la minería y su relación con la calidad de las aguas, incluyendo la fase de abandono de las faenas mineras en general.

5.5. Gestión de cauces y control de crecidas e inundaciones urbanas

5.5.1. Diagnóstico de la situación actual

Este sub capítulo plantea la importancia de discutir y analizar el estado de la gestión de los cauces, crecidas e inundaciones en Chile, tomando en cuenta los problemas que actualmente existen en el país en este ámbito. El documento considera tanto la gestión de los cauces naturales y su relación con las crecidas, como la gestión de las inundaciones urbanas. A continuación se presentan los principales problemas que se observan en relación a dichos temas:

5.5.1.A. Gestión de cauces naturales

a) Ausencia de una visión integral

Las prácticas de manejo de cauces naturales en el país apuntan principalmente a la solución de problemas locales, por ejemplo, para asegurar la asignación de dere-

chos de agua, regular la extracción de áridos, la construcción de defensas fluviales y las modificaciones de cauces por nuevas obras (puentes, descargas hídricas urbanas, etc.). Sin embargo, no existe en la institucionalidad vigente, ni por parte de la autoridad, una visión integral de gestión, a nivel de cuenca hidrográfica, que considere políticas de uso, desarrollo de infraestructura y manejo ambiental de los cauces naturales y sus riberas, que comprenda la totalidad de su extensión y su cuenca aportante. Cabe señalar que los problemas mencionados, derivados de una deficiente legislación y ordenamiento territorial y una ausencia de una gestión integrada de cauces naturales en el país, han generado en muchas ocasiones conflictos entre los diferentes usuarios del cauce, las comunidades aledañas y los servicios públicos. Al respecto se pueden observar frecuentes discrepancias entre las resoluciones de entidades tales como la DGA, DOH, Municipalidades y Juntas de Vigilancia (ver punto 5.2, sobre la Institucionalidad Pública).

b) Incertidumbre en relación con la delimitación de los cauces y el dominio público

Uno de los principales problemas para la gestión de cauces naturales en Chile surge de una inadecuada legislación, que adolece de falta claridad en la definición de la delimitación de los cauces naturales, y en una falta de reglamentación para el ordenamiento territorial del uso de suelos aledaños a los cauces naturales. Esta situación ha llevado a que, en la práctica, el uso de los terrenos ribereños en el país no responda necesariamente al nivel de riesgo de inundaciones que ellos tienen, lo cual lleva en muchos casos a situaciones de pérdidas materiales e incluso de vidas durante eventos de crecidas. Esta situación se extiende también al caso de cauces cordilleranos que pueden dar lugar a aluviones y flujos detríticos, cuyos efectos, por su complejidad, son más difíciles de predecir y controlar que las crecidas puramente líquidas. A lo anterior se debe agregar que en el país sigue siendo una práctica habitual el uso de los terrenos aledaños a los cauces naturales para la disposición de escombros, deshechos, y todo tipo de basuras.

c) Planes de control de crecidas centrados en las soluciones estructurales

Las prácticas actuales de control de crecidas se reducen principalmente a la construcción de defensas fluviales a nivel local y no ha existido, en general, una búsqueda de soluciones integrales que consideren la extensión total del cauce y que combinen obras de infraestructura con otras alternativas más flexibles y no estructurales para minimizar los riesgos de crecidas, tales como: planes de alerta, pólizas de seguro, regulación del uso del suelo, etcétera.

d) Ausencia de un control efectivo de la explotación de áridos

Otro aspecto negativo respecto al manejo de cauces naturales en el país, tiene que ver con las extracciones de áridos desde los cauces. Actualmente la regulación de esta actividad es realizada a través de las municipalidades, (las que tienen intereses económicos sobre esta actividad), con la supervisión técnica del Ministerio de Obras Públicas. Habitualmente los permisos de extracción de áridos se asignan sobre la base de estudios que no consideran el cauce de manera integral y por lo tanto no toman en cuenta la existencia de otras actividades de extracción, impactos a nivel de cuenca o variaciones del caudal debido a asignación de derechos de agua. Son conocidos los casos en que una extracción mal regulada ha conducido a graves problemas que afectan tanto al medio ambiente (por ejemplo, mal manejo de las riberas, alteración de hábitat, etc.) como a las infraestructuras emplazadas en los cauces (por ejemplo, degradación que afecta las fundaciones de puentes, sifones, obras de toma de canales, etc.). Es claro que la mayoría de los cauces naturales en Chile, particularmente aquellos que nacen de la Cordillera de Los Andes transportan gran cantidad de sedimentos que, en forma natural, tienden a depositarse en el valle central. Esta situación es acentuada por las extracciones de caudal, que obviamente disminuyen la capacidad de arrastre del flujo y desequilibra el balance sedimentológico del

cauce. Así, la explotación de áridos aparece como una actividad que permitiría manejar los cauces naturales, siempre y cuando ésta se realice de manera planificada, con el objeto de conservar la morfología del cauce y tomando en cuenta los efectos globales que ella tiene, particularmente sobre el medio ambiente del cauce y obras ribereñas.

e) Insuficiente información hidrológica, sedimentométrica y mecánico-fluvial

Una adecuada gestión de los cauces naturales requiere contar con la información necesaria para realizar estudios y diseños sobre datos confiables, representativos y de suficiente extensión. Si bien el país cuenta con registros fluviométricos suficientes, en muchos de sus principales ríos, es necesario sin embargo, mejorar ese aspecto, densificando y tecnificando la red de mediciones (registros satelitales en tiempo real). Por otro lado, el país tiene una muy deficiente red de estaciones sedimentométricas ya que las estaciones y registros existentes, son insuficientes para analizar adecuadamente los sistemas fluviales de importancia para el país. Sin duda, éste es un aspecto que debe mejorar en el más breve plazo (ver punto 5.1).

f) Aspectos de Operación de Obras Hidráulicas

En diciembre de 2008 se promulgó la Ley 20.304 sobre operación de embalses frente a alertas y emergencias de crecidas. Previamente, en mayo de 2008, la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica (SOCHID), había emitido un pronunciamiento dirigido a las autoridades encargadas de tomar decisiones acerca de esta Ley, señalando la escasa incidencia real en la solución de los problemas que se pretendía resolver con ella^[15].

Entre las razones señaladas se mencionó que los criterios vigentes de operación de vertederos de embalses ante crecidas aseguran que, salvo errores humanos extraordinarios, de los cuales afortunadamente no existen antecedentes históricos, los caudales descargados por las presas no superarán la magnitud de los caudales naturales afluentes a los embalses, por lo que los embalses no contribuyen a agravar la magnitud de las crecidas que se producirían en forma natural.

También se indicó que, en general, los embalses en Chile pueden contribuir sólo marginalmente al control de crecidas. Adicionalmente, los volúmenes de regulación disponibles actualmente son en general muy pequeños en comparación al volumen que representan las grandes crecidas.

Por otra parte, en el país, la operación en tiempo real de un embalse para control de crecidas es extremadamente compleja. En relación con este tema se debe considerar que las características geomorfológicas y de tamaño de las cuencas chilenas, generan una respuesta muy rápida de ellas ante la ocurrencia de una tormenta, con un pronunciado gradiente temporal de caudales durante la crecida. Esto origina que el tiempo de reacción del que disponen las instituciones y los operadores sea muy limitado, en algunos casos del orden de solo algunas horas. Asimismo las posibilidades técnicas de un pronóstico de precipitaciones a escala local y de carácter cuantitativo es limitada, y más reducida aún es la posibilidad de tener pronósticos hidrológicos cuantitativos suficientemente acertados y oportunos que entreguen, a partir de un pronóstico meteorológico, el hidrograma de los caudales.

