



# Desafíos del Agua

para la región Latinoamericana



**FCH**  
FUNDACIÓN CHILE

**10**  
AÑOS



Esta publicación fue elaborada por Fundación Chile  
ISBN: 978-956-8200-38-1  
Santiago, 2017

### **Autores**

- Plan Chile 30/30, Ministerio de Obras Públicas
- Francisco Donoso, Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios
- Rodrigo Fuster, Universidad de Chile
- Carlos Estévez Valencia, Dirección General de Aguas
- Juan Ladrón de Guevara, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
- Marcelo Gamboa Agüero, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
- Margarita d'Etigny Lira, Comisión de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos
- Gonzalo Rivas Gómez, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo
- Xaviera De la Vega Pallamar, Comisión de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos
- Escenarios Hídricos 2030, Fundación Chile, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Avina.
- Polioptro Martínez, Universidad de Las Américas –Puebla
- Axel Dourojeanni, Fundación Chile
- Javier Vitale, INTA-Centro Regional Mendoza-San Juan y UNCUYO
- Patricia Puebla, INA-Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua y UNCUYO.
- Alex Godoy, Universidad del Desarrollo
- Claudia Galleguillos, Fundación Chile
- Gerardo Díaz, Fundación Chile
- Ulrike Broschek, Fundación Chile
- Nicolás Jadue, Universidad Mayor

### **Edición**

Fundación Chile: Patricio Meller - Ulrike Broschek -  
Loreto Velázquez - Carmen Gloria Solís de Ovando

### **Diseño y Diagramación**

Verónica Zurita

La presente publicación ha sido elaborada por Fundación Chile. Reservados todos los derechos. Se autoriza la reproducción y distribución citando la fuente y contando con la aprobación previa.





# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1:</b> INICIATIVAS DE AGUA RELEVANTES EN CHILE.	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 2:</b> LA SEGURIDAD HÍDRICA.	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO 3:</b> POLÍTICAS HÍDRICAS Y LEYES DEL AGUA.	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 4:</b> GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCAS: AVANCES Y DESAFÍOS PENDIENTES.	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 5:</b> APLICACIÓN DE LA PROSPECTIVA ESTRATÉGICA A LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO.	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO 6:</b> SISTEMA HÍDRICO COMO SISTEMA COMPLEJO.	<b>94</b>
<b>CAPÍTULO 7:</b> HUELLA HÍDRICA: UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL AGUA.	<b>104</b>
<b>CAPÍTULO 8:</b> REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS.	<b>116</b>
<b>CAPÍTULO 9:</b> AGUA-ECONOMÍA-SOCIEDAD, TRASVASE HÍDRICO INTER-CUENCA.	<b>130</b>





# INTRODUCCIÓN

Al observar el planeta desde el espacio es posible detectar una gran masa azul, compuesta en un 70% de agua. Los océanos cubren la corteza terrestre y las aguas dan vida a un planeta que, de otra forma, sería inerte. El ser humano, que apareció sólo recientemente en un planeta de más de cuatro mil millones de años, ha evolucionado sobre la base de los recursos que el planeta le otorga. De esta forma aprendió a dominar el fuego, a cocinar sus alimentos, y a desarrollar la agricultura y el pastoreo, pasando de ser nómada a asentarse en lugares específicos, siempre ligado a alguna fuente de agua fresca. En la cultura China, por dos mil años sus poesías fueron escritas al observar la naturaleza, especialmente el sonido y el ritmo del agua; sus maestros hablaban de la benevolencia superior del agua, puesto que con su suavidad podía vencer cualquier obstáculo. Para sus eruditos el agua era la fuente de todas las cosas.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el nivel de crecimiento de la población y la magnitud de sus impactos sobre los ecosistemas, está poniendo en riesgo y amenaza los propios sistemas ecológicos que han permitido su vida y subsistencia. Problemas de gran escala como el calentamiento global y locales como la sobreexplotación de recursos hídricos, comienzan ya a manifestar signos de criticidad. Como consecuencia del cambio climático los habitantes de Vanuatu se transformaron hace 10 años en los primeros refugiados climáticos y recientemente algunos habitantes de Kiribati planean “mudarse a Fiji”. El Foro Económico Mundial en su informe anual sobre riesgos globales, entendidos estos como eventos que de ocurrir, pueden causar serios daños a países y sectores industriales, posicionó el 2015 a la crisis del agua como el riesgo de mayor preocupación. Los temas ambientales se han comenzado a tomar la agenda del desarrollo industrial; para el 2016 el riesgo de mayor significancia será la incapacidad de adaptarnos y mitigar el cambio climático, las armas de destrucción masiva ocuparán el segundo lugar, la crisis por el agua el tercero, la migración involuntaria a gran escala el cuarto y la severa caída de los precios de la energía en el quinto.

En el marco del encuentro mundial sobre cambio climático COP 21, realizado a fines del 2015, se firmó el Pacto sobre el Agua y Adaptación al Cambio Climático, el cual busca construir sistemas resilientes a los efectos que genera el cambio climático sobre los sistemas hídricos alrededor del mundo.

Ante tanta evidencia y señales inequívocas, se hace entonces necesario generar aún mayor visibilidad a estos desafíos en el país y crear una mayor conciencia ciudadana a todo nivel. En este sentido, se hace imperioso buscar nuevas maneras de enfrentarlos, las cuales deberán abarcar todo el rango de posibilidades, desde las políticas hasta las tecnologías y la educación. La innovación debe jugar un rol relevante en este complejo panorama, a través de nuevas formas de responder, nuevas formas de mirar y entender los problemas, nuevas formas de conectar los distintos desafíos y comunicarlos. Soluciones a desafíos de esta magnitud sólo se pueden implementar con la colaboración de la sociedad como actor central.

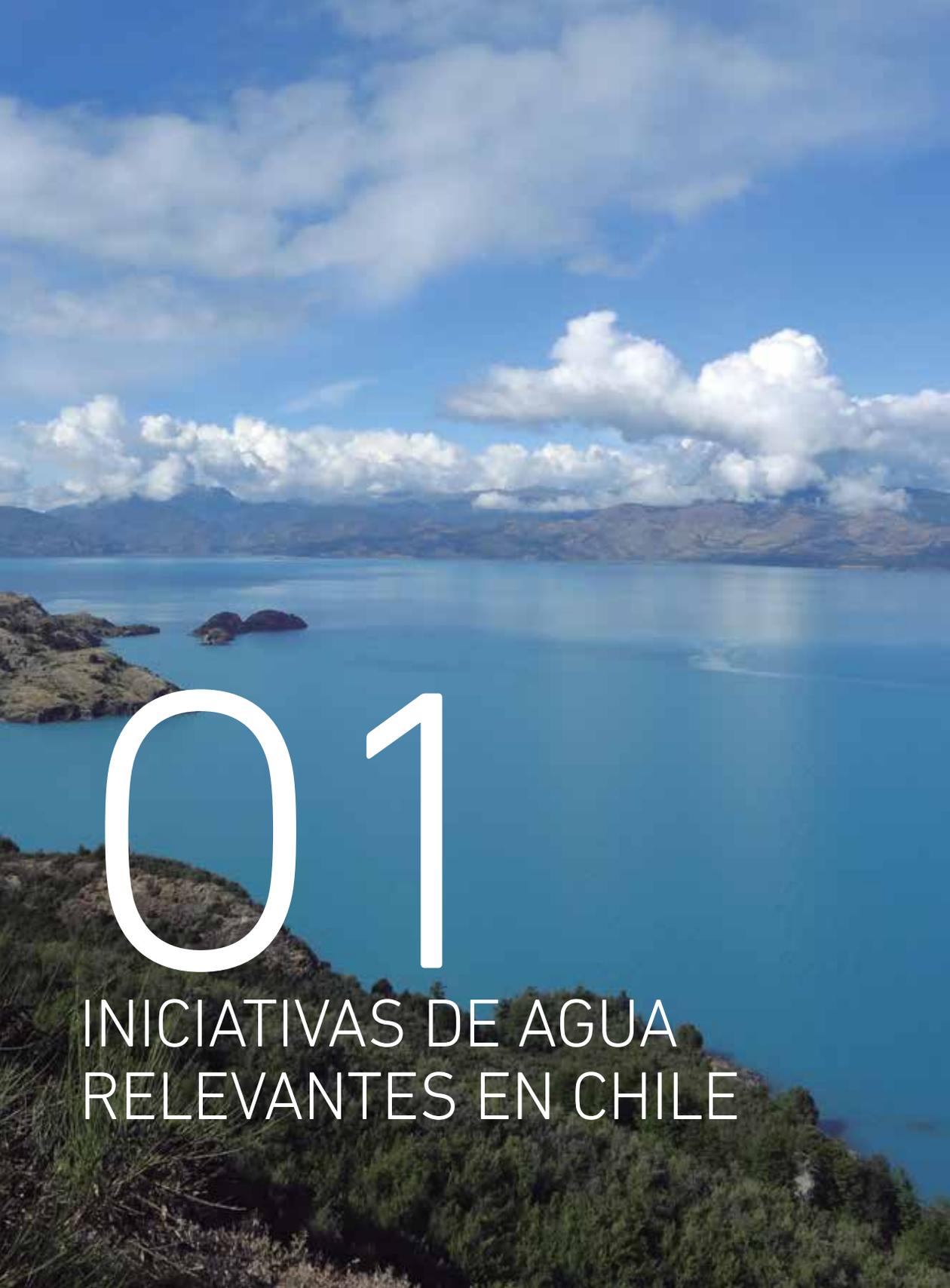
Fundación Chile, cumpliendo con su misión de apoyar la transformación del país con miras a los nuevos desafíos, hace más de 10 años tomó la decisión de embarcarse en esta búsqueda de innovaciones y soluciones aplicadas a temáticas hídricas. Para ello se han explorado diversas dimensiones, como son: tecnologías de tratamiento y desalinización, herramientas de contabilidad hídrica, estándares de uso sostenible de agua, herramientas para la gestión de cuencas, políticas hídricas, transporte de aguas, la unión agua y energía, y capacitación y entrenamiento, entre otras.

En esta misma línea, hemos contribuido a posicionar la temática en la agenda del país y en la mente ciudadana, incorporando también las visiones de otros países de la región. A través de eventos masivos como el Water Week Latinoamérica, hemos buscado generar discusión en torno a las diversas dimensiones que engloba el desafío del agua. En el encuentro del 2015, contamos con la participación de más de 800 personas de 30 países, quienes expusieron sus desafíos y realidades, transformando este encuentro en una plataforma de intercambio de información, ideas y experiencias, altamente valorado.

Esta publicación recoge algunas de las visiones y posiciones presentadas en la última versión de Water Week Latinoamérica ; lejos de pretender ser exhaustiva en torno a los desafíos del agua, buscar aportar temas y reflexiones claves para la discusión que lleva adelante actualmente el país con miras a abordar esta tarea. Entre estos tópicos destacan aspectos del contexto nacional de las iniciativas de agua relevantes que se están llevando adelante, la seguridad hídrica, adaptación al cambio climático, aspectos de políticas y leyes, gestión territorial, prospectiva aplicada al recurso, herramientas de apoyo como la Huella Hídrica, la reutilización del agua, y el trasvase de aguas y sus implicancias socio-económicas.

Hoy más que nunca el país necesita colaboración y generosidad, si pretendemos resolver el complejo desafío de la gestión del agua; algo que debemos hacer pensando más que en nosotros, en los futuros habitantes del planeta, partiendo por nuestros propios hijos.

Gerencia de Sustentabilidad  
Fundación Chile



# 01

INICIATIVAS DE AGUA  
RELEVANTES EN CHILE



---

La iniciativas relevantes del agua en el país, buscan reducir las desigualdades en materia de infraestructura y gestión del agua al año 2030. Éstas desarrollan las obras y acciones necesarias para mejorar la movilidad de las personas, bienes y servicios; enriquecer la calidad de vida de los habitantes; y garantizar el aumento de la productividad y competitividad del país.

## ■ PLAN CHILE 30/30, OBRAS PÚBLICAS

### CAPITULO 01 Y AGUAS PARA EL DESARROLLO.

# INICIATIVAS DE AGUA RELEVANTES EN CHILE

*Dirección Nacional de Planeamiento,  
Ministerio de Obras Públicas (MOP).*

El MOP es el ministerio con la cartera de obras de infraestructura pública más amplia de Chile, abarca tanto la infraestructura de conectividad en áreas rurales y urbanas, vialidad, puertos y aeropuertos, obras de borde costero, caletas pesqueras y así como en la infraestructura hídrica nacional. La gestión e infraestructura del agua en el país es un ámbito central en las actividades y competencias del Ministerio de Obras Públicas. Los tipos de infraestructuras relacionadas con el agua que son competencia del MOP incluyen: la infraestructura de riego, los servicios de agua en las zonas rurales (hasta ahora se centró en el abastecimiento de agua potable, pero se prevé ampliar el alcance al tratamiento de aguas residuales), sistemas de agua de lluvia e infraestructura de control de cauces y mitigación de riesgos aluvionales.

El MOP, consciente de la importancia y consecuencia, tanto económica como social y ambiental que tienen las infraestructuras a nivel territorial, y considerando el periodo de maduración de los grandes proyectos de infraestructura, así como su larga vida útil, considera un deber enfrentar la planificación de largo plazo, en la cual necesariamente se deben analizar visiones, escenarios y metas mirando varias décadas por delante. Luego el MOP, enfrentado a este desafío está desarrollando una iniciativa, que es un proceso de construcción de una visión estratégica de Chile al año 2030, que denominamos Plan Chile 30/30 Infraestructura y Agua para el Desarrollo. El Plan cuenta con el sello de calidad OCDE, lo que significa definir los estándares y brechas de infraestructura y agua, para un escenario de un país con un per cápita de 30.000 dólares al 2030. Los objetivos del Plan y el proceso participativo para construirlo se resumen en los siguientes párrafos:

El Objetivo del Plan es reducir las desigualdades en materia de infraestructura y gestión del Agua al año 2030, desarrollando las obras y acciones necesarias



para mejorar la movilidad de las personas, bienes y servicios, apoyar al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y la cultura, y generar la plena integración de las regiones al desarrollo, garantizando la disminución de los problemas de inequidad, productividad, competitividad y crecimiento del país.