En las condiciones antes señaladas, la recomendación técnica es generar reglas de operación del embalse sobre la base de determinadas variables de entrada que deben ser aplicadas por el operador.

[15] SOCHID - Minuta "Consideraciones en relación al Proyecto de Ley sobre operación de embalses frente a emergencias de crecidas", enviada al Presidente de la Comisión de Obras Públicas del Senado y de la Comisión de Obras Públicas de la Cámara de Diputados el 14 de mayo de 2008.

En este tema es importante destacar que a nivel mundial el tema de la seguridad de las represas y su operación sin generar daños es motivo de preocupación. Para ese propósito se establecen regulaciones que abarcan el diseño, la construcción, la mantención y operación de las obras. En este marco, el proyecto de ley aborda un aspecto limitado de una temática considerablemente más amplia.

Entre los aspectos específicos de la Ley, se estimó que se requería una definición más clara acerca del universo de embalses a los que se aplica, además de exigir un manual de operaciones para cada uno.

Otro aspecto a considerar es que la identificación de una obra de control por la autoridad, junto con la modificación de sus reglas de operación, debiera considerar la evaluación costo/beneficio de esa determinación.

También merece preocupación la gran cantidad de organizaciones involucradas en la declaración de alerta de crecidas, quedando la duda si acaso todas estas organizaciones poseen la capacidad técnica y de gestión para actuar oportunamente en una materia tan compleja y que requiere un conocimiento detallado del comportamiento de las cuencas.

La Ley de Embalses muestra la distancia entre los tomadores de decisión y la opinión especializada de los técnicos. Se estima que es un ejemplo que muestra la necesidad de avanzar en el mejoramiento de los procesos de gestión y coordinación en el sector de los recursos hídricos.

5.5.1.B. Gestión de inundaciones urbanas

En la actualidad, las principales ciudades del país y especialmente Santiago, se ven afectadas por inundaciones causadas por aguas lluvias, alterando su normal funcionamiento y provocando daño a las personas, viviendas, redes de transporte y a la calidad de vida en general. Se pueden señalar distintas causas que han ido agravando esta situación, pero es preciso reconocer una que ha incidido fuertemente en el problema actual generado por las aguas lluvias. Es la poca claridad, capacidad y recursos que tiene la institucionalidad vigente, para resolver un problema asociado a un déficit histórico de inversión.

Hasta finales de la década de los 80, el Servicio Nacional de Obras Sanitarias era la institución responsable en la práctica de los sistemas de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias, situación que fue modificada en 1988 cuando se dictó la Ley General de Servicios sanitarios (DFL N° 382 / MOP), que dejó fuera del ámbito de las creadas Empresas Sanitarias, el manejo de las aguas lluvias, no asignando claramente la responsabilidad del tema a ningún organismo del Estado.

Esta situación y el crecimiento de las ciudades, especialmente Santiago, hoy con más de 5 millones de habitantes, agravó un problema que ya existía debido al histórico déficit de inversión en el país para la solución de los problemas de aguas lluvias. Ante ello, en el año 1997 se aprobó la Ley 19.525 que regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en el país.

Este nuevo cuerpo legal estableció que *“el Estado velará porque en las ciudades y en los centros poblados, existan sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permitan su fácil escurrimiento y disposición, e impidan el daño que ellas pueden causar a las personas, a las viviendas y en general a la infraestructura urbana”*. Esta disposición, aunque positiva en su concepto e intención, está redactada de manera tal, que ha dado lugar al inicio de una judicialización del tema, en perjuicio del erario nacional, ya que es imposible que el Estado “impida” el daño a las personas por efecto de estos eventos.

Asimismo, la Ley 19.525 obligó a realizar los Planes Maestros de Aguas Lluvias para todas las ciudades del país con más de 50.000 habitantes, con lo cual se diagnosticó

y se dimensionó el problema, se cuantificaron algunas alternativas de solución y se creó una nueva herramienta de planificación de estos temas en dichas ciudades.

No obstante estos avances, se identifican los siguientes problemas que restringen los logros en esta materia:

a) Planes maestros de aguas lluvias

Dada la escala de trabajo y los necesarios deslindes territoriales de los planes maestros de aguas lluvias, varios de éstos se elaboraron no considerando totalmente todas las influencias aguas abajo, analizando fundamentalmente soluciones de conducción y no considerando, para escalas territoriales más pequeñas, alternativas locales de otras técnicas de control y manejo en la fuente de los caudales de aguas lluvias. En este sentido, las macro soluciones planteadas en los planes maestros de aguas lluvias, son susceptibles de optimización, al considerarse extensiones territoriales más reducidas y propias de proyectos de urbanización específicos y al coordinarse con planes maestros de cauces propiamente tales. En este sentido, el SERVIU del MINVU y la DOH del MOP, han estado abordando algunos de estos aspectos en los casos de proyectos específicos de urbanización sujetos a su aprobación.

b) Necesidad de financiamiento

El elevado monto que supone el financiamiento de las obras de aguas lluvias requeridas, estimado en más de 2.500 millones de dólares (al año 2004), y la falta de disposición del total de dicho presupuesto por parte del Ministerio de Obras Públicas y del Ministerio de la Vivienda, constituye un serio impedimento para la realización de las mismas.

Si bien con la dictación de la Ley 19.525 se avanzó en la elaboración de planes maestros para abordar, con las respectivas herramientas de planificación, el problema de las inundaciones urbanas, ella no consideró la fórmula para el financiamiento de las obras correspondientes. Actualmente el Ministerio de Obras Públicas, a través de su Dirección de Obras Hidráulicas, contempla en su presupuesto anual limitados fondos para la construcción de colectores de aguas lluvias y ha ido, en los últimos años, materializando algunas obras para dar solución a los puntos más conflictivos de los problemas de inundaciones en las distintas ciudades del país. Con la actual asignación anual de fondos para aguas lluvias que dispone la Dirección de Obras Hidráulicas, la solución a las inundaciones urbanas tardaría muchos años, razón por la cual el Ministerio de Obras Públicas ha analizado algunas alternativas de financiamiento y en base a ellas estudia la elaboración de un proyecto de Ley que le permita incorporar el tema del financiamiento para nuevas obras. Conviene señalar que con la construcción de nuevas obras, surge adicionalmente la necesidad del mantenimiento correspondiente, por lo que las alternativas de financiamiento analizadas deben incluir este ítem presupuestario con el objeto de lograr la correcta operación y mantención de los sistemas.

c) Ausencia de mecanismos legales efectivos para la recuperación o reemplazo de la red de drenaje natural

En las ciudades medianas o grandes resulta frecuente que la red de drenaje natural ha sido motivo de un proceso de reducción o de integración a nuevas urbanizaciones. Así, en esas zonas, para la implementación de los Planes Maestros de Aguas Lluvias y para una efectiva solución a los problemas de aguas lluvias existentes, se requieren procedimientos legales efectivos que permitan resguardar y eventualmente recuperar la red de drenaje natural original o encontrar soluciones técnicas alternativas que tiendan a lograr la funcionalidad original de la red de aguas lluvias natural, mediante nuevos sistemas de control y evacuación. De otro modo, los sistemas de evacuación de las aguas lluvias de los sectores de aguas arriba no permiten un flujo seguro hacia los cauces principales y hacia los sistemas de aguas abajo, manteniéndose los problemas de las inundaciones en exten-

tos sectores. Un caso crítico y típico de estos aspectos lo constituye el área urbanizada nororiente de la Región Metropolitana.

d) Integración de sistemas de aguas lluvias y servidas

Ha estado en discusión hace algún tiempo, la consideración de integrar como alternativa, los sistemas de aguas lluvias con los sistemas de aguas servidas, incluyendo el tratamiento y vertido a los medios receptores. Este tipo de soluciones alternativas, requiere abordar y solucionar diversos aspectos técnicos y económicos, que por su complejidad y variadas consecuencias, no han permitido alcanzar un consenso dentro de los sectores técnicos e institucionales a los que les compete estas materias.

5.5.2. *Propuestas de acción*

Es importante destacar como cuestión previa, que en este párrafo se omiten algunas propuestas que ya han sido planteadas en otros puntos del presente informe. Así, la solución de los problemas detectados supone avanzar en materias relacionados con la obtención y gestión de información y la generación de conocimiento, según lo que se indicó en el punto 5.1, y con la superposición de funciones entre instituciones públicas analizados en 5.2.

Adicionalmente, es necesario destacar que varias materias que se presentan a continuación, mantienen una estrecha relación con las propuestas sobre gestión integrada de recursos hídricos desarrolladas en el punto 5.7, donde se tratan en forma más amplia.

Sin perjuicio de lo anterior, se proponen las siguientes líneas de acción específicas:

- Se hace necesaria en el país la generación de Planes Maestros de Cauces Naturales, como instrumentos básicos de gestión en aquellos cursos naturales que presenten una elevada presión como consecuencia de la actividad humana. Dichos planes debieran permitir realizar las siguientes actividades con una visión integrada (ver punto 5.7):
 - Delimitar claramente la superficie del cauce, distinguiendo los terrenos que corresponden al dominio público, de aquellos de propiedad privada.
 - Establecer zonificaciones de los terrenos ribereños, independientemente de su propiedad, incorporando regulaciones de acuerdo al riesgo, identificando las zonas inundables y los efectos sobre el terreno urbano.
 - Coordinar en el marco del cauce las acciones de carácter estructural y no estructural orientadas al control de las crecidas.
 - Establecer los criterios y normativas que aseguren el equilibrio mecánico-fluvial de los cauces naturales, incluyendo los temas de explotación de áridos.
 - Establecer criterios y regulaciones relativas a la conservación de los ecosistemas ribereños y bienes ambientales asociados.
- Las herramientas de planificación contenidas en los Planes Maestros de Aguas Lluvias vigentes, deben actualizarse periódicamente para estar al día con las nuevas tecnologías y la dinámica urbanística de las ciudades. En la aplicación de estas herramientas de planificación a nuevos proyectos de urbanización, las instituciones responsables de la aprobación de estos proyectos (SERVIU, DOH, Municipalidades), deben intensificar el uso de las optimizaciones técnicas en curso, para considerar otras alternativas técnicas más efectivas y durables para un adecuado control de las aguas lluvias en las fuentes, y que hayan tenido éxito

demostrado en la realidad concreta del país. Del mismo modo, estas instituciones deben disponer de las herramientas legales y técnicas para asegurar soluciones efectivas al problema de la recuperación de la funcionalidad de las redes naturales de drenaje en sectores críticos de las ciudades.

- Es urgente resolver el tema del financiamiento de los sistemas de control de las inundaciones urbanas. Aunque ya se han discutido diversas alternativas en el Congreso Nacional, aún no se ha logrado un acuerdo, lo que restringe el avance en la implementación de las soluciones estudiadas.

5.6. Organizaciones de usuarios

5.6.1. *Diagnóstico de la situación actual*

Se considera que el tema de las Organizaciones de Usuarios de Aguas es de gran importancia, porque de estas instituciones depende la actividad de captación de los recursos de aguas que requieren los titulares de derechos, así como su conducción y distribución de manera permanente en el tiempo. Esta labor, que se lleva a efecto durante las 24 horas del día y durante todo el año de manera ininterrumpida, permite que aquellas personas y empresas que dependen del agua, ya sea para producir bienes o servicios, puedan contar con ella de manera segura, en conformidad con los usos y derechos de cada uno de ellos.

Es así como estas organizaciones se vinculan a la economía nacional, al suministrar en forma oportuna y segura, un insumo que es esencial para todo tipo de actividades productivas.

Vista la importancia que tienen las organizaciones de usuarios, a continuación se presentan las áreas donde se observan falencias que es conveniente corregir, tanto en las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas como en las Juntas de Vigilancia:

a) Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas

- Debilidad de las bases de datos de las organizaciones relativas a los derechos de agua. Al respecto, por falta de actualización y de adecuados sistemas de seguimiento, se observan discrepancias entre los Registros de Accionistas y la información que poseen los Conservadores de Bienes Raíces en su Registro de Aguas, lo que puede afectar el respeto de los derechos de los usuarios.
- Contaminación del agua al interior de los canales. Este problema compromete la posibilidad de control de la calidad del producto final asociado al aprovechamiento del agua, tema con fuertes implicancias sanitarias y económicas para los usuarios.
- Escaso desarrollo en el país de la distribución volumétrica de las aguas al interior de las redes de canales de regadío. Sin perjuicio de que la distribución de los caudales en porcentajes fijos presenta numerosas ventajas (facilidad de operación, costos, seguridad, etc.), en ciertos casos la distribución volumétrica puede traer beneficios que no están siendo plenamente aprovechados por los usuarios.
- Baja capacidad de gestión de las organizaciones de menor tamaño. Por razones de escala, frecuentemente estas organizaciones presentan graves dificultades operativas, resultándoles imposible mantener equipos técnicos mínimos para asumir las atribuciones que la ley les entrega (se estima que el tamaño mínimo del área de riego servida que permite la estructuración de una operación eficiente alcanza a 10.000 há).

b) Juntas de Vigilancia

- Ausencia de sistemas de medición de los caudales en tiempo real. En este tema, en los últimos 15 años se han tenido sostenidos avances, en especial mediante la actividad conjunta de la DGA y los usuarios, de modo tal que en la actualidad existen más 100 estaciones instaladas en canales y operadas a través del sistema satelital por la DGA, lo que significa una mejora sustantiva en la calidad de la distribución de las aguas de un río. No obstante lo anterior, en la mayoría de los canales la medición de los caudales, aún es muy precaria.
- Falta de integración a las Juntas de Vigilancia, de las empresas eléctricas que explotan centrales hidráulicas. En la actualidad, salvo excepciones, las empresas eléctricas no participan en las Juntas de Vigilancia, generándose en ocasiones, conflictos entre regantes y generadoras, perdiéndose oportunidades para efectuar una mejor gestión de los recursos. Al respecto, resulta conveniente promover e incentivar su incorporación, con el propósito de que se traten en una misma mesa, todos los problemas correspondientes a las aguas de la cuenca. De igual modo ello conduce al cumplimiento cabal de la Ley, ya que dicha incorporación es obligatoria.
- Baja capacidad técnica y administrativa de las Juntas de Vigilancia. Esta situación, con algunas excepciones, se presenta en numerosas Juntas de Vigilancia. Al respecto, es crítico el hecho de que en muchos casos no se cumple la disposición de la legislación de aguas que obliga que la función de Juez de Aguas o Repartidor General de las aguas del río sea llevada a efecto por un Ingeniero Civil. Cabe recordar que dicha disposición señala que solamente podrá cumplir esta función, alguien que no tenga este título profesional, si existiere unanimidad entre los miembros del Directorio para que ello, no sea así.

5.6.2. Propuestas de acción

En relación con las limitaciones señaladas, se presentan distintas propuestas que, en algunos casos, buscan crear nuevas atribuciones legales para atender los nuevos desafíos que han surgido y, en otros, fomentar la modernización del funcionamiento de las organizaciones.