En este contexto, el Plan es un proceso de construcción de una visión estratégica de Chile al año 2030, que denominamos Plan Chile 30/30 Infraestructura y Agua para el Desarrollo. El Plan cuenta con el sello de calidad OCDE, lo que significa definir los estándares y brechas de infraestructura y agua, para el escenario ya mencionado al 2030. Estos estándares serán validados tanto regionalmente como a nivel macrozonal y nacional. Las validaciones son la instancia que fortalecerán las instancias de participación en todas las etapas de este proceso de planificación de largo plazo.

El fundamento de esta iniciativa es que consideramos que el Estado es el llamado a generar esta visión con la ciudadanía que, posteriormente, permita generar las políticas públicas que consideren no solo variables económicas, sino que además tenga en cuenta aspectos como equidad, inclusión y sostenibilidad. La elaboración colectiva de este Plan se sustenta en la necesidad de consensuar una visión compartida de largo plazo del desarrollo país.



Este plan genera una visión estratégica que define el país que queremos al 2030. Mediante el proceso que se llevará a cabo a través del Plan, se pretende consensuar una visión participativa del país al 2030, que permita desacoplar dicha visión estratégica del ciclo político, vinculándolo más bien a la realidad y requerimientos del país para un desarrollo sostenible e inclusivo y con integración territorial.

Para lograr esta visión estratégica participativa, consensuada y validada, se ha realizado una amplia convocatoria ciudadana en sus diferentes instancias que considera; a actores públicos, privados, a la sociedad civil organizada y a la ciudadanía en general. Se convocará a gobiernos regionales, municipios, gremios, universidades y Consejos de la Sociedad Civil, Consejo de Políticas de Infraestructura, Consejo Minero, Indígenas, ONGs, Cámaras Gremiales, Colegios Profesionales, Asociaciones Regantes y Canalistas, asociaciones de Agua Potable Rural, Asociaciones de Industriales Nacionales y Regionales, Comisiones Ministeriales (COMICIVYT), y a todos aquellos actores que cada región considere relevantes.

El éxito del Plan está biunívocamente ligado al éxito del proceso colectivo de construcción del mismo; dicho proceso considera desde el inicio, instancias participativas de análisis y discusión en las distintas escalas del territorio; regional, macrozonal y nacional con una gobernanza tanto nacional como regional; Consejo Nacional estratégico, Mesas Regionales, Talleres Regionales, Macrozonales y Nacionales. En cada una de estas instancias se consideran participaciones específicas de todos los actores que las propias regiones definan así como instalar esta discusión y validación en espacios formales de gobernanza regional y local, como reuniones, Consejos de la Sociedad Civil, Consejos Regionales, Concejos Municipales. Otras instancias de participación serán Consulta Ciudadana presenciales y virtuales, con convocatorias ampliadas a toda la ciudadanía para compartir las ideas de infraestructura que tenemos al 2030.

Firma la Iniciativa



## INICIATIVA AGUA Y MEDIO AMBIENTE

- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios (ANDESS AG)  
- Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile

La iniciativa Agua y Medio Ambiente trabaja desde el 2011 en la construcción de una visión integral de la problemática del recurso hídrico y sus implicancias sociales, económicas y ambientales.

Creada bajo el liderazgo de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios (ANDESS AG) en conjunto con el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile, es una iniciativa única, no sólo por su origen privado, sino porque aborda el tema del agua desde una perspectiva multisectorial y que convoca a actores provenientes de los gremios eléctrico, minero y sanitario, de los principales centros universitarios y de innovación, organizaciones internacionales y centros regionales, centros de pensamiento político, y –en carácter de “observadores”– los servicios públicos ligados a las materias hídricas y ambientales.





Aunque no es evidente a primera vista, es poco habitual que un grupo tan diverso, que ha permanecido en el tiempo, dialogue con ánimo propositivo y en busca de soluciones compartidas frente a un problema país. El hecho que sean compartidos por una base tan amplia de actores da legitimidad al diagnóstico y planteamientos.

Los resultados de su actividad en estos 5 años han sido sistematizados en diversos documentos, como por ejemplo los presentados en El Seminario "Crisis del agua: diagnóstico y propuestas a partir de los consensos de la Iniciativa Agua y Medio Ambiente", que se llevó a cabo el 24 de Julio de 2014 y contó con el Patrocinio del Senado y la colaboración de CEPAL. En el encuentro se dieron cita la Presidenta del Senado, Senadora Isabel Allende, y los Ministros Alberto Undurraga V. de Obras Públicas, y Máximo Pacheco M., de Energía.



Durante el mes de diciembre de 2015, la Iniciativa convocó al Seminario "Gestión del Agua desde el Territorio: Experiencias de cuatro cuencas de Chile", tanto para compartir sus procesos de diálogo como para mostrar la experiencia de las cuencas de Copiapó, Aconcagua, Cachapoal y Biobío, sobre cómo éstas han logrado avanzar por medio del diálogo entre actores en la búsqueda de soluciones que han aplicado en conjunto de manera voluntaria, puesto que el marco legal actual no contempla una gestión integrada de los recursos hídricos.



Finalmente, el texto "El agua: ¿cuánto más esperar?" Manifiesto de los Acuerdos de la Mesa de Agua y Medio Ambiente desarrollada el año 2015, presenta, en once puntos, nuestra convicción que el escenario actual de creciente presión y conflictividad en torno a los recursos hídricos requiere de medidas urgentes que garanticen su sustentabilidad.

En el mes de agosto de 2016, representantes de la Iniciativa Agua y Medio Ambiente presentaron los 11 puntos del manifiesto a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, junto a los ministros de Obras Públicas, Alberto Undurraga; de Energía, Máximo Pacheco; de Agricultura, Carlos Furche; y de Medio Ambiente, Pablo Badenier y al Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos, Reinaldo Ruiz.

Firman la Iniciativa:  
*Francisco Donoso*  
*Rodrigo Fuster*  
*Secretaría Técnica*

## INICIATIVAS PARA UNA GESTIÓN MÁS EFICIENTE Y EQUITATIVA DEL AGUA

*Dirección General de Aguas (DGA)*  
*Ministerio de Obras Públicas*

La Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas, es el organismo encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, con el objetivo de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.

El siglo XXI nos impone diversos desafíos para la gestión del recurso hídrico desde el punto de vista de cantidad y calidad de las aguas. Hay variables como el crecimiento demográfico y económico, la multiplicidad de usos y la competencia entre los diversos usuarios del agua, que hacen imperante lograr una gestión adecuada de forma coordinada entre los actores públicos y privados para conciliar intereses ambientales, económicos y sociales.

A su vez, Chile es un país hídricamente muy heterogéneo debido a los 4.200 km de largo, las 101 cuencas y 491 subcuencas que la conforman, evidenciando grandes diferencias de magnitud de las variables hidrometeorológicas a lo largo del país.

Desde ese ámbito, la DGA desarrolla diversas iniciativas para promover la gobernanza de los recursos hídricos, tales como:



## **1. Análisis para el desarrollo de un plan de gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca del Choapa (2016 – diciembre 2017):**

Es necesario crear un plan y una gobernanza de los recursos hídricos que se realice de forma consensuada y que oriente las decisiones público y privadas de los proyectos, programas y planes relacionados directa o indirectamente con el agua y así lograr la seguridad hídrica a través de la participación de diversos actores y usuarios de la cuenca. De esta forma, se podrá anticipar a futuros conflictos que puedan surgir por la demanda del agua.

Comprender el entorno es fundamental para entregar respuestas que sean adecuadas a cada realidad y en función de las necesidades de los principales actores para avanzar en la construcción de tres herramientas complementarias que serán el producto final del Plan:

- Un sistema de gobernanza que esté compuesto por todos los actores de la cuenca (servicios públicos, sociedad civil y mundo privado) de manera de asegurar la representación de los diversos intereses y puntos de vista, lograr una visión conjunta, y una amplia participación de los usuarios en la toma de decisiones, así como asegurar una mejor coordinación entre los organismos públicos y privados a largo plazo.
- Un modelo integrado que permita realizar predicciones y cálculos simulando los componentes del ciclo hidrológico y también considerando el cambio climático en la evaluación de escenarios futuros, resultados que podrán ser considerados por los tomadores de decisión.
- Una plataforma web con mapas interactivos que permitan visualizar la información recopilada y que represente el estado actual de la cuenca (derechos de aprovechamiento de aguas, estaciones de medición con datos hidrológicos y otros). Además, se proporcionará información estadística de la situación de los cursos de agua y precipitaciones junto a otra información hídrica relevante. A través de este instrumento, los actores de la cuenca podrán disponer de información fidedigna que les permita tomar decisiones ad hoc.

El Plan considera la realización de talleres de difusión en la región de Coquimbo, como así también, un sistema de monitoreo, seguimiento, control y de evaluación que permitirá evaluar de forma cuantitativa el proceso de implementación del Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos en la cuenca del Choapa.

## 2. Balance Hídrico Nacional:

El conocimiento del recurso hídrico es fundamental para el desarrollo de proyectos productivos, científicos y tecnológicos; por lo que la información debe ser confiable, completa y debe estar disponible de acuerdo a las necesidades de los diversos usuarios del agua.

Considerando la larga data de registros obtenidos a través de las estaciones hidrológicas distribuidas a lo largo del país, la DGA realizó el Primer Balance Hídrico Nacional en 1987, el que consideró información de principios de los años '50 hasta el inicio de la década de los '80.

Ahora bien, desde entonces, se han desarrollado nuevos y numerosos estudios, se han producido cambios en las cuencas y que junto a otros factores como el cambio climático, se convierte en una necesidad primordial, la actualización del Balance Hídrico Nacional de acuerdo a esta nueva realidad y así poder elaborar políticas públicas en temas de recursos hídricos para el corto, mediano y largo plazo.

Este proceso que recién se inicia, considerará datos del Servicio Hidrométrico Nacional que cuenta con parámetros de interés hidrológico, tales como, caudales, acumulación de nieve, calidad de aguas, sedimentos, niveles de pozos y de distintas variables hidrometeorológicas, glaciológicas y limnológicas.

El desarrollo vertiginoso de la tecnología durante las últimas tres décadas, permitirá la incorporación de nueva información generada a lo largo de estos años y así poder obtener una metodología robusta que considere distintos niveles de información existente en las cuencas.

Dentro de los objetivos definidos para la ejecución del trabajo, se busca la obtención de un análisis detallado y crítico de la información disponible, identificar brechas de información, determinar las variables que influyen en el balance, desarrollar una plataforma en ambiente SIG donde se pueda desplegar los resultados obtenidos, el desarrollo de la metodología propiamente tal, y finalmente su aplicación en cuencas piloto representativas de la realidad hídrica de las macrozonas norte, centro, sur y austral. Posteriormente, se extenderá la aplicación de la metodología a las demás cuencas.

Los resultados obtenidos deberán ser comparados con los del Balance Hídrico Nacional de 1987 y así obtener una mirada global de los diversos cambios que se hayan producido a nivel de cuencas.

### **3. Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional de Unesco, Capítulo Chileno (CoNaPHI - Chile)**

En 1975 la Conferencia General de UNESCO aprobó emprender un programa internacional a largo plazo en la esfera de la hidrología, denominándolo Programa Hidrológico Internacional e invitó a sus miembros permanentes a crear los Comités Nacionales con el objeto de asesorar a los respectivos gobiernos en asuntos relacionados con el recurso hídrico. Desde entonces, CoNaPHI – Chile ha sesionado activamente a través de diversos grupos de trabajo que materializan las líneas de acción.

Actualmente, el capítulo chileno es presidido por la DGA y está compuesto por una treintena de diversos organismos, tales como, servicios públicos, empresas, academia y representantes de la sociedad civil.

Desde sus inicios, el Programa Hidrológico Internacional (PHI) ha implementado fases con propósitos específicos para promover y apoyar la investigación y capacitación hidrológica. Actualmente, se desarrolla la Fase VIII (2014 - 2021) que tiene por objeto garantizar el suministro y la seguridad hídrica a través de seis áreas de conocimiento:

- Desastres relacionados con el agua y cambios hidrológicos.
- El agua subterránea en un medio ambiente cambiante.
- Abordar la escasez y la calidad del agua.
- El agua y asentamientos humanos en el futuro.
- Ecohidrología: creación de armonía para un mundo sustentable.
- Educación y cultura del agua: clave para la seguridad hídrica.

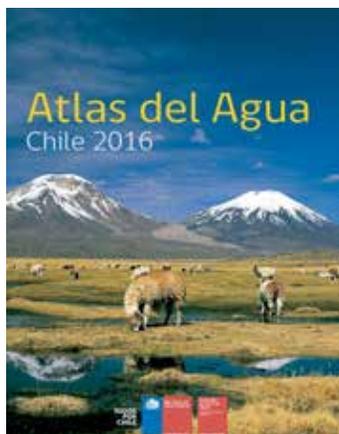
Para ello, los miembros de CoNaPHI – Chile, priorizaron tres ejes de acción de los anteriormente mencionados, para el bienio 2016-2017:

- Abordar la escasez y calidad de las aguas mediante gobernanza, planificación, manejo, asignación y uso eficiente del recurso hídrico promoviendo herramientas innovadoras para asegurar el abastecimiento y control de la contaminación y abordar los problemas de calidad y contaminación del agua en un marco de gestión integrada de los recursos hídricos.
- Respecto a los desastres relacionados con el agua y cambios hidrológicos, se busca incrementar la investigación científica en la hidrología y ciencias del

agua para enfrentar eventos extremos; manejar los riesgos como forma de adaptarse a los cambios globales y generar actuaciones integradas frente a procesos humanos y naturales y reducir la incertidumbre.

- Para el agua y asentamientos humanos del futuro se pretende avanzar hacia un enfoque de gestión integral del recurso, promover una institucionalidad y gobernanza que permitan las mejores prácticas hídricas en la sociedad y el desarrollo de enfoques y tecnologías innovadoras para enfrentar los desafíos del agua.

De esta forma, CoNaPHI – Chile se convirtió en un interlocutor válido y permanente del Comité de Ministros del Agua – compuesto por el Ministro de Obras Públicas, Alberto Undurraga; el Ministro de Agricultura, Carlos Furche; el Ministro de Medio Ambiente, Pablo Badenier; la Ministra de Energía, Aurora Williams y el Ministro de Energía, Andrés Rebolledo – involucrando a sus carteras en diversas acciones tendientes a promover los objetivos propuestos por el Comité.