- Una primera línea de acción es la promoción de la profesionalización de los equipos de trabajo, ella considera los siguientes aspectos:
 - Como se ha señalado, los principales problemas que se presentan en el funcionamiento de las organizaciones, se asocia a su reducido tamaño (existen catastrados del orden de los 14.000 canales en el país). Así, se estima que el mejoramiento de su capacidad de gestión y su organización administrativa, se requiere de un proceso de unificación, lo que no significa promover la disolución de las organizaciones sino tender a su federación, de modo que varias organizaciones chicas formen una organización más grande. Ello tendría la ventaja de aumentar notablemente su capacidad para enfrentar gastos generales y desafíos tecnológicos, sin perder su identidad, pudiendo ejercer todas sus potestades jurisdiccionales de acuerdo con la costumbre y con la Ley. Al respecto cabe destacar que se ha estimado que el tamaño mínimo de un sistema de riego que permite disponer de una organización adecuada alcanza a las 10.000 há.
 - Una segunda iniciativa en esta línea de acción se refiere al fortalecimiento de la fiscalización por parte de la DGA que establece la legislación. Al respecto, se debe recordar que la legislación de aguas establece un conjunto de obligaciones con el propósito de garantizar a todos los usuarios un adecuado nivel

de funcionamiento de las organizaciones (asamblea anual, registros, etc.), entre las cuales se encuentra la exigencia de la calidad profesional del Juez de Aguas (a menos que existiere unanimidad entre los miembros del Directorio para que ello no sea así).

- Además, se estima necesaria la promoción de esfuerzos coordinados entre el sector público y privado, para desarrollar planes de capacitación sobre los temas de administración de las aguas. Al respecto, resulta inconcebible que, con la importancia que tiene el aprovechamiento de los recursos hídricos para el desarrollo del país, el personal encargado se siga generando sin una capacitación técnica formal.
- Solución de situaciones legales que restringen integración de todos los usuarios de aguas a las Juntas de Vigilancia: Como se ha señalado, en la práctica, la gran mayoría de los usuarios de agua no consuntivos (hidroeléctricas), no están incorporados a las Juntas de Vigilancia, lo que contribuye a generar una situación de conflictividad y restringe las posibilidades de colaboración con beneficios para todos. Esta situación se produce debido a que es una materia que no está adecuadamente resuelta en la legislación actual, de manera que la obligación legal se transforma en letra muerta. Por lo tanto, se hace conveniente estudiar fórmulas que permitan la integración de todos los usuarios, sin que ello afecte los equilibrios entre los distintos tipos de usuarios y de garantías de trato equitativo para todos.
- Revisión de la actual normativa sobre organizaciones de usuarios: Las normas que definen las atribuciones y funcionamiento de las organizaciones de usuarios son muy antiguas; presentan distintos aspectos que debieran ser motivo de revisión para adecuarlas a los desafíos y exigencias de la actualidad. Así, por ejemplo, resulta evidente que las organizaciones podrían desempeñar un importante papel en el control de la contaminación de las aguas al interior de los sistemas de conducción y de distribución y en su vigilancia en los cauces naturales. Además, las modalidades de funcionamiento administrativo, la formas de rendición de cuentas y de participación de los usuarios, así como otras diversas disposiciones, requieren ser adecuadas a las prácticas y requerimientos actuales. De acuerdo con lo anterior, se propone que se realice una revisión sistemática de la legislación actual sobre la materia, con la participación de los usuarios y diversas instancias del aparato del Estado.
- Mejoramiento de la infraestructura de distribución: En la actualidad existen planes del Estado e instrumentos específicos de apoyo a los particulares que buscan incentivar el mejoramiento de la infraestructura de los canales administrados por las organizaciones de usuarios, como es el caso de la Ley de Fomento al Riego.

Sería conveniente considerar de manera especial en dichos instrumentos, el apoyo al cambio tecnológico en la gestión de los sistemas de riego, en dos aspectos:

- Promover la masificación del uso de sensores electrónicos de nivel, que controlen los caudales, tanto del río como de captación en las bocatomas y la transmisión posterior en tiempo real de los datos correspondientes, en forma similar a los programas ya desarrollados en ciertas cuencas en el marco de acuerdo entre las organizaciones de usuarios y la DGA. Al respecto los estudios realizados entregan una elevada rentabilidad a dichas inversiones, con valores de la TIR del orden del 30%.
- Promover la distribución volumétrica del agua, en los casos que presenten condiciones favorables para ello, como una forma de optimizar el uso del recurso y dinamizar el mercado de aguas.

5.7. La gestión integrada de los recursos hídricos

5.7.1. Diagnóstico de la situación actual

En Chile, se ha buscado generar ordenamientos institucionales en los que cada sector de actividad tiene un marco regulatorio definido, con incentivos adecuados para una gestión eficiente de los recursos en su campo específico de actividad. En el caso del agua, dicho marco jurídico-económico se ha demostrado en general adecuado, desde el punto de vista del fomento a la inversión en proyectos productivos asociados al recurso hídrico y de la promoción de un uso eficiente de dicho recurso a nivel de los usuarios individuales. Sin embargo, se observan todavía, numerosos problemas que se manifiestan en forma relativamente aguda en la interacción entre distintas normativas y acciones sectoriales asociadas al agua.

Entre estos problemas, cabe mencionar los siguientes:

- Usualmente, los recursos hídricos del país son utilizados en forma sucesiva por distintos usuarios a lo largo del curso de los ríos, llegando en algunos casos a realizarse extracciones, básicamente de los mismos recursos, en más de tres ocasiones en un mismo curso de agua. Esto se explica porque solamente una fracción de los caudales extraídos son efectivamente consumidos en sus diferentes usos, retornando el resto al sistema, a través de los llamados “caudales de retorno o derrames” o por medio de la percolación hacia los acuíferos, permitiendo de ese modo su re-uso. La conformación geomorfológica y geológica de los valles favorece esta modalidad de aprovechamiento. Así, los cambios en la intensidad del aprovechamiento de los sectores de aguas arriba, generan afectaciones directas e indirectas en los aprovechamientos del recurso hacia aguas abajo, por ejemplo por cambios en la eficiencia de riego en conjunto con la ampliación de las zonas regadas, o la modificación del destino o modalidad de aprovechamiento de los derechos de agua. Este fenómeno genera externalidades que no están consideradas en el ordenamiento legal y que pueden ser motivo de importantes y complejos desequilibrios en las cuencas; desequilibrios que no tienen instancias institucionales para ser analizados y resueltos. Al respecto, conviene destacar que las superficies de riego entre la III y la V Región entre los años 1997 y 2007, se han incrementado aproximadamente en un 38% como resultado de un uso más intenso de los recursos hídricos, lo que pudiera provocar externalidades como las descritas^[16] hacia aguas abajo.
- La evolución del balance entre ofertas y demandas de agua a nivel de cuencas (o grupos de sub cuencas), presenta cambios, a lo largo del tiempo, que dependen de numerosas decisiones de actores del ámbito público y privado. En el ámbito público, dichas decisiones se refieren a iniciativas tales como: grandes proyectos de riego de interés regional, planes de desarrollo urbano, reserva de áreas protegidas, planes de fomento productivo, desarrollo de sectores turísticos y otros. Por su parte, en el ámbito privado se consideran iniciativas tales como: desarrollos mineros, proyectos agroindustriales, desarrollos inmobiliarios, proyectos de energía, y otros. La ausencia de visiones compartidas de largo plazo, entre las entidades reguladoras y quienes, desde el ámbito privado o público toman iniciativas sobre las demandas y ofertas del recurso hídrico, constituyen una fuente de numerosos conflictos y generan pérdidas económicas, incertidumbres, riesgos y desincentivos en las inversiones, que sería conveniente evitar o a lo menos minimizar.

[16] Sobre esta materia no existen investigaciones sistemáticas en el país. En el punto 5.1 se incluye entre las materias que debieran ser investigadas.