#### 4. Atlas del Agua, Chile 2016

Generar conocimiento e información para dirigirnos hacia la gestión integrada de los recursos hídricos, se convierte en una herramienta de alta utilidad, por ello era necesario recopilar información veraz y actualizada sobre el recurso hídrico.

De esta forma, nace el primer Atlas del Agua de Chile que recorre los siguientes 5 capítulos:

- “Chile en el mundo”, que identifica las macrozonas, cuencas hidrográficas y aquellas más representativas del país.
- “Nuestra agua”, donde se entrega información estadística sobre cómo se mide y se investiga el recurso; entregando información sobre glaciares, principales ríos, lagos, lagunas, acuíferos, pozos y calidad de las aguas.
- “El agua, un bien escaso”, que hay que proteger y cuidar, por lo que se identifican las herramientas que hacen posible dicha aplicación.
- “Gestión del agua” para identificar cómo se administra este recurso vital.
- “Desafíos futuros”, ya que aún quedan grandes retos por abordar de forma adecuada, por lo que en este capítulo final se identifican cómo trabaja la DGA para enfrentarlos.

El libro del Atlas fue un primer paso. Posteriormente, existe el anhelo de convertirlo en una herramienta digital y así, la ciudadanía pueda obtener mayor acceso a esta información.

Firma las iniciativas:

*Carlos Estévez Valencia, Director General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas.*

## **ACUERDOS VOLUNTARIOS PARA LA GESTIÓN DE CUENCAS: OPORTUNIDAD PARA LA NUEVA AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

*Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático*

Desde hace varias décadas el sector público chileno ha promovido la gestión de sus cuencas hidrográficas, a través de diversas iniciativas e instrumentos (planificación, estudios, inversiones, regulaciones y fomento). La mayor inseguridad y escasez hídrica asociada al cambio climático releva el rol de otras entidades en la gestión integrada de cuencas y su gobernanza.

El Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuencas (AVGC) se expresa en un Convenio entre empresas, organismos públicos competentes y otras organizaciones involucradas, para fomentar la producción limpia y el desarrollo sustentable en cuencas con actividades productivas, a través de sucesivos acuerdos y compromisos voluntarios de acciones orientados a cumplir objetivos y metas comunes.



La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, creada el 2017 a partir del Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), ha adaptado experiencias internacionales de gestión mediante contratos territoriales (Acuerdo Foro del Agua de EE.UU., Parques Naturales Regionales de Francia) a la coordinación público-privada de procesos de aprovechamiento del agua y otros recursos naturales estratégicos para el desarrollo y la subsistencia.

El AVGC es un instrumento de fomento que apunta a una regulación blanda (Soft Law), a través de una relación entre entidades, por un lado, menos vinculante que la legislación tradicional y, por otro, más formal que mesas afines pre-existentes.

El AVGC pretende contribuir a la competitividad y sustentabilidad territorial. Según la cuenca, a: (i) la eficiencia en el uso y manejo sostenible de recursos naturales estratégicos; (ii) la reducción de la vulnerabilidad ante riesgos naturales y la adaptación al cambio climático; (iii) articulaciones y alianzas para el cuidado del patrimonio ambiental; (iv) información aplicada a la gestión, divulgación y capacitación local; (v) espacios de participación formal en la gestión para organizaciones del territorio; (vi) bases para sellos territoriales; y/o (vii) bases para posibles organismos de cuenca.

El Acuerdo se prepara, negocia e implementa de una manera participativa y descentralizada. Se basa en los principios de voluntariedad, responsabilidad, representatividad, así como de transparencia y acceso a la información.

Firman la Iniciativa:

*Juan Ladrón de Guevara, Director Ejecutivo*

*Marcelo Gamboa Agüero, Especialista Gestión de Cuencas*

## AGENDA “CIENCIA E INNOVACIÓN PARA LOS DESAFÍOS DEL AGUA EN CHILE”

*Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo*

Con el objetivo de orientar la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en torno a la sostenibilidad del agua y su prioridad estratégica para el país, el día 20 de diciembre de 2016 se le entregó a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, la agenda “Ciencia e Innovación para los Desafíos del Agua en Chile”. Para la realización de esta agenda, el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), en octubre del 2015, reunió a un conjunto de actores del sector público y privado y del mundo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), y creó la Comisión de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos en Chile<sup>1</sup>, que tuvo la responsabilidad de identificar las prioridades para la generación de conocimiento para una gestión del recurso hídrico ambientalmente sustentable, económicamente eficiente y socialmente armónica. En el marco de esta comisión, se realizaron múltiples reuniones entre las que se destacan dos encuentros macroregionales, en las regiones de Coquimbo y de los Lagos, que permitieron conocer las experiencias localmente en recursos hídricos y la percepción de los desafíos futuros para cada región, reuniendo las visiones de comisionados, senadores, diputados, funcionarios de los gobiernos regionales, representantes de las mesas del agua de cada región, de organizaciones de usuarios de aguas, de organizaciones civiles y de centros de investigación y universidades.

1. Esta comisión nace de una de las propuestas derivadas de la Comisión Ciencia para el Desarrollo que también funcionó al alero del CNID en el primer semestre de 2015, que tuvo como objetivo identificar prioridades estratégicas para orientar parte de los esfuerzos de I+D+i del país.



Estos múltiples diálogos y discusiones entre distintos actores permitieron concordar un conjunto de propuestas que quedaron plasmadas en las siguientes 4 áreas estratégicas de I+D+i:

1. Programas de I+D+i para la comprensión de los procesos hidrológicos. La complejidad y particularidades de nuestra geografía y las dificultades de acceso, hacen que -en general- el conocimiento hidrológico sea precario. Se propone iniciar un programa regular de Hidrología de Montaña debido a que la mayor parte de la escorrentía del país se genera en zonas montañosas.
2. I+D+i para Gestión Integral de los Recursos Hídricos. La I+D+i debe permitir; Procesos y/o modelos de gobernanza que respondan a las necesidades territoriales propias de Chile; procesos de participación adecuados para las distintas cuencas y; la cosmovisión del agua en distintas culturas, comunidades y pueblos originarios dentro de un contexto político, social, económico, ancestral y ambiental.
3. I+D+i para la comprensión de los ecosistemas acuáticos; permitiendo la restauración dinámica de cauces, y de servicios ecosistémicos de provisión y soporte de agua y biodiversidad.
4. Desarrollo tecnológico para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos, con foco en la reutilización de aguas como posibilidad de disminuir la presión que existe en la zona norte y central de Chile, como también; la generación de interoperabilidad de sistemas de información por las distintas instituciones del Estado.

Además, los miembros de la Comisión relevaron la necesidad de generar un conjunto de condiciones habilitantes para que esta agenda de I+D+i pueda materializarse, por lo que se generaron propuestas en 4 dimensiones:

- a. Información y conocimiento de base de los recursos hídricos; para este objetivo se consideran urgentes las siguientes iniciativas; la Integración de las diferentes fuentes de información sobre variables hidrometeorológicas, establecimiento de sistemas de medición de extracciones de aguas superficiales y subterráneas.
- b. Fortalecimiento de capacidades de I+D+i y de su organización; esta condición habilitante se refiere a que Chile debe elevar sustancialmente la cantidad de actores que generan y usan conocimiento en recursos

hídricos, con especial foco en el desarrollo de capacidades regionales para la I+D+i, como también, el desarrollo de capacidades en las ciencias sociales y humanidades.

- c. Aporte al desarrollo de una cultura sostenible del agua; entendiendo la necesidad de tomar conciencia de la escasez generalizada, la comisión propuso, entre otros, fortalecer los conocimientos desde las escuelas en el uso sostenible del agua y vincular el aporte de la CTI para la sostenibilidad del recurso.
- d. Institucionalidad para la materialización de la agenda; producto del compromiso de los propios investigadores que participaron de este trabajo, se gestó la Red de Investigación en Recursos Hídricos, que se organizó para operar con 4 expresiones zonales: la macro Zona Norte, la Macro Zona Central, La Macro Zona Sur y la Austral, y que permitirá intercambiar conocimientos, potenciar acciones conjuntas; elevar la calidad y pertinencia de los esfuerzos que se despliegan en este campo. Esta entidad se concibe como una instancia colaborativa de las actividades de CTI a nivel nacional creada para dar solución y soporte al uso y manejo sustentable de este recurso estratégico para el país, con una mirada integral, sistémica y multidisciplinaria. Esto, mediante la articulación de las capacidades científicas y tecnológicas que permitan maximizar el impacto de la investigación de dichos centros y grupos de investigación así como su transferencia y aplicabilidad en las diferentes realidades territoriales nacionales e internacionales, contribuyendo así a una nueva cultura del agua. Esta unión de más de 25 centros de investigación, universidades y grupos de investigadores, nos permite avanzar a una nueva opción. Además se generó un nuevo espacio de coordinación del sector público, el Comité de Orientaciones Estratégicas de Investigación en Agua (COEIA), que actúa como contraparte de la Red, y que permite que desde el Estado exista una voz común para sostener el dialogo con la investigación y que además, organice el establecimiento de prioridades para la asignación de los recursos con que se financia la I+D+i. Esta coordinación es encabezada por la Dirección General de Aguas, y cuenta con la participación de CONICYT, CORFO, la Iniciativa Milenio y la Fundación para la Innovación Agraria, amén del CNID. Ambas iniciativas ayudan a mantener viva esta agenda.

Firma la Iniciativa:

- *Margarita d'Etigny Lira, Presidenta de la Comisión de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos*
- *Gonzalo Rivas Gómez, Presidente de la Comisión y CNID.*
- *Xavier De la Vega Pallamar Secretaria Ejecutiva de la Comisión de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos.*

## ESCENARIOS HÍDRICOS 2030/2050: CONSTRUYENDO EL FUTURO DEL AGUA EN CHILE

*Fundación Chile  
Fundación Futuro Latinoamericano  
Fundación Avina*

Durante las tres últimas décadas, la presión sobre los recursos hídricos existentes se ha intensificado de forma significativa. Esto, debido principalmente a que la demanda asociada a la estrategia de desarrollo económica del país está basada en un conjunto de productos que dependen del recurso hídrico para su producción y desarrollo.

Las cifras son elocuentes. Chile está dentro de los treinta países en el mundo con mayor riesgo hídrico al año 2025 (Instituto de Recursos Mundiales, 2015). En informes presentados a la ONU (2016) se establece que, hoy en día, un 76% de la superficie del suelo está afectado por desertificación, sequía y degradación de suelos. Se están presentando fenómenos extremos que generan desastres asociados al cambio climático, situando a Chile entre los 10 países que más gasto ha incurrido en abordarlos, destacando entre ellos el déficit de agua. En Chile hoy existe un déficit hídrico de 82 m<sup>3</sup>/s (Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015) y de continuar con las tendencias, el déficit aumentará a 149 m<sup>3</sup>/s al año 2030.



Como una respuesta a la urgencia de movilizar a todos los actores vinculados al agua, nace Escenarios Hídricos 2030, una iniciativa que pretende avanzar hacia la sustentabilidad y seguridad hídrica, considerando el desarrollo del país y las nuevas condiciones que presenta el cambio climático, acogiendo e integrando las distintas miradas sobre la situación del agua en Chile.

Escenarios Hídricos 2030 tiene como objetivo construir a través de un diálogo colectivo, diferentes escenarios hídricos al año 2030/2050, aportando información técnica a la discusión nacional y la política pública, con un enfoque territorial que permita habilitar la implementación de soluciones concretas que transformen el agua en una oportunidad para el desarrollo del país.

Hoy trabajan más de 40 instituciones públicas, privadas, académicas y representantes de comunidades bajo la coordinación y facilitación de Fundación Chile, Fundación Futuro Latinoamericano y Fundación Avina, con el apoyo activo del Banco Interamericano del Desarrollo (BID). La generación de una plataforma de trabajo colaborativo y sinérgico con otras iniciativas es un eje estratégico clave para la movilización del tema aguas a nivel nacional, la generación de una nueva cultura hídrica y la sustentabilidad de los territorios en Chile.

Firma la Iniciativa:

*Escenarios Hídricos 2030*



02

LA SEGURIDAD HÍDRICA



---

“La seguridad hídrica se define como la capacidad de una población para salvaguardar un acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para asegurar la protección contra enfermedades y desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política”.

*UN-Water, 2013; IHP-UNESCO, 2012*

CAPÍTULO 02

# LA SEGURIDAD HÍDRICA

*Poliopetro F. Martínez  
Austria*



Desde tiempos inmemoriales, la humanidad ha buscado contar con agua en cantidad y calidad suficiente para todas sus actividades, de alimentación, salud y productivas. Hasta la primera mitad del siglo XX, se dio por sentado, muchas veces de manera implícita, que mediante inversiones suficientes en infraestructura sería posible lograr abastecer de agua, para todos los usos, a la sociedad.

No obstante, diversos factores –que se analizarán en detalle más adelante– han conducido a una situación en la que, una vez más y como ocurrió desde el inicio de la civilización, el abastecimiento de agua no puede darse por garantizado. Al contrario, los retos y las dificultades parecen cada vez mayores.

De acuerdo con diversos estudios, se estima que 85% de la población vive en la mitad más árida del planeta. El estrés hídrico, para el año 2050, afectará al 50% de los seres humanos. Cada año entre 6 y ocho millones de personas mueren por causa de desastres o enfermedades relacionadas con el agua (UN-Water 2013); Jiménez, 2015).

En el futuro cercano, las necesidades de agua del orbe crecerán a un ritmo acelerado. Se estima que, de no tomarse las medidas adecuadas, hacia el año 2030 el mundo experimentará un déficit de agua, para todos los usos, de un 40% de sus necesidades (Water Resources Group, 2009).

La presión sobre los recursos hídricos aumenta rápidamente en diversos lugares del mundo: el crecimiento demográfico, la mayor demanda de energía y alimentos, cambios en la dieta relacionados con el desarrollo económico y la creciente y rápida urbanización, junto con la contaminación de las fuentes de agua y el cambio climático, plantean retos significativos para la gestión actual y futura del agua. Estos retos son de tal magnitud, que en un documento reciente del Foro Económico Mundial se asevera que “simplemente no podemos manejar el agua en el futuro como lo hemos hecho hasta ahora o la red económica colapsará (World Economic Forum, 2011).

Por otra parte, los desastres naturales relacionados con el agua no sólo no han sido controlados de manera razonable en la mayor parte del mundo, sino que los daños que ocasionan van en aumento, aún en los países con mayor grado de desarrollo.