- La práctica corriente en el país de administrar los recursos hídricos a nivel de tramos de río (“secciones”), en lugar de hacerlo a nivel del río completo, más allá de su fundamentación histórica y sus méritos para asumir las tareas de distribución de las aguas entre los usuarios, presenta evidentes limitaciones para tratar materias que por su naturaleza afectan al conjunto de las secciones de un río en su totalidad, como son los problemas de contaminación, de inundaciones, de sequías, la interacción entre aguas superficiales y aguas subterráneas y la formulación de proyectos de obras de regulación, entre otros. En todos esos casos, las iniciativas desarrolladas a nivel de una sección resultan ineficaces y muchas veces no son factibles.
- Las condiciones geomorfológicas y geológicas de las cuencas en el país, con fuertes pendientes, estrechamientos rocosos localizados y valles estrechos, hace que la interacción entre las aguas subterráneas y superficiales sea extremadamente activa. De este modo, a lo largo de su recorrido, en los ríos se observan sectores donde las aguas superficiales recargan los acuíferos y, a la inversa, en otros donde las aguas subterráneas se manifiestan en vertientes y afloramientos hacia los cauces. (Estos procesos suelen denominarse “pérdidas y recuperaciones”). No obstante el carácter hidrológicamente unitario del recurso hídrico, que se manifiesta indistintamente como un recurso superficial o subterráneo, en la práctica su regulación legal está concebida para que sea gestionado en forma independiente. Estas circunstancias generan conflictos por las interacciones no reguladas entre aguas superficiales y subterráneas, restricciones administrativas y legales que entorpecen o limitan la implementación de soluciones técnicas y económicas eficientes e inducen a un desaprovechamiento general de las enormes ventajas del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.
- La gestión de la calidad de las aguas de una cuenca, involucra a numerosos actores. Entre ellos se puede señalar:
 - Aquellos que tienen interés en la conservación de las aguas, libres de contaminantes, sea por razones ambientales, sanitarias, productivas (industrias, agricultura, sanitarias, acuicultura, etc.) o recreacionales, entre otras.
 - Aquellos relacionados con potenciales fuentes contaminantes, como es el caso de industrias, mineras, agricultores, sectores urbanos, entre otros.
 - Numerosos organismos del Estado con facultades regulatorias que se relacionan, directa o indirectamente con la calidad del agua (por ejemplo: MINMA, MINAGRI, MINSAL, SISS, DGA, SERNAPECA, SERNATUR, CONAF, SERNA-GEOMIN, etc.).

En la actualidad, las únicas instancias de coordinación existentes en esta materia se relacionan con la dictación de las normas secundarias de calidad de agua en ciertos ríos, aspecto éste que está en proceso. Por esa razón, no existen en el país políticas coherentes y consensuadas relativas a la gestión de la calidad del agua a nivel de las cuencas, ni instancias establecidas que permitan su formulación y seguimiento. Así, el tema se manifiesta a la opinión pública con motivo de conflictos o denuncias específicas y esporádicas sobre daños ambientales o perjuicios locales de distinta índole. Sin lugar a dudas, esta situación constituye una debilidad potencial desde el punto de vista sanitario, ambiental y productivo.

- El actual marco institucional en el país favorece el desarrollo del recurso hídrico exclusivamente para fines sectoriales independientes y hace difícil el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de uso múltiple. Una prueba de lo anterior es que los proyectos en operación, concebidos con una visión de uso múltiple, fueron iniciativas tomadas hace más de 40 años (Laguna de Maule, Lago Laja, canal Teno-Chimbarongo). Sólo en años recientes, en distintos proyectos de riego de

interés regional, se ha buscado incorporar la producción de energía como un beneficio adicional; sin embargo, su concepción de origen ha sido fundamentalmente sectorial, ya que se ha priorizado el riego y no responde a una optimización multipropósito. Considerando que, de acuerdo a la experiencia mundial, frecuentemente los proyectos multipropósito presentan mayores beneficios, se infiere que los enfoques sectoriales prevalecientes en Chile podrían significar una pérdida de oportunidades, que sería interesante revertir.

- El comportamiento de los sistemas de recursos hídricos en ocasiones presenta una estrecha relación con iniciativas que se toman a nivel de cuenca, en temas tales como el uso del suelo, la cobertura vegetal y la actividad agrícola, ya que ellos afectan importantes variables hidrológicas. Ese es el caso de:
 - La magnitud de las crecidas, considerando que ellas dependen directamente del uso y manejo dado al suelo en las cuencas aportantes.
 - La contaminación de aguas superficiales y subterráneas, que se relacionan directamente con el desarrollo de las ciudades e industrias y las prácticas agrícolas (fertilizantes, pesticidas).
 - La erosión y el transporte de sedimentos, que se relacionan con la cubierta vegetal, las obras hidráulicas y el manejo de la cobertura vegetal y del cauce.
 - La recarga de acuíferos, considerando que en muchos acuíferos del país su recarga puede ser alterada en forma significativa por actividades humanas (revestimiento de canales, cambio en prácticas agrícolas, canalización de cauces, urbanización, etc.).

En la actualidad, las decisiones sobre dichas materias presentan un nivel de coordinación muy limitado, en relación con los impactos que ellas pudieran generar en los sistemas hidrológicos, cuestión que, en una perspectiva de mediano y largo plazo, puede traer problemas de difícil o muy costosa solución.

- Los planes de conservación ambiental y de la biodiversidad asociada al agua, por su propia naturaleza, suponen una visión sistémica, que involucran la gestión integral de los recursos hídricos y el medio ambiente relacionado. Así, para su formulación y materialización, deben considerar a muy diversos actores, que se relacionan con: el aprovechamiento productivo del agua y su regulación, la gestión de la calidad del agua, y la gestión ambiental; y con entidades que se relacionan con el uso del cauce y sus riberas, entre otros. De este modo, el desarrollo de políticas ambientales efectivas a nivel de las cuencas, requiere un nivel de coordinación entre distintos actores que no se presenta adecuadamente en el país.
- Tal como se ha señalado en 5.5, los problemas de control de crecidas e inundaciones y manejo de cauces, presentan causas y consecuencias complejas que requieren para su solución del concurso de numerosas normativas y de distintos agentes, actuando coordinadamente con una visión integrada. En ausencia de dicha visión integradora, se presentan desequilibrios y externalidades no solucionadas que pueden comprometer gravemente las actividades desarrolladas entorno a los cauces, como se indicó en dicho acápite.

5.7.2. *Propuestas de acción*

Los problemas indicados y explicados en 5.7.1, no son exclusivos de la gestión del agua en Chile. Ellos corresponden a temas y problemas presentes en muchas partes del mundo, donde buscan ser resueltos a través de una aproximación más sistémica que la gestión tradicional del agua. A este tipo de acción y modalidad de enfoque se le denomina habitualmente “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”.

Desde el punto de vista de la disciplina de la Hidrología, este enfoque sistémico es obvio, y usualmente se expresa, incluso pictóricamente, en lo que se denomina tradicionalmente “ciclo hidrológico” y “ciclo de escorrentía”, que conceptualmente interrelaciona todas las variables y procesos hidrológicos en un “sistema” de interés que es la cuenca. El enfoque de “Gestión Integrada de Recursos Hídricos”, correspondería, entonces, a una extensión de dicho concepto, en que las interrelaciones que se generan por las acciones de aprovechamiento y control del recurso hídrico, se acoplan y se superponen a dicho “ciclo” natural, por efecto de las mencionadas acciones del hombre, en el contexto ambiental de los ecosistemas relacionados.

En Chile, la necesidad de generar instancias de coordinación a nivel de las cuencas, distintas de las existentes, ha estado presente desde hace más de 20 años. Así, por ejemplo, en la Comisión del Senado que estudió la modificación del Código de Aguas de 2005, hubo acuerdo para que dicha materia fuera considerada en un futuro proyecto de ley.