## DEFINICIÓN DE SEGURIDAD HÍDRICA

En las últimas décadas la reflexión de los especialistas en torno a los recursos hídricos ha estado dominada por el concepto de la gestión integrada del agua (i.e. UN-Water, 2008; Mukhtarov & Gerlak, 2014). No obstante, a la luz de la creciente escasez que ha conducido en diversas

cuencas del mundo a una verdadera crisis del agua (Bigas, 2012), aunada a las previsiones de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, ha venido ganando terreno la discusión del tema de la seguridad hídrica. La gestión integrada del agua se refiere más a cómo administrar los recursos hídricos, mientras que la seguridad hídrica se refiere al propósito, al para qué, de esa gestión.

Los sistemas hídricos pueden conceptualizarse como sistemas complejos, y los sistemas complejos naturales se constituyen como relaciones entre sus elementos alrededor de un propósito. En el caso de los sistemas hídricos y por su componente social, tienen un propósito claro: lograr la seguridad hídrica de las personas y de la sociedad.

No existe una definición universalmente aceptada de la seguridad hídrica. Sin embargo, la mayoría de ellas coinciden en algunos aspectos: la seguridad hídrica supone contar con agua, en calidad y cantidad, suficiente para los usos personales, sociales, productivos y el medio ambiente; al mismo tiempo que se limitan a un nivel de riesgo razonable sus efectos destructivos, tales como sequías, inundaciones, deslizamientos de suelo y enfermedades relacionadas con el agua, entre otros.

En un trabajo frecuentemente citado, Grey y Sadoff (2007) definen la seguridad hídrica como "la disponibilidad de agua en cantidad y calidad aceptables para la salud, el sustento, los ecosistemas y la salud, junto con un nivel aceptable de riesgos asociados al agua para las personas, el ambiente y la economía".

Una definición operacional establece que la seguridad hídrica es aquella condición que: "asegura el abastecimiento sustentable de agua para todos los usos, en condiciones de equidad y a precios asequibles, para promover la salud, el desarrollo económico, la producción de alimentos y energía y la conservación del medio ambiente. Protege, con un riesgo aceptable, a la población y a los sistemas productivos contra los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos, mitiga sus efectos e incluye medidas de adaptación frente a los efectos del cambio climático (Martínez-Austria, 2013)". El Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO estableció la siguiente definición, propuesta en el Plan Estratégico de su octava fase y adoptada por los países miembros en la vigésima sesión del Consejo Intergubernamental (UN-Water, 2013; IHP-UNESCO, 2012):

*"La seguridad hídrica se define como la capacidad de una población para salvaguardar un acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para asegurar la protección contra enfermedades y desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política".*

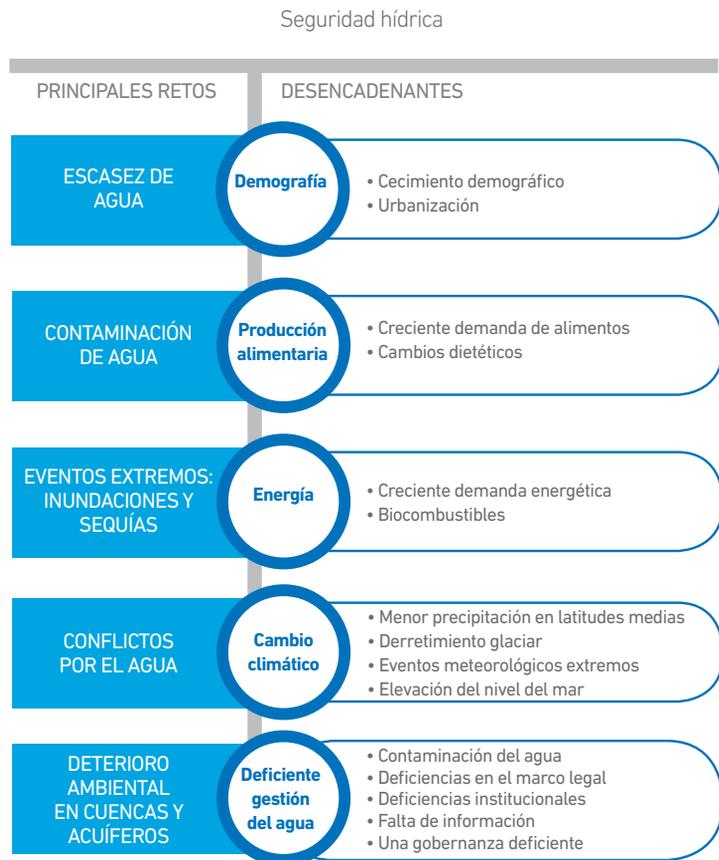
Esta definición integra las dimensiones del agua como un derecho humano, como un bien social y económico, y atiende a la sustentabilidad y protección contra eventos extremos. Además, ha sido aceptada por la organización científica para las ciencias hidrológicas de las Naciones Unidas. Por estas razones, se le puede considerar como la más apropiada y útil para el análisis y será la empleada en este texto.

## LOS RETOS DE LA SEGURIDAD HÍDRICA

La seguridad hídrica se ha convertido, para muchos países, en un tema de seguridad nacional, así como de preocupación en el ámbito internacional, debido a las numerosas cuencas transfronterizas, que abarcan poco más del 43% de la superficie terrestre del planeta y en las que habita el 40% de la población, así como a la creciente dependencia hídrica de muchos países, que dependen del comercio de agua virtual.

En la figura 1 se muestran de manera esquemática, los principales retos para alcanzar la seguridad hídrica. Estos desafíos se manifiestan en la escasez de agua, la contaminación de los cuerpos de agua, los efectos adversos de los eventos hidrometeorológicos extremos (inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra, principalmente), los crecientes conflictos por el agua y el deterioro ambiental de cuencas y acuíferos.

FIGURA 1  
RETOS  
PRINCIPALES DE  
LA SEGURIDAD  
HÍDRICA Y  
FACTORES



Los factores principales que inducen o incrementan estos riesgos para la seguridad hídrica son los procesos demográficos, la creciente demanda de alimentos ocasionada tanto por crecimiento demográfico como por cambios en la dieta, la demanda de agua para producción de energía, los efectos del cambio climático y la deficiente gestión del agua.

## CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y URBANIZACIÓN

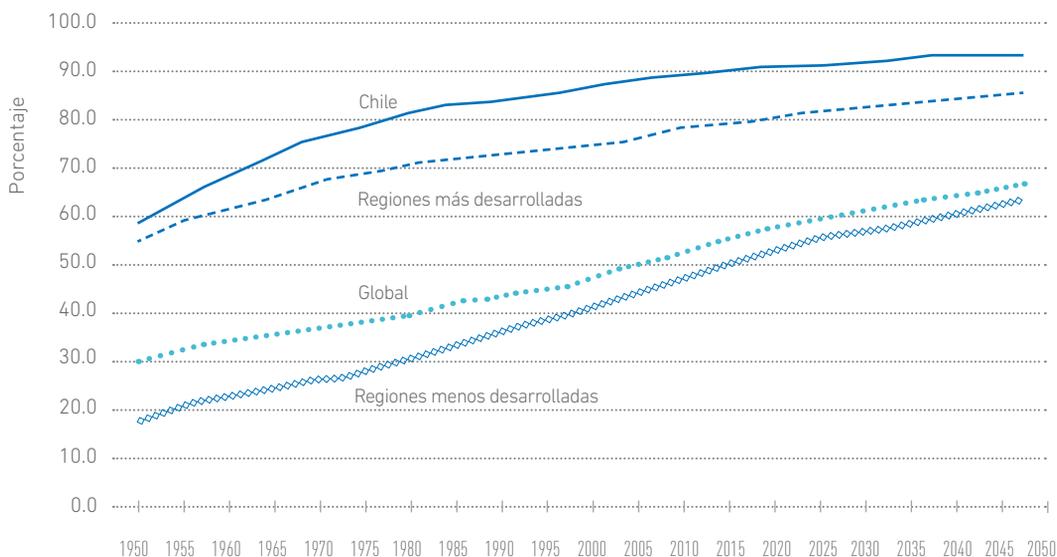
La población mundial, hacia el año 2050, será de entre 9.3 y 10.6 millones de personas. Este incremento, por sí solo, aumentará sustancialmente las necesidades hídricas de la sociedad, no sólo para el uso directo humano, sino también para la producción de alimentos, energía, servicios y usos industriales.

Por otra parte, el proceso de urbanización, que se ha estabilizado en los países desarrollados, continuará en los países en desarrollo, como prevé la División de Población de las Naciones Unidas, y se muestra en la figura 2 (United Nations, 2014). Así, la población urbana se incrementará notablemente entre 2015 y 2050, pasando de 3,957 millones de personas, a 6,338 millones de personas, respectivamente. Es decir que la población urbana crecerá en ese período en 2,381 millones de habitantes. Prácticamente la totalidad de la nueva población urbana

FIGURA 2

Porcentaje de la Población Urbana 1950- 2050.

(Elaborada con datos de United Nations, 2014).



se concentrará en las ciudades de los países menos desarrollados. La población rural, en cambio, registrará un descenso entre 2011 y 2050. Estos procesos de urbanización supondrán enormes retos regionales para la gestión del agua dado que, con muy pocas excepciones, la naturaleza no provee localmente del agua necesaria para abastecer a estas grandes concentraciones humanas, ello sin contar con las dificultades de tratamiento y disposición de las aguas residuales resultantes, así como los subproductos del tratamiento, en particular los lodos residuales.

En el futuro, la problemática del agua será fundamentalmente urbana. Esto es cierto en particular en casos como el de Chile, en donde la población se concentrará en ciudades en un porcentaje aún mayor que en el promedio de los países desarrollados. Se estima que en 2050 el 93.1% de la población de Chile se concentrará en ciudades, lo que significará una población urbana de 19.4 millones de habitantes y, con las tendencias actuales, la mayoría concentrada en la zona Metropolitana de Santiago de Chile.

La concentración urbana en mega-urbes plantea problemas especiales. Conforme a estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas, la población en ciudades de más de 10 millones de habitantes alcanzará más de 1.000 millones de personas, en contraste con los 148 millones de habitantes que residían en ciudades de este tamaño en 1970 (United Nations. Population Division, 2012).



## AGUA Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Cada persona requiere solamente entre 2 y 5 litros diarios para beber, pero para producir los alimentos que necesita diariamente, se deben emplear entre 3.000 y 5.000 litros de agua. No es de extrañar entonces, que la agricultura sea el mayor consumidor de agua. En el mundo, la agricultura emplea alrededor del 70% del agua que se extrae de las diversas fuentes.

Debido a los procesos demográficos antes esbozados, el futuro del uso agrícola del agua presenta retos mayores. Para 2050, la demanda de alimentos se duplicará. En plazo tan breve como 2030, se requiere incrementar la producción de alimentos en un 50%. Se estima que para ese año, casi 55% de la población del mundo dependerá de importaciones de alimentos como resultado de la escasez de agua en sus países (World Economic Forum, 2011), todo ello en un ambiente de mayor volatilidad de los precios.

Si no se hacen cambios sustanciales en la agricultura, la demanda de agua para el uso agrícola aumentará entre 70 y 90% para el año 2050 (Evaluación exhaustiva del manejo del agua en la agricultura, 2007). Afortunadamente existen soluciones, que principalmente consisten en incrementar la productividad del agua, es decir la producción en toneladas por unidad de agua empleada, lo que se ha logrado en diversas regiones del planeta. Sin embargo, este no es un proceso que ocurra automáticamente; se requiere de políticas y estímulos específicos. De lo contrario, algunas regiones experimentarán mayor escasez de alimentos.

Una cantidad importante del agua extraída para la agricultura se pierde en pérdidas de conducción o parcelarias. La eficiencia del uso del agua en la agricultura, en el mundo, es aún muy baja, por lo común menor al 50%, por lo que una de las prioridades para una buena gestión del agua, es la modernización de los sistemas de riego, tanto en las redes de conducción y distribución como en el uso parcelario.

En Chile, la agricultura emplea el 77.8 % del uso consuntivo de agua, con una eficiencia promedio de entre 45 y 60% en las regiones norte y centro, donde se registra la mayor escasez (McPhee, y otros, 2012). En este aspecto, es indispensable mejorar las capacidades técnicas, administrativas y de organización empresarial de los productores.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS HIDROCLIMATOLÓGICOS EXTREMOS

Los principales análisis científicos están de acuerdo en que el cambio climático incrementará la temperatura media y la probabilidad de eventos climáticos extremos (UNESCO, 2009).

Se espera que en el transcurso de este siglo se produzca un aumento de la temperatura media global que puede alcanzar los 4°C (IPCC, 2013). En el caso de Chile, se esperan disminuciones en la precipitación en las cuencas centrales y del norte, que podrían alcanzar entre el 30 y 40%, (McPhee, y otros, 2012) y de 5 a 15 % hacia mediados del siglo XXI (Ministerio de Medio Ambiente, 2014) La disminución de los glaciares será un problema mayor en la región andina, que ya está afectando seriamente a los glaciares de la región sur. Desafortunadamente, la magnitud de la disminución prevista está sujeta a gran incertidumbre que, para reducirse, requiere de información y modelación regionales, así como mejores modelos locales lluvia-escurrimiento para transformar precipitación en escurrimiento (Buytaert, y otros, 2010).

Las predicciones de temperatura y precipitación medias están basadas en los resultados de modelos de circulación general. El IPCC ha realizado una estimación del desempeño de estos modelos haciendo una comparación entre sus resultados y el clima observado durante el período 1980-1999. En lo que respecta a la temperatura, cuando se analizan los resultados multimodelo (el promedio de 23 modelos de circulación general), el error de estimación (es decir la diferencia entre lo observado y el modelo) es raramente mayor a 2°C, si bien los modelos individuales pueden mostrar errores cercanos a 3°C (Randall & Word, 2007). No obstante, el IPCC hace notar que "las características en escalas grandes son simuladas con mayor exactitud que las escalas regionales", por lo que es indispensable realizar estudios de las tendencias observadas a escala local, sobre todo en regiones con hidrografías complejas, como ocurre en la mayor parte del territorio chileno. En este sentido, la falta de información hidrometeorológica es uno de los principales problemas en el ámbito latinoamericano.

Por otra parte, el número y, sobre todo, el impacto social y económico de los desastres naturales relacionados con el clima (inundaciones, sequías, tormentas tropicales y ondas de calor, principalmente), se incrementa de manera continua.

De acuerdo con la World Meteorological Organization (WMO 2014), entre 1970 y 2012, se reportaron en el mundo 8.835 desastres producidos por sequías, inundaciones, tormentas de viento, ciclones tropicales, temperaturas extremas, deslizamientos de tierra e incendios, o bien

TABLA 1

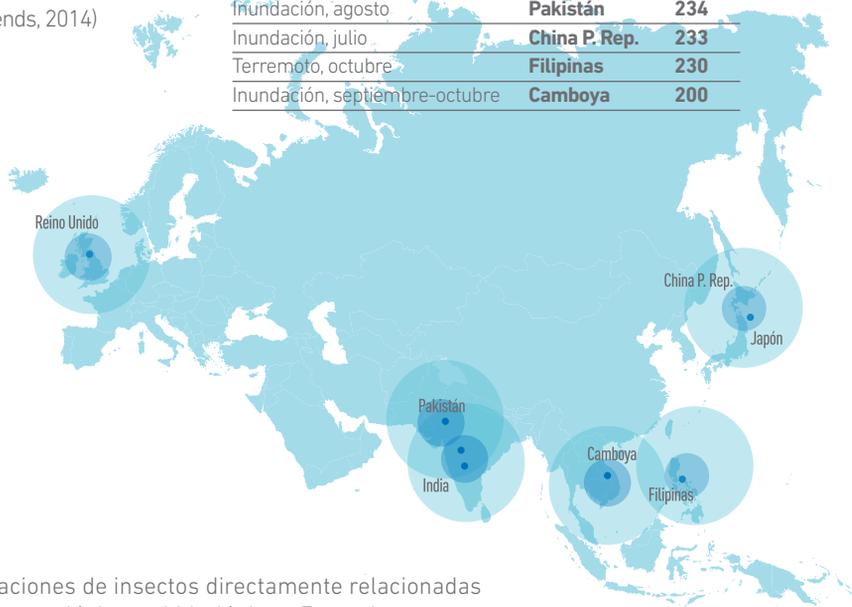
Diez desastres naturales que causaron mayor número de muertes en 2013

(Guha-Sapir, Hoyois, & Below, Annual Disaster Statistical Review 2013. The numbers and trends, 2014)

Ciclón (Haiyan), noviembre	<b>Filipinas</b>	<b>7,354</b>
Inundación, junio.	<b>India</b>	<b>6,054</b>
Onda de calor, julio.	<b>Reino Unido</b>	<b>760</b>
Onda de calor, abril-Junio.	<b>India</b>	<b>557</b>
Terremoto, septiembre	<b>Pakistán</b>	<b>399</b>
Onda de calor, mayo-septiembre	<b>Japón</b>	<b>338</b>
Inundación, agosto	<b>Pakistán</b>	<b>234</b>
Inundación, julio	<b>China P. Rep.</b>	<b>233</b>
Terremoto, octubre	<b>Filipinas</b>	<b>230</b>
Inundación, septiembre-octubre	<b>Camboya</b>	<b>200</b>

2013  
16,359

Nº total de muertes



epidemias o infestaciones de insectos directamente relacionadas con condiciones meteorológicas e hidrológicas. Estos desastres produjeron 1,94 millones de muertes y pérdidas económicas por 2,4 trillones de dólares. Los diez peores desastres reportados ocurrieron principalmente en países con menor desarrollo.

En el año 2013, de acuerdo con el reporte del Centre for Research on the Epidemiology and Disasters (Guha-Sapir, Hoyois, & Below, Annual Disaster Statistical Review 2013: The numbers and trends, 2014), los daños por desastres meteorológicos ascendieron a 52.400 millones de dólares, 21% superior al promedio anual del período 2003-2012. Dos de estos desastres fueron causantes de 13,408 muertes.

Si bien las tendencias en el número de fallecimientos por cada evento se han venido reduciendo, probablemente gracias a mejores planes de atención en las fases previa y durante estos desastres, el número de muertes es aún muy elevado, como se aprecia en la Tabla 1, en la que se muestran los diez principales desastres causantes de muertes en el mundo ocurridos durante 2013. Es de notar que ocho de los diez mayores desastres, en términos de pérdida de vidas humanas, estuvieron relacionados con clima extremo.

## GESTIÓN DEL AGUA Y GOBERNANZA HÍDRICA

Si bien la administración del agua ha sido una constante desde los orígenes de la civilización, la preocupación por su manejo integrado es mucho más reciente. Un punto de inflexión puede considerarse la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Ambiente, realizada en Dublín en 1992, y en la que se enunciaron algunas recomendaciones básicas para disminuir la escasez del agua, que ya entonces ocasionaba dificultades y conflictos a nivel local, nacional e internacional.

No obstante, en la mayor parte del mundo, la gestión del agua no ha mejorado lo suficiente como para detener o revertir la tendencia al deterioro de los recursos hídricos. Al contrario, la preocupación se ha incrementado a tal punto que en una encuesta realizada por el Foro Económico Mundial en 2012 entre 500 líderes y expertos asistentes a esa reunión (citada en las conclusiones de la semana mundial del agua de ese mismo año; -SIWI, 2012-), la escasez de agua fue ubicada entre los tres mayores riesgos que enfrenta la humanidad.

En el 6° Foro Mundial del Agua, celebrado en Marsella, Francia, en marzo de 2012, una de las conclusiones principales fue que las "sociedades actuales enfrentan una crisis en el manejo del agua, misma que podría caracterizarse como una crisis de gobernanza (World Water Council, 2012)".

Es evidente que se requiere mayor inversión en conocimiento y desarrollo tecnológico. No obstante algunas soluciones técnicas eficaces para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la productividad son conocidas desde hace décadas. Cabe entonces la pregunta sobre las razones por las que estas soluciones no se han adoptado de manera amplia. La respuesta es en parte económica, pues ciertamente se requieren importantes inversiones en modernización del riego. Sin embargo, numerosos expertos coinciden en que la razón principal es una gestión del agua insuficiente, causada en buena medida por una pobre gobernanza del agua.

La "gobernanza hídrica", se puede definir, en su sentido más comúnmente aceptado, como fue propuesto por la Asociación Global del Agua, GWP por sus siglas en inglés (Rogers & Hall, 2003), y que ha sido adoptado por la OCDE (Akhmouch, 2012), entre otras organizaciones:

***"La gobernanza del agua hace referencia al conjunto de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos implementados para el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de saneamiento en los diferentes niveles de la sociedad".***

La gobernanza hídrica supone entonces la existencia de políticas públicas claras, un marco jurídico adecuado, así como sistemas de participación social e instituciones apropiadas y con las capacidades necesarias. Supone también

Tabla 2. Desafíos clave de gobernabilidad multinivel en la formulación de políticas del agua en los países de América Latina y el Caribe (OCDE, 2012).

Brecha "importante" o "muy importante"	Número de países	Ejemplos
Brecha de políticas	12 de 12	Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana
Brecha de rendición de cuentas	11 de 12	Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú.
Brecha de financiamiento	10 de 12	Argentina, Chile, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana
Brecha de capacidades	9 de 12	Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú
Brecha de información	9 de 12	Argentina, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú
Brecha administrativa	6 de 12	Brasil, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú
Brecha de objetivos	4 de 12	Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua

la coordinación entre los diversos actores y en los diferentes ámbitos territoriales, un concepto que la OCDE traduce como "gobernanza multinivel".

La OCDE propone analizar la situación política administrativa en la que está inmersa la gestión del agua, a través de la gobernanza multinivel, la que es definida como "la distribución explícita o implícita de la autoridad, de la responsabilidad y el desarrollo e implementación de las políticas en los diferentes niveles administrativos y territoriales, es decir, i) a través de los diferentes ministerios u organismos públicos a nivel del gobierno central (superior horizontal); ii) entre las diferentes capas de gobierno en los niveles locales, regionales, provinciales/estatales, nacionales y supranacionales (verticalmente), iii) a través de los diferentes actores a nivel sub-nacional (inferior horizontal) (OECD, 2011)".

Asimismo, mediante el Análisis de Brechas, ofrece a los tomadores de decisiones y a los diseñadores de políticas una metodología que posibilita la identificación de deficiencias -brechas- de implementación, mediante el análisis de grandes temas clave que desde la óptica del analista, deben considerarse prioritarios para mejorar la gestión del agua. Con esta metodología es posible determinar las principales brechas de gobernanza hídrica.

En la Tabla 2 se muestran los desafíos claves de gobernanza multinivel en América Latina (Akhmouch, 2012). La OCDE determinó estas

brechas mediante un cuestionario sobre gobernabilidad del agua que los propios países respondieron. Según este estudio, Chile muestra brechas importantes en políticas, rendición de cuentas, financiamiento y capacidades. Conforme a otros diversos análisis de la situación del agua en Chile, se puede concluir que la gobernanza del agua en el país enfrenta también retos importantes de falta de información hidrológica y de calidad del agua, en fuentes superficiales y subterráneas, así como del uso real del recurso. Un sobre concesionamiento, favorecido por un esquema de asignación que hace del agua un bien privado y que no obliga a su consumo, aunado a un esquema de concesiones temporales, que ahora se trata de revertir. La fragmentación institucional de la gestión del agua, que hace difícil la coordinación y control de los aprovechamientos, y la concentración de la propiedad del agua (ver por ejemplo: McPhee, y otros, 2012; Larraín, 2012; Larrain & Poo, 2010).

## CONSIDERACIONES FINALES

La relación entre agua y sociedad se encuentra en muchas regiones en condición crítica, en el sentido de que se encuentran lejos de alcanzar la seguridad hídrica. No obstante, debido a los factores principales comentados en este texto, los retos en el futuro inmediato, en el período 2030-2050 son aún mayores. La única manera de enfrentarlos con éxito es iniciar cuanto antes una verdadera revolución en el manejo del agua, que tenga como objetivo inmediato lograr la seguridad hídrica de manera sostenible, en un plazo que no puede ser mayor a 20 años, cuando los problemas sociales que la escasez de agua produciría, de no tomarse acciones, serían muy graves y probablemente irreversibles en muchas regiones. La mejor manera de lograrlo, probablemente la única, es por medio de la gestión integrada del agua, que involucra la participación de gobiernos y sociedad, pero con la seguridad hídrica como el claro objetivo de cualquier plan hídrico.

## REFERENCIAS

- Akhmouch, A. (2012). Water governance in Latin America and the Caribbean: a multilevel approach. OCDE.
- Bigas, H. (. (2012). The global water crisis: addressing an urgent security issue. Papers of the InterAction Council. Hamilton, Canada: UNU-INWEH.
- Buytaert, W., Vuille, M., Dewulf, A., Urrutia, R., Karmalkar, A., & Céleri, R. (2010). Uncertainties in climate change projections and regional downscaling in the tropical Andes: Implications for water resources management. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14.
- Evaluación exhaustiva del manejo del agua en la agricultura. (2007). Agua para la alimentación. Agua para la vida. Eartscan y Colombo: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Grey, D., & Sadoff, C. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 545-571.
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. (2014). Annual Disaster Statistical Review 2013. The numbers and trends. Brussels, Belgium: Centre for research on the epidemiology of disasters (CRED). Université Catholique de Louvain.
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. (2014). Annual Disaster Statistical Review 2013: The numbers and trends. Brussels: Centre for research on the epidemiology of disasters (CRED). Université Catholique de Louvain.
- IHP-UNESCO. (2012). International Hydrological Programme (IHP) Eighth Phase. "Water Security: responses to local, regional, and global challenges". Strategic Plan. IHP-UNESCO.
- IPCC. (2013). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2103: The Physical Basis*. Contribution of the Working Group I to the fifth AR of the IPCC. (D. Q. Stokker T.F., Ed.) Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press.
- Jimenez, B. (2015). Responding to the challenges of water security: the eighth phase of the International Hydrological Programme, 2014-2021. (IAHS, Ed.) *Hydrological Sciences and water Security: Past, Present and Future*. doi:10.5194/piahs-366-10-2015
- Larraín, S. (2012, agosto 11). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. (C. d. Públicas, Ed.) Polis. Retrieved agosto 24, 2015, from polis.revues.org
- Larraín, S., & Poo, P. (. (2010). Conflictos por el agua en Chile. Entre los derechos humanos y las reglas del mercado. Chile sustentable.
- Martínez-Austria, P. F. (2013, noviembre-diciembre). Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y Ciencias del Agua*, IV(5), 165-180.
- McPhee, J., De la Fuente, A., Herrera, P., Niño, Y., Olivares, M., Sancha, A. M., . . . Vargas, X. (2012). El sector del agua en Chile. Su estado y sus retos. In B. Jiménez Cisneros, & J. (GaliziaTundisi, *Diagnóstico del Agua en las Américas* (pp. 169-192)). Ciudad de México: Red Interamericana de Academias de Ciencias y Foro Consultivo y Tecnológico .
- Ministerio de Medio Ambiente. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Santiago, Chile: Oficina de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente.
- Mukhtarov, F., & Gerlak, A. K. (2014). Epistemic forms of integrated water resources management: towards knowledge versatility. *Policy Sci*, 47, 101-120.
- OECD. (2011). Water governance in OECD countries: a multilevel approach. Paris: OECD Studies on Water.
- Randall, D. A., & Word, r. A. (2007). Climate models and their evaluation. In IPCC, *Climate 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 589-662). Cambridge: IPCC.
- Rogers, P., & Hall, A. W. (2003). Effective water governance. Technical paper No. 7. Global Water Partnership.
- SIWI. (2012). Overarching conclusions on water and food security. *WorldWaterWeek 2012*. Stockholm: Stockholm International WaterInstitute.
- UNESCO. (2009). Water in a changing world. The United Nations World Water Development Report 3. *World Water Assessment Program*. London: UNESCO-Earthscan.
- United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- United Nations. Population Division. (2012). *World urbanization prospects. The 2011 revision. Highlights*. New York: United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division.
- UN-Water. (2008). Status report on integrated water resources management and water efficiency plans for CSD16. UN Water.
- UN-Water. (2013). *Water Security and the Global Water Agenda*. Ontario, Canada: United Nations University.
- Water Resources Group. (2009). *Charting our water future. Economic frameworks to inform decision makers*. Netherlands: The 2030 Water Resources Group.
- World Economic Forum. (2011). *Water Security. The water-food-energy nexus*. London: Island Press.
- World Meteorological Organization. (2014). *Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970-2012)*. Geneva.
- World Water Council. (2012). *Condition for success. Good governance. Key messages and outcomes*. 6th WorldWaterForum. Marseille.