Adicionalmente, los problemas existentes en algunas cuencas del país, han llevado en años recientes a la formación de diversas “Mesas del Agua”, con participación de entidades tanto del sector público como privado, lo que se puede entender como una fase inicial de un plan de “Gestión Integrada de Recursos Hídricos”.

Así, para el país existe la necesidad de abordar el tema de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos a la brevedad, con el propósito de enfrentar los problemas señalados en el presente diagnóstico.

Por otra parte, la complejidad del tema hace conveniente estudiarlo en profundidad sobre la base de las experiencias nacionales e internacionales existentes, con el fin de identificar las modalidades que resultan más adecuadas y realistas para las características de la gestión de los recursos hídricos del país. Al respecto, resulta fundamental que una iniciativa en esta línea, no constituya una limitación o una amenaza a los avances que se han alcanzado en diversas áreas, sino que, por el contrario, contribuya al perfeccionamiento y desarrollo de los logros sectoriales.

De acuerdo con lo anterior, se estima necesario elaborar una propuesta específica más desarrollada sobre este tema en una segunda fase de este trabajo. Dicha propuesta debiera definir con precisión, los objetivos de la gestión integrada de los recursos hídricos en el contexto nacional, los alcances de los temas que debiera abordar, y los aspectos institucionales, funcionales e instrumentales para su implementación.

En todo caso, preliminarmente, se considera que la gestión integrada de recursos hídricos en el país debiera:

- Constituir una instancia de análisis, de coordinación y de toma de decisiones acordadas sobre los distintos aspectos que involucra la gestión del agua en las cuencas, y que no quedan resueltos en el ámbito estrictamente sectorial, dentro del marco institucional vigente.
- Generar visiones de mediano y largo plazo acerca de los problemas y de la evolución de las cuencas, que sean compartidas por los distintos actores, y que ayuden a orientar las decisiones de diversa índole, tanto públicas, como privadas.
- Contribuir al uso coherente de los instrumentos regulatorios y de promoción que dispone el Estado (por ejemplo, Ley de Fomento al Riego, apoyo de INDAP al riego campesino, etc.), en el marco de las cuencas hidrográficas del país.
- Permitir la formulación y desarrollo de iniciativas intersectoriales o interinstitucionales que sean de interés común en relación al recurso hídrico.

ANEXO

ANTECEDENTES SOBRE LA HISTORIA DE LA INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA

Institucionalidad durante la Colonia

La institucionalidad durante la Colonia se reducía esencialmente a la del Gobernador, representante del Virrey del Perú y a la del Presidente de la Real Audiencia, en lo que se refería a la constitución de mercedes de aguas para diferentes usos. La distribución de las aguas en determinados sectores donde había escasez, residía en los Jueces de Aguas, nombrados ya sea por el Gobernador o por el Cabildo. De igual modo, este último se hacía cargo de la ejecución de las obras de abastecimiento de agua para las ciudades. La administración y distribución de estas aguas recaía también en Jueces o Alcaldes de Agua, como también se les denominó, dado que ambos términos eran sinónimos. Muchas disposiciones legales que afectaban a las mercedes y a la distribución de las aguas se encontraban contenidas en las Leyes de Indias, y otras de aplicabilidad más directa, en disposiciones y dictámenes de los Cabildos.

Institucionalidad de los primeros años de la República

El orden de cosas señalado en el párrafo anterior, se mantuvo en los primeros años de la República, siendo reemplazados el Gobernador de la Capitanía General de Chile y el Presidente de la Real Audiencia en el otorgamiento de mercedes de agua, por el Presidente de la República, los Intendentes y los Gobernadores en representación de éste. En cuanto a la distribución de las aguas, ésta continuó en manos de los Jueces de Aguas, quienes eran nombrados por los Intendentes. Finalmente las disposiciones legales que ordenaban el uso de las aguas, siguieron siendo, al inicio de la República, aquéllas que disponían las Leyes de Indias, con algunas modificaciones realizadas a dichas disposiciones por el Senado Consulto en la época del Director Supremo don Bernardo O'Higgins y, después de éste, por el Congreso Nacional.

Así es como la primera disposición legal referente a las aguas que fuera promulgada en el período republicano, fue el Decreto Supremo dictado por don Bernardo O'Higgins el 18 de noviembre de 1819 en conformidad con el Senado Consulto del 5 de noviembre del mismo año. Dicha disposición legal se refería a la definición del caudal que correspondía a "un regador de agua". Todo ello se hizo necesario e imprescindible para poder licitar las obras del canal San Carlos y poder proceder al término de esta gran obra de riego.

Finalmente, la República se dio su propia legislación de aguas, incorporándola en su primer Código Civil, que fuera promulgado en diciembre de 1855. En cuanto a la resolución de conflictos relacionados con el agua, estos fueron vistos siempre por los Tribunales de Justicia, en todas aquellas controversias que no pudiera resolver directamente el Juez de Aguas competente, y en aquellos ríos donde hubiere uno.

Posteriormente a la promulgación del primer Código Civil, y entre 1872 y 1875, se produjo la promulgación por parte del Presidente de la República de numerosas ordenan-

zas en diversos ríos de Chile con el fin de ordenar su distribución, debido a que en ellos ya se estaba notando escasez en determinados períodos, habiéndose iniciado ya en muchos de ellos la distribución proporcional o por turnos. Posteriormente se continuó ordenando tanto la distribución de las aguas como el otorgamiento de nuevas mercedes con la promulgación del Código de Procedimiento Civil el año 1902 y leyes de Municipalidades de 1887 y 1891.

Desde el punto de vista de la institucionalidad, es importante destacar dichas ordenanzas en cuanto a la creación de las Juntas de Vigilancia. Si bien, el nombramiento de los jueces de aguas, sigue recayendo en la autoridad del Presidente de la República, estas Juntas de Vigilancia fueron nombradas expresamente para acordar la distribución de las aguas en los cauces naturales. Estaban constituidas por todos los representantes de los canales que extraían las aguas de un determinado cauce natural. Con ello, se inician en Chile los primeros intentos para organizar a los usuarios de aguas entorno a funciones de distribución del recurso.

Ello se produce junto con el reconocimiento oficial, por parte de la autoridad máxima del país, del agotamiento de determinadas fuentes naturales, como es el caso de muchos ríos de la zona central y norte de Chile.

Época Contemporánea

La economía del país es objeto de un fuerte impulso a comienzos del siglo XX, lo que presiona fuertemente sobre la disponibilidad de los recursos de agua, impulsando al Estado a abandonar su rol pasivo en la materia creando la “Inspección General de Regadío”, dependiente de la Dirección de Obras Públicas, el año 1915. Dicha repartición pública tuvo como primera misión la construcción de determinadas obras de riego; sin embargo, del punto de vista que interesa, le fue confiada el año 1924 la confección del primer catastro público de derechos de aguas (mercedes) en Chile.

En materia de institucionalidad privada, se dio un salto importante el año 1908 con la promulgación de la “Ley de Asociaciones de Canalistas”, que ordenó notablemente la distribución de las aguas en cauces artificiales así como su administración y mantenimiento. Ello significó un firme afianzamiento de la institucionalidad, bajo responsabilidad de los usuarios, situación que ha marcado y caracterizado fuertemente a la institucionalidad de las aguas de nuestro país, en comparación a otros países. En efecto, frecuentemente la gestión de las aguas a nivel mundial, se encuentra enteramente cargo del Estado y con una muy escasa participación de los usuarios. Otra característica por la cual debe destacarse esta iniciativa legal, es por las nuevas disposiciones para la resolución de conflictos, entre usuarios de una misma comunidad de aguas o asociación de canalistas. En efecto, ésta queda a cargo de su Directorio, quien actuará en calidad de árbitro arbitrador, pudiendo ser reclamadas sus sentencias ante la Justicia Ordinaria.