# 03

POLÍTICAS HÍDRICAS  
Y LEYES DEL AGUA



---

“El grado de crisis por el agua o de conflictos para su uso, percibidos por la sociedad y recogida por los políticos, juega un rol muy importante en la definición del alcance de la ley, la selección de los comandos y controles y el rigor puesto en su aplicación...”

**CAPITULO 03**

# **POLÍTICAS HÍDRICAS Y LEYES DE AGUA**

*Axel C. Dourojeanni*

Todos los países de la región y del mundo están y estarán siempre en la búsqueda de encontrar "un modelo ideal de gestión de las intervenciones sobre el agua y las cuencas" porque este modelo universal no existe y quizás nunca exista ya que las situaciones que condicionan la gestión del agua cambian constantemente. A pesar de ello hay ciertos consensos sobre lo que se considera mínimamente necesario para lograr una adecuada gestión del agua y del territorio y que se presentan en una serie de estudios. En general, una buena parte de los problemas nace por deficiente y lenta adaptación de los modelos de gestión del agua a los cambios, tanto por parte del Estado como de los usuarios del agua y por la prevalencia de ideologías e ideas preconcebidas sobre los mejores instrumentos de gestión<sup>2</sup>.

En varias ocasiones, cuando se hacen evidentes las falencias de gestión por efecto del clima, aumento de demandas y conflictos por el uso, se tiende a reducir el debate a culpar a las leyes vigentes, a los servicios de abastecimiento de agua potable y más aún resumir todo en privatizar o estatizar el agua para solucionar el problema. Pero eso no es suficiente, ya que en materia de gestión de agua no hay soluciones fáciles o universales. Ha sido probado que las mejores soluciones son aquellas de carácter público-privado que se logran luego de largos procesos de aprendizaje y adaptación a las condiciones de cada país y de cada cuenca. El Estado no puede dejar de cumplir sus roles para bien de su población y el ambiente y los privados deben hacerse cargo de usar el agua respetando las leyes vigentes y al mismo tiempo deben hacerlo en forma productiva.

2. En Australia, el año 2001, se estaba elaborando una segunda generación de leyes para la gestión de los recursos naturales orientadas a ser más vinculadas a objetivos y metas claramente identificadas (Target based Laws) y a obtener resultados de gestión de recursos naturales identificados con regiones (Regionalised resources management outcomes) y con participación de actores locales. Ref: Basado Mary Maher, Jon Nevill y Meter Nichols "Achieving river integrity through NRM and ICM legislative frameworks. International River Symposium., August 29-31 2001 Brisbane, Australia



## REFORMAS LEGALES

Los países de América Latina no son propensos a revisar con periodicidad sus leyes, lo que permitiría adaptarse paulatinamente a los cambios, producto del incremento de las demandas de agua, las variaciones climáticas y el comportamiento de los usuarios, la economía y los impactos ambientales. Cuando no se logra mejorar progresivamente las leyes y las organizaciones, ocurren "cambios profundos" cada 30 a 40 años los que muchas veces están dominados no por la práctica sino por las reacciones a situaciones de evidente impacto negativo, cambios muchas veces dominados por las ideologías del gobierno de turno como ocurrió en Perú en 1969 bajo el gobierno de J. Velasco Alvarado y en Chile bajo el gobierno de A. Pinochet Ugarte<sup>3</sup>. Cuando no se adaptan las leyes y las organizaciones en forma paulatina, los sectores afectados reclaman y argumentan que con la ley y la organización público y privada actual no son capaces de hacer lo que se debe a tiempo, con la escala debida y con el compromiso adecuado para gestionar el agua en forma sustentable. Sólo cuando el daño o el conflicto en relación al agua o la cuenca es evidente es que se toma la decisión de actuar lo que en general, ocurre en forma tardía.

Se suele apreciar en los usuarios del agua que, entre la percepción inicial de que la reducción en la disponibilidad del agua puede ser algo real, pueden pasar más de 30 años. Primero los usuarios y el Estado pasan por una etapa de negación a lo que posteriormente viene una etapa de apropiación de agua por parte de los usuarios a costa del medio ambiente, comprando o simplemente robando agua a otros; luego viene la etapa de asimilación donde se ve que la situación empeora adoptando medidas individuales de uso eficiente del agua aún disponible. Finalmente se pasa a la etapa de aceptación donde se reconoce que si no se trabaja a nivel de cuenca con otros usuarios y con el Estado le será imposible enfrentar solo los desafíos. Muy similar por cierto a lo que pasa en las personas con el cambio de clima.

La necesidad de cambios "profundos" en la legislación y organización pública y privada para gestionar el agua y con ello mejorar la posibilidad de alcanzar cierta seguridad hídrica, se debe por lo tanto a la lentitud de reacción. Estos cambios no deben ser emotivos ni ideológicos, deben basarse en propuestas de mejoramiento sustentadas por situaciones sentidas, observadas y medidas sobre conflictos vinculados al mal uso del agua, de los recursos naturales o del territorio, y no de un simple deseo por intereses ajenos al tema para pretender cambiar una ley o una organización. Por ello, una

3. Los cambios totales de leyes de agua en los países de la región tienen una frecuencia de 30 a 40 años, sin embargo, los cambios institucionales para aplicar la ley no superan los 5 a 3 años y muchas veces menos. Perú y Ecuador hace relativamente poco cambiaron sus leyes de Agua. Chile y México las tienen en revisión al igual que El Salvador y Guatemala. Al respecto Estanislao Arana García, catedrático de Derecho administrativo de la Universidad de Granada sostiene que "como todos los ámbitos o sectores esenciales para el desarrollo de la sociedad, el Derecho de aguas se encuentra en permanente cambio y transformación. Al igual que ocurre en ámbitos como el de las telecomunicaciones o la energía, la gestión de un recurso escaso y de tanta trascendencia económica, social y ambiental como el agua, está sometido a continua revisión y propuestas de mejora. La definitiva toma de conciencia ambiental de nuestra sociedad hace que la gestión del agua tenga que encontrar el necesario punto de equilibrio entre la preservación de sus esenciales valores ambientales y su papel como recurso esencial para la actividad económica. La búsqueda del desarrollo sostenible con el agua, se convierte, bajo mi punto de vista, en la piedra angular de su gestión..."

*Entrevista del Agua 20.07.2015. <http://www.iagua.es/noticias/espana/universidad-granada/15/07/15/busqueda-desarrollo-sostenible-agua-es-piedra-angular>*

nueva ley en materia de gestión de recursos hídricos y una reorganización institucional debe ser orientada hacia el logro de objetivos claros, reconociendo las variaciones territoriales y climáticas, en relación a los resultados esperados en la práctica, metas que deben ser explícitas y presentadas inicialmente como parte de los principios que guiarán las reformas.

Existen usualmente dos escenarios subyacentes en las propuestas de cambio legal.

- **Uno referido a un “sistema hídrico perfectamente intervenido”,** que permitiría asegurar cierta seguridad hídrica, es decir gestionar las intervenciones en el territorio de un país delimitado por razones hidrológicas, dentro del cual se logre compatibilizar intervenciones de muchos actores para satisfacer intereses y demandas de agua en calidad, cantidad y tiempo en función de su disponibilidad. Se persigue, que a pesar de intervenir en las cuencas y que el agua se use para satisfacer múltiples intereses, se logre que los cuerpos de agua no se contaminen, que se conserven áreas sensibles como humedales, glaciares y zonas costeras; que se de una relativa seguridad hídrica a la población y la producción; que se vele por el acceso equitativo al agua y al llamado derecho humano al agua. Y que el territorio sea ocupado siguiendo zonificaciones y ordenamiento adecuado, que se tenga además capacidad de mitigación de efectos de inundaciones y sequías; que existan las obras hidráulicas necesarias con mínimo impacto ambiental y que se logre la conciliación de intereses de cientos de actores con el mínimo de conflictos. Es la imagen, visión o escenario deseado de carácter físico sustentable, que articula intereses sociales, ambientales y económicos a largo plazo.
- **El segundo escenario es el legal e institucional.** Es el “modelo de gobernanza ideal”, que en teoría permite alcanzar los objetivos anteriores. Las políticas se expresan como medios o instrumentos para lograr los fines anteriores. Van desde la promulgación de leyes de agua y de ordenamiento de usos del territorio hasta la definición de instrumentos de gestión tales como declarar que la gestión se debe hacer por cuencas; con participación de los usuarios, el Estado y la sociedad civil organizada; que la gestión requiere disponer de información y conocimiento; el financiamiento debe estar asegurado; que se deben emplear sistemas de gestión adaptativa; que se requieren sólidos organismos del Estado capaces de hacer cumplir las leyes y acuerdos con la debida fiscalización de los usos; con registros activos de usuarios, con organizaciones de usuarios, apoyo técnico y otras medidas adecuadas a cada cuenca en un país o región.



## PRINCIPIOS

Las metas se expresan usualmente en forma inicial vía principios y vía resultados por obtener, a veces señalando la vía para llegar a abordar las metas (para qué y cómo lograrlo). Por ejemplo, los principios de la Provincia de Quebec de Canadá, que moldean su legislación y organización para la gestión del agua, son los siguientes:

- **Las cuencas hidrográficas** constituyen las unidades naturales más apropiadas para la gestión de los recursos hídricos.
- **La gestión eficaz** del agua se basa en el conocimiento completo y en tiempo real del estado de las aguas y de la cuenca. Esto es una exigencia básica.
- **La gestión de las aguas** debe considerar la interdependencia de sus usos múltiples dentro del territorio de cada cuenca y debe fomentar la concertación equitativa entre los actores que las usan.
- **Las políticas del agua** y de su gestión deben apuntar a recuperar y preservar la salud de los ecosistemas de la cuenca.
- **El agua** es un recurso esencial para la vida y sus usuarios deben ser sujetos responsables y rendir cuenta en cuanto a sus usos y su deterioro.
- **Por cuenca** debe siempre tender a lograr su autonomía financiera y funcional en forma completa.
- **Las políticas hídricas** en materia de gestión del agua deben apoyarse sobre la participación de la sociedad civil y los usuarios del agua.
- **La legislación nacional**, regional y local debe adecuarse de forma de favorecer el alcance de metas de gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Una vez acordado los principios, los objetivos para lograr una gestión adecuada del agua deben expresarse en medidas concretas y cuantificables, tales como asegurar el acceso equitativo al agua y el saneamiento, prevenir desastres por carencia o excesos de agua, descontaminar cuerpos de agua, limpiar los cauces de los ríos, proteger los bordes costeros y las playas, evitar la salinización de tierras, evitar la sobre explotación de aguas subterráneas y conservar humedales, entre otros. Una política de aguas no debe limitarse a señalar derechos como el derecho humano al agua si no se preocupa de señalar cómo se va a proveer los recursos para lograrlo.

No se trata por lo tanto de priorizar objetivos basados en intereses ideológicos, por ejemplo, de privatización o de estatización<sup>4</sup>, sino que estas acciones deben ser explicitadas como necesarias para alcanzar desafíos mayores como son

4. Por ejemplo en varios casos en el Perú se ha recurrido a que el agua es "de todos" para reservar aguas de la vertiente del Atlántico para satisfacer demandas de agua en la vertiente del Pacífico sin considerar las necesidades de la población Alto Andina y sus ecosistemas. La carencia de "propiedad" sobre el agua por parte de las poblaciones indígenas y los ecosistemas permite esta situación de apropiación del agua de los más débiles a favor de las grandes inversiones lo que genera conflictos graves (Caso proyecto Majes-Siguas II entre Cusco y Arequipa y proyecto de desviación de agua hacia el río Ica (conflicto Ica-Huancavelica). Por otro lado, en el caso de Chile hay problemas también generados por la propiedad privada del agua y la carencia de prioridades de usos... lo que prueba que ninguno de los dos casos garantiza éxito en la gestión.

aquellos asociados a la gestión integrada del agua y con ello la seguridad hídrica para favorecer los abastecimientos de agua a la población y los emprendimientos productivos protegiendo el medio ambiente y las necesidades sociales. Las reformas en las modalidades de gestión, organización, leyes, funciones, centralización o descentralización deben ser consecuencia de lo observado como deficiente en la vida diaria y del efecto acumulado y proyectado de lo que se debe corregir. Los cambios en los procesos de gestión deben ser efectuados en la medida que aporten logros concretos destinados a superar deficiencias en la gestión de las aguas, actuales y proyectadas.

Recordar que las leyes “son sólo una parte de la solución de los problemas y no son la única opción ni solución...” en América Latina ello es evidente cuando la institucionalidad existente se ve en la incapacidad de hacer cumplir las leyes por carencia de recursos proporcionales a las tareas a efectuar, por falta de presencia del Estado en zonas remotas, o que estas leyes no dan cuenta de las particularidades locales y por lo tanto no se ajustan a las características de la región o cuenca donde se deben aplicar. Es decir, que gran parte del contenido de las leyes de agua simplemente no se aplican y no es que sean totalmente “malas”, aun cuando el origen de las falencias muchas veces está en la propia ley.

Según Antonio Embid y Liber Martín<sup>5</sup> la falta de eficacia o inoperancia de muchos preceptos legales es común en América Latina: indican que *“varias de las leyes de aguas analizadas han sido de escasa aplicación o se encuentran todavía sin reglamentación. En muchas ocasiones y no sólo en relación a las leyes de aguas (y de otras materias) promulgadas en la última época, se ha podido observar cómo muchos preceptos se quedan en meras actuaciones declamatorias de los respectivos parlamentos, sin que ello se traduzca luego en la organización efectiva de los aparatos públicos diseñados en las leyes, en la implantación del régimen económico indicado, en la redacción de los planes hidrológicos mencionados, o en la puesta en marcha de los principios de participación y de gestión a que se alude. Defectos técnicos, falta de regulaciones necesarias para hacer operativos determinados principios, leyes excesivamente numerosas en artículos que, muchas veces se escriben con desconocimiento de la realidad del país, mandatos, en fin, dirigidos a una administración que por sus escasos y deficientemente formados —en ocasiones— elementos personales y materiales no puede poner en marcha textos legales que igual comienza por no entender”*.

5. CEPAL Antonio Embid y Liber Martín  
“La Experiencia Legislativa del Decenio  
2005-2015 en materia de Aguas  
en América Latina, serie Recursos  
Naturales e Infraestructura, Número  
173, ISSN 1680-9017, Santiago de  
Chile, Septiembre 2015.

## OBLIGACIONES Y NO SÓLO DERECHOS

En América Latina, por otro lado, la cultura y el comportamiento de la población en relación al agua y las cuencas está aún en evolución, lo que no permite “importar” modelos de otros países en los cuales hay más adelantos. Por ejemplo se elude:

- **Cumplir por voluntad propia** (usuarios, alcaldes, sociedad) con las leyes, reglamentos y normas (no a la evasión, informalidad, corrupción, apropiación ilegal, robo).
- **Tener voluntad para hacer cumplir las leyes**, reglamentos y normas (policía del agua, fiscalización de usos, premios y castigos).
- **Cumplir con las normas y planes** de ordenamiento territorial y gestión del agua. Estos, en general, no tienen valor jurídico ni se cumplen.
- **Pagar por el costo** de los “gastos comunes” necesarios para gestionar las intervenciones sobre el agua y en una cuenca (impuesto territorial, retribuciones, canon etc.).
- **Aportar para equipar a los gestores** del agua público y privado de los recursos humanos y técnicos necesarios y dotarlos de estabilidad, roles, atribuciones y funciones acorde con su importancia.
- **Pagar por mantener** un sistema de monitoreo y contabilidad hídrica en tiempo real así como apoyar la ejecución de investigaciones en temas hídricos y ecosistemas acuáticos.
- **Planificar acciones** de inversión en obras hidráulicas a largo plazo, darle valor jurídico y recursos para cumplir con lo planificado.
- **Mantener informada** a la sociedad y a los usuarios de la situación y pronósticos vía observatorios de cuenca.
- **Controlar y evitar** por todos los medios la corrupción, evasión y abusos en los usos del agua.



## CONSIDERACIONES EN LAS LEYES DE AGUA

Las leyes en formulación deben considerar estos aspectos y no sólo indicar los derechos. Los autores australianos Mary Maher, Jhon Nevill y Meter Nichols señalan que “las leyes pueden ser igualmente opuestas a los fines de una buena gestión para lo que supuestamente fueron hechas, representar más un obstáculo que una ayuda o hasta ser irrelevantes porque no cambian nada en la práctica si ni siquiera se aplican”. Las legislaciones son el resultado de fuerzas que por un lado buscan ser universales y por el otro son dependientes del contexto en que se aplican. Evolucionan dentro de una jurisdicción, pero al mismo tiempo son impuestas sobre la misma jurisdicción”. Las leyes pueden ser utilizadas para que jueguen o no un rol central y visible. Pueden adquirir un rol de perfil alto, imponiéndose para lograr aplicar los principios preestablecidos o tener un rol menos visible, induciendo y dejando aflorar una buena parte de las iniciativas de gestión por parte de los organismos y sociedad local que se adaptan a las condiciones locales y a la evolución de las situaciones hídricas.

6. a) OECD (2015) Principles on Water Governance, Welcomed by Ministers at the OECD Ministerial Council Meeting on 4 June 2015. Directorate for Public Governance and Territorial Development. Aziza Akhmouch, Head of the OECD Water Governance Programme, Email: Aziza.Akhmouch@oecd.org – Phone number: + 33 1 45 24 79 30. Website: [www.oecd.org/gov/water](http://www.oecd.org/gov/water) b) Akhmouch, A. (2012), “Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-Level Approach”, OECD, Regional Development Working Papers, 2012/04, OECD, Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9crzqk3ttj-en>

Usualmente o idealmente los principios que se adopten deben ser el resultado de un aprendizaje tanto nacional como importado al país o región. Así la OECD<sup>6</sup>, por disposiciones como la Directiva Marco Europea del Agua y otros, identifican 12 factores clave que se consideran necesarios para tener éxito en la gestión del agua y que en teoría tendrían aplicación universal, tales como (traducción y adaptación libre):



- **Roles y atribuciones claras.** Asignar roles y responsabilidades claras, diferenciando los roles de formulación de políticas, de implementación de las mismas, de gestión operativa y de regulación. Fomentar la coordinación entre las organizaciones responsables.
  - **Gestión inter escala.** Gestionar el agua en las escalas apropiadas (gestión inter escala) dentro de sistemas de gobernanza por cuenca para que se consideren las condiciones locales en cada caso y fomentar la coordinación entre dichas escalas.
  - **Coordinación política intersectorial.** Fomentar y alentar la formulación de políticas coherentes entre diferentes sectores especialmente entre las políticas sobre el agua y medio ambiente, las políticas de salud, agricultura, energía, industria y el ordenamiento del uso del territorio en particular el uso del suelo.
  - **Autoridad y capacidad de ejecución de la gestión.** Acondicionar y adaptar el nivel de capacidades de las autoridades responsables a la complejidad que reviste el desafío de gestionar el agua así como darles el nivel de competencia requerido para cumplir sus funciones y deberes.
  - **Información con credibilidad, relevante y oportuna.** Producir, actualizar y compartir, en forma oportuna y consistente, datos e información relevante para orientar, evaluar avances y mejorar la gestión del agua y el cumplimiento del enunciado de las políticas.
  - **Financiamiento continuo y adecuado.** Asegurar que los sistemas de gobernanza del agua cuenten con las fuentes de financiamiento necesarios para el cumplimiento de sus metas. El financiamiento debe ser continuo y su recaudación e inversión debe ser efectuada en forma transparente, eficiente y a tiempo.
  - **Marcos regulatorios adecuados y aplicados.** Asegurarse de disponer de un sólido marco regulatorio y que éste sea implementado efectivamente así como fiscalizado en bien del interés público.
  - **Innovación continua en la gestión.** Promover, incentivar la adopción e implementación de medidas de gestión innovadoras en todos los niveles de gestión pública, privada (usuarios) y sociedad.
  - **Transparencia en las acciones.** Mantener un sistema intachable de prácticas de gestión transparente que cruce todo el sistema de gestión de tal forma de rendir cuentas y lograr la confianza y credibilidad de los usuarios y sociedad.
  - **Participación y compromiso.** Promover y facilitar la participación de los usuarios y la sociedad de tal forma que participen informados y aporten conocimiento al diseño y alcance de las políticas y metas a ser alcanzadas.
  - **Coordinación y negociación inter sectorial y generacional.** Alentar que dentro del sistema de gobernanza se logren acuerdos e intercambios entre los diversos usos del agua, urbana, rural productiva y entre generaciones.
  - **Monitoreo revisión adaptación.** Mantener siempre un sistema de monitoreo y de evaluación del avance de la implementación de las políticas de tal forma de poder hacer ajustes cuando ello sea necesario.
- Es importante destacar que el grado de crisis por el agua o de conflictos para su uso, sentidos por la sociedad y recogida por

los políticos, juega un rol muy importante en la definición del alcance de la ley, la selección de los comandos y controles y el rigor puesto en su aplicación así como en la demanda de rendimiento de cuentas por lo efectuado al aplicarla. En el caso de Chile, en 1981 la legislación fue formulada bajo un sistema político de economía liberal de libre mercado que llevó a la entrega de derechos de agua sin pago alguno, a perpetuidad y hereditarios, apostando al mercado para lograr una asignación económica eficiente, pero descuidando los temas sociales y ambientales. En Perú en 1969 bajo un régimen de tendencia política izquierdista-nacionalista se elaboró una ley de aguas bastante técnica, pero orientada al agro y en apoyo a la reforma agraria, gestionada por distritos de riego y con una autoridad en primera instancia que era un administrador técnico de distritos de riego, descuidando otros usos y el financiamiento. Es decir, que las leyes de agua muchas veces se formulan con sesgos de las orientaciones de los gobiernos de turno, dejando de lado principios que deben ser universales.

7. Ecuador: Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua Año II - N° 305 Quito, miércoles 6 de agosto de 2014. La Asamblea Nacional discutió y aprobó el proyecto de ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, en primer debate el 10 de noviembre de 2009; en segundo debate el 4, 6 y 13 de mayo de 2010, el 5 y 24 de junio de 2014; y, su objeción parcial el 31 de julio de 2014.
8. El abogado Luis Simón Figueroa del Río fue el consultor a cargo de elaborar el anteproyecto de ley de aguas del Perú a semejanza del Código de aguas de Chile y dio origen a numerosos debates públicos varios convocados por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Este anteproyecto fue finalmente rechazado.

Muchas veces las leyes de agua en los países de América Latina se debaten durante años. Circulan 30 a 60 versiones previas sin que se llegue a acuerdos. Se agregan más y más artículos, se fomentan marchas y contramarchas contra los proyectos de ley, como sucedió en Ecuador al punto que el gobierno abandonó la idea de la reforma el 2010 y la retomó posteriormente, aprobándose finalmente el año 2014<sup>7</sup>. En Perú, en el primer y segundo gobierno de Fujimori (década del 90) sucedió lo mismo. Se elaboraron numerosos anteproyectos y finalmente se descartó, en su segundo gobierno modificar la ley de aguas, por las consecuencias políticas que implicaba hacerlo. En el caso peruano, y en otros países de la región, la polarización sobre las orientaciones de la ley también fue motivada por la promoción que hacían ciertos consultores contratados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM) para promover la adaptación del Código de Aguas de Chile (en Perú fue evidente la presión para adoptar el modelo del Código de Chile<sup>8</sup>, presionado por préstamos retenidos bajo la condición de aprobarlos. Así en varios países pueden pasar años sin cambios legales hasta que casi de un día para el otro se aprueba una nueva ley de aguas si hay decisión política de hacerlo. Así algunos cambios en las legislaciones se pueden aprobar de un día para otro, con inclusiones imprevistas y en cuyos casos muchas veces los expertos tienen apenas tiempo para introducir aspectos esenciales que son ignorados en el apuro e ímpetu político del momento para sacar la nueva ley.

## GESTIÓN DEL AGUA EN CHILE

La gestión del agua en el país tiene una larga tradición y experiencia como resultado natural de tener que lidiar con zonas y períodos de escasez, ríos cortos de gran pendiente y caudalosos en épocas de avenidas. Ello ha obligado a usuarios y habitantes a lidiar con los extremos con que se presenta el agua, desarrollando una serie de aptitudes positivas pero que quedaron obsoletas frente al crecimiento de las demandas y otros factores. Una característica importante de la geografía chilena es la enorme variación de condiciones climáticas a lo largo y ancho del país. Se dispone de 101 cuencas relativamente pequeñas y en gran medida con pendiente pronunciada. Chile se ha caracterizado por una mayor estabilidad en sus sistemas de gestión del agua tanto por parte del sector público como de los usuarios privados y en general una buena capacidad de gestión en materia de distribución de aguas superficiales pero muy pobre gestión de las aguas subterráneas y las cuencas. La situación de la gestión del agua está reflejada en el reciente informe del Banco Mundial sobre la situación de la gestión del agua en Chile<sup>9</sup>, entre varios otros informes disponibles. El país tiene una ley de aguas, denominada Código de Aguas, muy particular por entregar derechos de agua a perpetuidad y sin pago alguno, (salvo un pago si no usa el derecho, condición incorporada a la ley en forma posterior de su promulgación en 1981). El Estado reconoce y apoya las diferentes formas de organización de usuarios: comunidades de agua superficial y subterránea, asociación de canalistas y Juntas de Vigilancia, pero no considera aún la gestión integrada del agua por cuenca ni genera las bases para crear organizaciones a este nivel. Las funciones y roles asociados a la gestión del agua están esparcidas entre numerosos organismos públicos. Por otro lado, el Código de Aguas no reconoce las particularidades climáticas, sociales y económicas diferentes que hay entre cuencas y regiones. Durante años el modelo chileno de gestión del agua basado en una ecuación<sup>10</sup> que señala que "si hay propiedad sobre el agua (seguridad jurídica) hay mercado y si hay mercado se genera automáticamente una asignación eficiente del agua", fue tomado como un referente de estudio por su singularidad. Para generar el mercado de aguas la entrega de derechos de agua se ha hecho sin costo, bajo el solo expediente de probar su existencia. La entrega de derechos es a perpetuidad, sin pago alguno por usarlos, transables en un mercado y administrados por los propios poseedores de los derechos. Es un modelo defendido por los poseedores de los derechos, pero cuestionado legítimamente por otros por no considerar entre otros los temas ambientales y sociales, aspectos esenciales para lograr una

9. Banco Mundial, Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: Región para América Latina y el Caribe; CHILE, Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos, Santiago de Chile, 31 de marzo de 2011.

10. Es evidentemente una ecuación incompleta que ignora el ambiente y las necesidades sociales.

11. Axel C. Dourojeanni y Andrei Jouravlev: "El Código de Aguas de Chile: Entre la ideología y la realidad", CEPAL Santiago de Chile, octubre de 1999. Este trabajo es una actualización de la versión (LC/R.1897), publicada con fecha 30 de marzo de 1999. Publicación de las Naciones Unidas LC/L.1263-P, ISBN: 92-1-321531-2, Copyright © Naciones Unidas, octubre de 1999.
12. Carl Bauer, Siren Song: Chilean water law as a model for international reform (2004) [hereinafter Bauer, siren song]; Carl j. bauer, against the current: privatization, water markets, and the state in Chile (1998); Carl j. Bauer, Slippery Property Rights: Multiple Water uses and the Neoliberal Model in Chile, 1981-1995, 38 Nat. Resources j. 109 (1998). Note: Carl Bauer is Associate Professor, School of Geography and Development, University of Arizona, Tucson, Ariz, where he also directs the Graduate Certificate in Water Policy. Bauer has a Ph.D. from the University of California-Berkeley Law School, an M.S. in Geography from the University of Wisconsin-Madison, and a B.A. in Geology from Yale University.
13. Incorporado tardíamente en muchos casos.
14. Remediado sólo en parte por el pago por la patente por no uso de agua.

buena gestión de las intervenciones sobre el agua y las cuencas. Un documento de la CEPAL denominado "El Código de aguas de Chile: Entre la ideología y la realidad"<sup>11</sup> puso en alerta sus debilidades, sus aciertos y sus posibles consecuencias a futuro. Hasta ese momento el Código se había tomado como un referente por varios autores que sólo veían las ventajas de la reasignación del recurso en forma expedita, sin intervención del Estado y por ende sin dejarlo a la discrecionalidad de un funcionario público que puede ser muy perjudicial para los que no pueden defender sus recursos so pretexto que son de la nación como el caso citado sobre los proyectos de trasvase en Perú. Otros autores como Carl Bauer<sup>12</sup> profundizaron el estudio del Código, señalando sus efectos tanto positivos como negativos. Fueron estudios desprovistos de ideología que buscaban analizar e interpretar los efectos del Código.