Con la creación de la Inspección General de Regadío, se da inicio a un largo camino de inversión en infraestructura de riego en nuestro país. Esta responsabilidad la asume posteriormente el Departamento de Riego del Ministerio de Obras Públicas, en reemplazo de la institución anteriormente mencionada y posteriormente, el año 1953 la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas. Hoy en día, esta institucionalidad responsable de la infraestructura de regadío, se encuentra distribuida entre la Comisión Nacional de Riego, la Dirección de Obras Hidráulicas y el Instituto de Desarrollo Agropecuario, dependientes la primera y la tercera, del Ministerio de Agricultura y la Dirección de Obras Hidráulicas (ex Dirección de Riego), siempre del Ministerio de Obras Públicas.

Un hito importante en la institucionalidad chilena de las aguas, lo constituye la promulgación del primer Código de Aguas, que reúne toda la legislación referente a este tema, asignando además responsabilidades sobre las aguas a diferentes autoridades.

Cabe destacar en este cuerpo legal lo siguiente:

- a. El derecho de aprovechamiento solo se puede adquirir en virtud de una merced concedida por el Presidente de la República. El Departamento de Riego del Ministerio de Obras Públicas solo tenía la responsabilidad de informar al Presidente.
- b. La responsabilidad sobre la resolución de conflictos, recaía sobre las Juntas de Vigilancia, las Comunidades de Aguas y las Asociaciones de Canalistas, según el caso, como tribunal de primera instancia, constituidos como árbitros arbitradores. Las instancias superiores siempre fueron vistas por los Tribunales Ordinarios de Justicia.
- c. Las autorizaciones sobre nuevas obras e intervención en cauces naturales y artificiales, debían ser autorizadas por el Presidente de la República, previo informe del Departamento de Riego del Ministerio de Obras Públicas.
- d. La distribución de las aguas es asumida por las Juntas de Vigilancia, por las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas. Unas con jurisdicción en los cauces naturales y otras con jurisdicción en los cauces artificiales. Estas instituciones son supervisadas por el Departamento de Riego.
- e. El Presidente de la República mantiene la responsabilidad de aprobar los Estatutos de las organizaciones de usuarios ya mencionadas, previo informe del Departamento de Riego.
- f. Otras funciones menores que sería largo de enumerar.

El Código de aguas, sufre un cambio importante el año 1969, motivado esencialmente por la Ley 16.640, de Reforma Agraria, produciéndose un cambio de importancia en la Institucionalidad del Estado, con la creación de la Dirección General de Aguas. A este servicio del Estado, recientemente creado, se trasladan todos los deberes y potestades que habían sido otorgadas por la legislación anterior, al Departamento de Riego.

Finalmente, se llega a la época actual, con la promulgación del Código de Aguas reformado el año 1981 y el año 2005 con lo cual queda enteramente definida la actual Institucionalidad del Estado, en relación con las Aguas.

RECONOCIMIENTO



El Instituto de Ingenieros de Chile cumplirá el próximo mes de Octubre 123 años de existencia. Más de un siglo de constante presencia en el progreso de la Ingeniería chilena y en el análisis y debate de diferentes problemas públicos, en que los ingenieros chilenos colaboran desde su perspectiva en sus posibles soluciones. Esta colaboración se materializa en el seno de las comisiones de estudio y de las sociedades académicas miembros, en charlas y conferencias periódicas o en los foros y seminarios que se convocan para discutir desde distintos ángulos algún asunto de relevancia nacional. Los frutos de esta actividad se difunden a través de sus publicaciones periódicas, como son la Revista Chilena de Ingeniería y los Anales del Instituto de Ingenieros, y en libros e informes que dan cuenta de la labor efectuada por los miembros del Instituto y otros participantes en las actividades señaladas.

Para sustentar este quehacer el Instituto mantiene una sede social y una infraestructura que le proporciona el apoyo técnico-administrativo y de servicios, lo que es financiado por sus miembros, ya sea mediante las cuotas sociales o aportes extraordinarios. El trabajo realizado durante estos largos años, ha sido posible gracias al compromiso de sus asociados y a la contribución económica de sus socios activos y cooperadores. Por este motivo, se ha estimado necesario dejar constancia de quienes, en el período anterior, realizaron aportes pecuniarios, permitiendo de este modo que el Instituto mantenga el respaldo necesario para el cumplimiento de sus objetivos.

A nuestros socios este especial reconocimiento.

Patricio Ábalos Labbé
Renato Agurto Colima
Raquel Alfaro Fernandois
Jaime Allende Urrutia
Mariano Allende Urrutia
Roberto Alliende González
Eliana Almendras Carvajal
René Álvarez González
Iván Álvarez Valdés
Andrés Amenábar Délano
Jorge Andaur Rodríguez
Rudolf Araneda Kauert
Raúl Araya Escobar
Santiago Arias Soto
Luis Arrau del Canto
Jaime Arredondo Castillo
Elías Arze Cyr
Pedro Arze Cyr
Mauricio Avendaño Guerra
Christián Avendaño Jeldres
Dante Bacigalupo Marió
Marcial Baeza Setz
Jorge Baltazar Cayoja
Carlos Barahona Morales
Edgar Bard Ortúzar
Daniel Barría Iroumé
Juan Carlos Barros Monge
Aníbal Bascuñán Bascuñán
Nelson Basso Cáceres
Bruno Behn Theune

Carlos Benavides Farías
Sally Bendersky Schachner
Sebastián Bernstein Letelier
Hernán Bezamat Cuadra
Sergio Bitar Chacra
Leonardo Bitrán Bitrán
Pablo Botteselle De La Fuente
Jorge Bravo Espinosa
Daniel Brieva Sir
Simón Bruna Gutiérrez
Mateo Budinich Diez
Francisco Calaf González
Román Cabezón Bergasa
Rodolfo Camacho Flores
Mario Campero Quezada
Juan Enrique Cannobbio Salas
Carlos Canto Ilabaca
Lautaro Cárcamo Zilveti
Enrique Carrasco Acuña
Vicente Caruz Middleton
Juan Manuel Casanueva Préndez
Juan Enrique Castro Cannobbio
Felipe Catlán Aldunate
Jorge Cauas Lama
Jorge Cavagnaro Michelis
Cristián Cea Egaña
José Luis Cerda Urrutia
Alexander Chechilnitzky Zwicky
Carlo Cifuentes Domínguez
Aldo Cipriano Zamorano

Luciano Claude Yávar
Modesto Collados Núñez
Silvana Cominetti Cotti-Cometti
Adolfo Concha Guzmán
Joaquín Cordua Sommer
Luis Court Mook
Fernando Crespo Romero
Carlos Croxatto Silva
Juan Humberto Cruz Rodríguez
Jeffrey Dawes
José De Gregorio Rebeco
Raúl Demangel Castro
Fernando de Mayo Israel
Gonzalo del Valle Alliende
Sergio Délano Concha
Enrique d'Etigny Lyon
Oscar Díaz Gálvez
Alfredo Díaz Puentes
Joaquín Díaz Quiroga
Luis Díaz Robles
Francisco Dick Urbina
Rodrigo Díez Martínez
Esteban Domic Mihovilovic
Gardy Droppelmann Bittner
Rocío Duque Santa María
Fernando Echeverría Acuña
Carlos Elbo Worm
Enrique Elgueta Guérin
Carlos Elton Álamos
Guillermo Espinosa Ihnen

Raúl Espinosa Wellmann
Federico Espinoza Nam
Javier Etcheberry Celhay
Hans Feddersen Jungiohann
Juan Fehrman Vega
Guillermo Feliú Silva
Daniel Fernández Koprich
Alberto Figueroa Velasco
Alvaro Fischer Abeliuk
Guillermo Flores Gálmez
David Fontecilla Rojas
Silvana Frontier Frontier
Andrés Fuentes Torres
Roberto Fuenzalida González
Arnaldo Furman Levy
Mallén Gajardo Acuña
Víctor Galdames Montenegro
Tristán Gálvez Escutti
Fernando García Castro
Javier García Monge
Felipe García Vásquez
Fernando García-Huidobro Rodríguez
Kenneth Gent Franch
Alex Gildemeister Burgos
Arturo Goldsack Jarpa
Rodrigo Gómez Álvarez
Ernesto Gómez Gazzano
Eduardo Gomién Díaz
Ricardo González Cortés
Héctor González Garrido
Sergio González Ventí
Guillermo González Rees
Carlos Grebe Parodi
Alfonso Grez Matte
Raúl Grez Téllez
Tomás Guendelman Bedrack
Mario Guendelman Bedrak
Germán Guerrero Fuenzalida
Hernán Guerrero Guerrero
Osvaldo Guíñez Bustamante
Sergio Gutiérrez Cid
José Antonio Guzmán Matta
Juan Antonio Guzmán Molinari
Kurt Haindl Rick
Karim Hanania Carpo
Ingeborg Hartmann Sender
Alejandro Hartwig Carte
Héctor Henríquez Recabarren
Cristián Hermansen Rebolledo
Diego Hernández Cabrera
Marcelo Hernández Oyarzo
Lincoyán Hernández Retamal
Ernesto Herrera Cortez
Erwin Hoehmann Frerk
Máximo Honorato Álamos
Juan Hourton Poisson
Fernando Ide Yaegger
Germán Ilabaca Escribano
Jaime Illanes Piedrabuena
Eugenio Ipinza Poblete
Juan Ignacio Izquierdo Besa
Álvaro Izquierdo Wachholtz
Alejandro Jadresic Marinovic
Pablo Jara Lagos
Pablo Jaramillo Barriga
Miguel Jeanneret Raab
Sergio Jiménez Moraga
Alejandro Jofré Cáceres

Jerko Juretic Díaz
Sergio Kohn Pepay
Carlos Kubik Castro
Mario Kufflik Derman
Alfonso Larrain Vial
Juan Larson Peterson
Pedro Lasota Muñoz
Jaime Lea-Plaza Edwards
Jaime Lea-Plaza Sáenz
Fernando Léniz Cerda
Augusto León Rogers
Agustín León Tapia
José M. Leonvendagar Hurtado
Miguel Leonvendagar Valenzuela
Roberto Lepe Flaurand
Mario Letelier Sotomayor
Alberto Levy Widner
Enrique Loehnert Coster
Alejandro López Alvarado
Emerson Madrid Lorca
Sergio Lorenzini Correa
Arturo Mackenna Shiell
Luis Madrid Morales
Julio Magri Rabaglio
Gastón Mahave Matute
Juan Maiz Gurruchaga
Jorge Mardones Acevedo
Juan Pablo Mardones Mardones
Manuel Martín Sáez
Sergio Martínez Carrasco
José Martinic Beros
Guillermo Matta Fuenzalida
Augusto Matte Garcés
Sergio Melo San Juan
Carlos Mercado Herreros
Horacio Mery Mery
Germán Millán Pérez
Ricardo Mohr Río seco
Luis Molinare Alvarado
Oscar Molinos Oyanadel
Yanko Morales Urbina
Eugenio Moreno Barañao
Eduardo Moyano Berríos
Alfonso Muga Naredo
Rodrigo Muñoz Pereira
Juan Musalem Musalem
David Nahmías Ichah
Ricardo Nanjarí Román
Luis Nario Matus
Miguel Nenadovich del Río
Ricardo Nicolau del Roure García de Castro
Guillermo Noguera Larrain
Fernando Novoa Monreal
Eduardo Núñez Soto
Lionel Olavarria Leyton
Ricardo Olivares Rodríguez
José Oliveros Romero
Luis Orellana Rodríguez
Fernando Orellana Welch
Gonzalo Ormeño Retamal
Ricardo Ortega Klose
Sergio Ossa Pretot
Carolina Pacheco Vega
Carlos Pastén Abarca
Mario Pavón Robinson
Hiram Peña Fuenzalida
Humberto Peña Torrealba
David Peralta Gac

Andrés Pérez Magalhaes
Augusto Pérez Maturana
Rodrigo Pérez Tobar
Kenneth W. Pickering
Luis Pinilla Bañados
Alejandro Pino Torche
Alejandro Pinto Ortega
Alejandro Polanco Carrasco
Olvido Polanco González
Eric Prenzel Leupolt
Máximo Quiero Bastías
Juan Rayo Prieto
Víctor Renner Berry
Ricardo Retamal Campos
Enrique Reymond Aldunate
Osvaldo Richards Abans
Osvaldo Richards Ovalle
Lucio Ricke Gebauer
José Samuel Rodríguez Cancino
Darío Rodríguez Puratich
Hugh Rudnick Van De Wyngard
Guillermo Ruiz Troncoso
Felipe Sabando Del Castillo
Juan Carlos Sáez Contreras
Armando Sánchez Araya
Jaime Sánchez Haverbeck
Mario Santander García
Rodolfo Saragoni Huerta
Mauricio Sarrazin Arellano
Hugo Saucedo Vaca
Alfredo Schmidt Montes
Paulo Sepúlveda Amestoy
Heriberto Schmutzer Schneider
Francisco Sibisa Garcés
Claudio Silva Cortés
Gonzalo Simon Bustos
Jaime Smith Sandoval
Jaime Solari Saavedra
Manuel Soto Olmedo
Alejandro Steiner Tichauer
Ludwig Stowhas Borghetti
Roberto Stowhas Kargus
Carlos Tapia Illanes
Raúl Tejada Sanhueza
Alberto Trigueros Baratta
Germán Ubilla Sánchez
Raúl Uribe Sawada
Mario Urrutia Yáñez
Luis Valdés Moraga
Luis Valenzuela Palomo
Raúl Varela Rodríguez
Ximena Vargas Mesa
Solano Vega Vischi
José Veiga Martínez
Héctor Ventura Becerra
Alberto Vergara Fernández
Carlos Vignau Martínez
Gonzalo Villaseca León
Jorge Walters Gastelú
Hans Weber Münnich
Andrés Weintraub Pohorille
Cristián Weissmann Marcuson
Teodoro Wigodski Sirebrennik
Eugenio Yrarrázaval Echeverría
Jorge Yutronic Fernández
José Zabala de la Fuente

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Empresas Socias

AGUAS ANDINAS S.A.
ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.
ARCADIS CHILE S.A.
ATLAS COPCO CHILENA S.A.C.
BANMEDICA S.A.
BESALCO S.A.
CIA. CONTRACTUAL MINERA CANDELARIA S.A.
CIA. GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.
CIA. DE PETROLEOS DE CHILE COPEC S.A.
COLBÚN S.A.
EMPRESA CONSTRUCTORA BELFI S.A.
EMPRESAS CMPC S.A.
EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.
EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES S.A.
ENAEX S.A.
ENERSIS S.A.
GRUPO URBASER DANNER S.A.
JAIME ILLANES Y ASOCIADOS CONSULTORES S.A.
KACINCO S.A.
METROGAS S.A.
MINERA ESCONDIDA LTDA.
MINERA LUMINA COPPER CHILE S.A.
SOCIEDAD GNL MEJILLONES S.A.
SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.

**EMPRESAS DE INGENIERÍA
COLABORADORAS**

SYNEX INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
GEOSONDA LTDA.



Instituto de Ingenieros de Chile

San Martín N° 352 • Santiago • Chile

Teléfonos: (56-2) 696 8647 - 698 4028

Fax: (56-2) 697 1136

E-mail: iing@iing.cl

www.iing.cl