Los informes disponibles sobre la gestión del agua en Chile, elaborados por diversas organizaciones, señalan las siguientes preocupaciones en materia de gestión de agua (no todas ciertamente atribuibles al Código de aguas, ya que a ello se sobrepone una gestión inadecuada): preocupaciones por los caudales ambientales<sup>13</sup>, deficiencia de información hidrológica e hidrogeológica, especulación por acaparamiento de derechos que no se usan<sup>14</sup> gestión del agua por secciones o tramos de río, carencia de conocimiento sobre las compras y ventas de



derechos, mercado de agua no regulado, entrega de más derechos de agua que agua disponible (derechos de papel), el atraso en inversiones en obras hidráulicas, sobreexplotación de acuíferos, deficiente o débil organización de usuarios, contaminación del agua y pérdida de humedales y glaciares, problemas de inundación y ocupación desordenada del territorio, conflictos entre usuarios del agua y habitantes sobre todo en materia de construcción de centrales hidroeléctricas así como factores políticos e ideológicos. Todo ello ha generado una serie de propuestas de cambio en la ley vigente y en la institucionalidad.

En Chile los cambios en la ley y en la institucionalidad han sido hasta la fecha extremadamente lentos<sup>15</sup>, habiéndose sólo logrado establecer legalmente la patente por no uso del agua en un intento de activar el mercado del agua y reducir la especulación<sup>16</sup>. No obstante, en los últimos años se elaboró una serie de documentos señalando la necesidad y relativa urgencia de mejorar los sistemas de gestión del agua tanto como modificar artículos legales. La Comisión de recursos hídricos, sequía y desertificación de la honorable Cámara de diputados, el Informe del Delegado Presidencial<sup>17</sup> y antes propuestas del Instituto de Ingenieros<sup>18</sup>, de la Asociación Nacional de Empresas Sanitarias (ANDESS)<sup>19</sup>, la Comisión Nacional de Riego (CNR), de la Fundación Chile (FCh) y las conclusiones de numerosos eventos nacionales sobre el agua así como el

15. La Ley 20.017/2005, que modificó el D.F.L. N°1122/1981 Código de Aguas, incorporó el pago de una patente anual a beneficio fiscal, por la no utilización de las aguas (no uso de los derechos de aprovechamiento de aguas). La calificación del uso o no uso de las aguas, se basa en la existencia, o no, de las obras de captación de las aguas, y de las que permiten su conducción. En el caso de los derechos no consuntivos, son necesarias también las obras que permiten la restitución de las aguas. Ref. Presentación Pago de Patente por no utilización de aguas Título XI, I Daniela Vidal Ferrúz, Directora Regional de Aguas (S), Valparaíso, 07 Enero 2014.

16. La Ley 20.017/2005, que modificó el D.F.L. N°1122/1981 Código de Aguas, incorporó el pago de una patente anual a beneficio fiscal, por la no utilización de las aguas (no uso de los derechos de aprovechamiento de aguas). La calificación del uso o no uso de las aguas, se basa en la existencia, o no, de las obras de captación de las aguas, y de las que permiten su conducción. En el caso de los derechos no consuntivos, son necesarias también las obras que permiten la restitución de las aguas. Ref. Presentación Pago de Patente por no utilización de aguas Título XI, I Daniela Vidal Ferrúz, Directora Regional de Aguas (S), Valparaíso, 07 Enero 2014.

17. Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015, Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Santiago de Chile, enero 2001. [http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos\\_hidricos.pdf](http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf)

18. Instituto de Ingenieros de Chile. Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos. COMISIÓN DE AGUAS • 2011, Presidente Humberto Peña, Vicepresidente. Ernesto Brown.

19. ANDESS Y CIPMA ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades para una gestión más sostenible, justa y transparente del recurso hídrico? Autores: Nicola Borregaard, Francisco Donoso, Axel Dourojeanni, Patricio Herrada, José Ignacio Medina, Santiago de Chile, Enero 2012. ISBN 978-956-7065-21-9.



20. Léase la más reciente entrevista a diferentes actores en temas de gestión de agua publicada por la revista El Campo del Mercurio del 3 de agosto del 2015. <http://impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2015-08-03&dtB=03-08-2015%200:00:00&PaginaId=23&SupplementId=6&bodyid=0>

21. En muchas cuencas hay más derechos de agua que agua disponible, es decir se tiene certeza jurídica pero no agua como es el caso de la cuenca del río Copiapó. El mercado de aguas, sin embargo, permite la compra y venta de derechos jamás usados o sin agua la que se puede obtener haciendo pozos más profundos en detrimento de los que no pueden hacerlos.

22. El delegado presidencial Reynaldo Ruiz también propone una serie de cambios legislativos incluidos en el documento Política Nacional para los Recursos Hídricos (2015). [https://www.google.cl/search?sourceid=navclient&hl=es&ie=UTF-8&rlz=1T4MXGB\\_esCL533CL533&q=Pol%c3%adtica+Nacion+al+para+los+Recursos+H%c3%addric+os+2015+++](https://www.google.cl/search?sourceid=navclient&hl=es&ie=UTF-8&rlz=1T4MXGB_esCL533CL533&q=Pol%c3%adtica+Nacion+al+para+los+Recursos+H%c3%addric+os+2015+++)

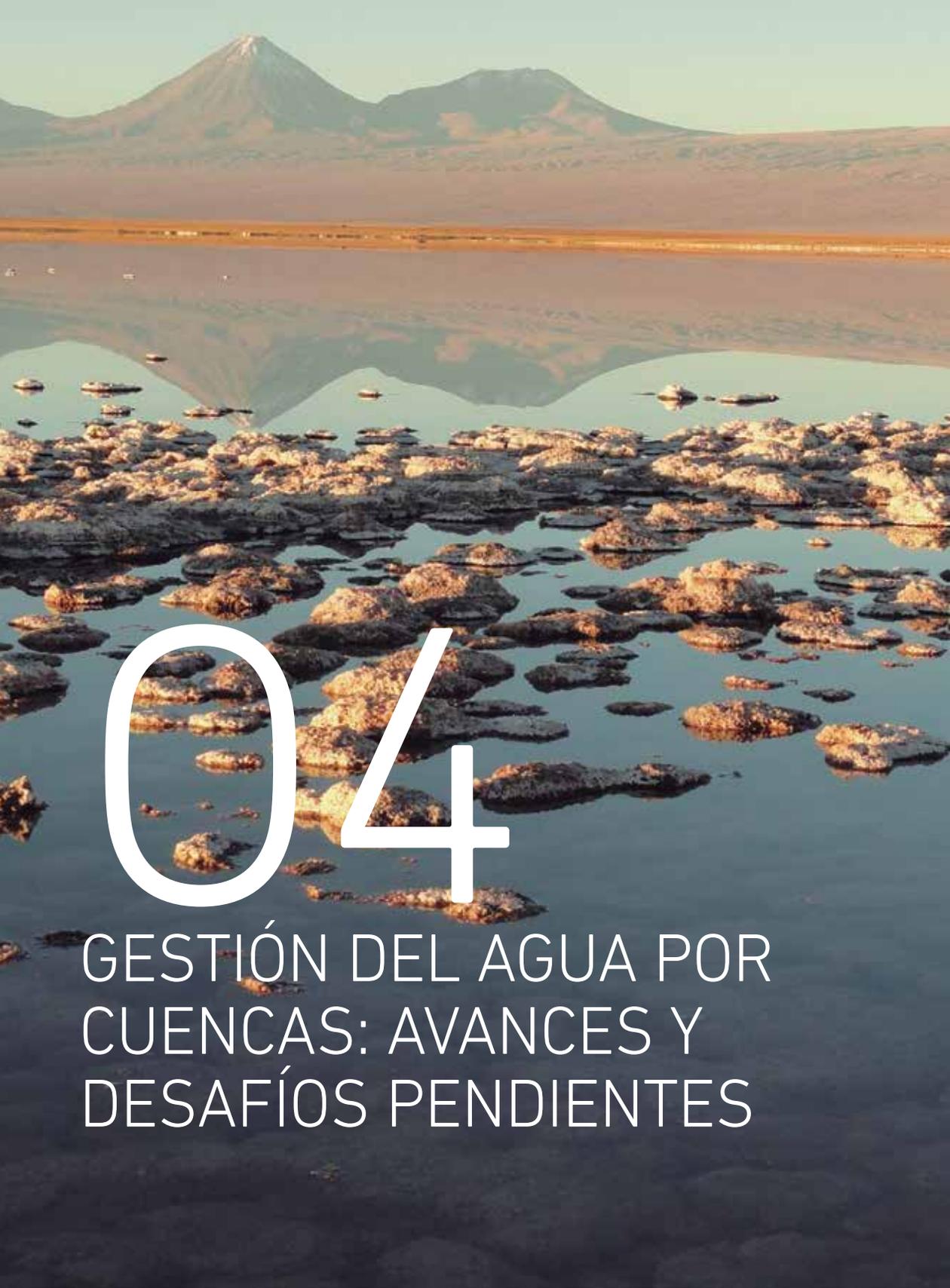
informe del Banco Mundial dan cuenta de estos aportes. El Informe del Banco Mundial es el que más se cita en los debates como referente para ordenar los cambios en el sistema de gestión y en el Código de Agua. Este informe es la resultante de una solicitud de colaboración del Banco Mundial por intermedio del Gobierno de Chile, a través de la Dirección General de Aguas (DGA), del Ministerio de Obras Públicas (MOP), para apoyar la formulación de una política y estrategia nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (GRH). El informe es el resultado de la primera etapa que se enfocó en la preparación de un diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos del país. La segunda etapa consistió en la formulación de una serie de medidas a corto y largo plazo para afrontar los problemas y desafíos identificados en dicho diagnóstico. Este informe identifica ocho desafíos principales vinculados a los aspectos legales e instrumentos de gestión y seis desafíos en relación con las organizaciones, públicas y privadas, involucradas en la gestión del agua en el país. La suma de estos aportes y el debate sobre las recomendaciones contenidas han llevado poco a poco a lograr algunos consensos sobre la necesidad de realizar modificaciones en los sistemas de gestión del agua en Chile<sup>20</sup>. Ello, sin embargo, no significa que todos estén de acuerdo en modificar el Código en materia de derechos jurídicos<sup>21</sup>. Hay temas urgentes que podrían mejorarse, algunos sin tocar los derechos ya otorgados, tales como mejorar los sistemas de gestión pública y privada en aspectos tan básicos como invertir para mejorar los sistemas de monitoreo e información, crear capacidades para gestionar el agua por cuenca en base a un rol más amplio de los usuarios y creación de corporaciones por cuenca, fiscalizar los usos permitiendo el acceso a los lugares de bombeo (medición volumétrica obligada) y captación, mejorar el mercado de agua, pagar por el uso del agua o al menos lograr que los cobros por las patentes por no uso reviertan para reforzar las actividades de la DGA y modificar sólo aspectos como la priorización de usos de agua en cantidad y calidad para la población, recuperar caudales ambientales donde sea factible, conservar los existentes, mejorar los mercados de agua y otros<sup>22</sup>. Para muchos, sin embargo, no hay forma de realizar dichas acciones si no se elimina la forma actual de posesión de derechos de agua.



## SUGERENCIAS FINALES

Es evidente que existe suficiente conocimiento para diseñar sistemas de gestión de las intervenciones sobre el agua y las cuencas que por lo menos contengan los elementos esenciales para avanzar hacia la gestión integrada del agua por cuencas y con ello alcanzar metas de seguridad hídrica. La aprobación de los medios para lograr la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y con ello mejorar las opciones de seguridad hídrica depende de las políticas que se aprueben para tal fin y la forma como se lleven a la práctica. En este ejercicio hay que dejar de lado las ideologías e ideas preconcebidas a favor o en contra de los roles del Estado y los privados dejando que prime la racionalidad para encontrar fórmulas exitosas de gestión. No basta por lo tanto salir a pregonar la estatización o la privatización del agua si no se cumplen reglas básicas de gestión.

Estas reglas no son universales ni permanentes y por lo tanto deben poder adaptarse a las situaciones de cada cuenca o región hídrica. Si bien ello es cierto hay factores indispensables en todos los casos: organización para la gestión incluyendo capacidades de participación de actores relevantes; aplicación de medidas de ordenamiento de uso del territorio reconociendo la variable agua; financiamiento proporcional a los costos de inversión en obras y en la gestión; control y fiscalización del cumplimiento de acuerdos; monitoreo y contabilidad cada vez más fina de la disponibilidad y usos del agua; y conocimiento de usos y usuarios y la forma de tenencia de derechos o concesiones de uso y protección y manejo de las cuencas, cuerpos y fuentes de agua. Sin esos ingredientes básicos no hay posibilidad de gestionar las intervenciones.



# 04

GESTIÓN DEL AGUA POR  
CUENCAS: AVANCES Y  
DESAFÍOS PENDIENTES



---

“El grado de crisis por el agua o de conflictos para su uso, sentidos por la sociedad y recogida por los políticos, juega un rol muy importante en la definición del alcance de la ley, la selección de los comandos y controles y el rigor puesto en su aplicación ...”

Mary Maher, Jon Nevill y Meter Nichols

## CAPÍTULO 04

# GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCAS: AVANCES Y DESAFÍOS PENDIENTES

*Axel C. Dourojeanni*



La gestión integrada del agua por cuenca es la gestión de las intervenciones de múltiples actores sobre un sistema hídrico compartido, con el fin de obtener beneficios sin afectarse entre sí a corto y largo plazo ni afectar el medio ambiente. Las cuencas se usan como referente territorial para gestionar el agua (water resources management), manejar las cuencas (watershed management), gestionar el ambiente (environmental management) y como base para el desarrollo regional (river basin development). El presente capítulo se enfoca en la gestión del agua o gestión integrada de recursos hídricos (GIRH). La gestión del agua es altamente dependiente de: la estabilidad política de un país, su capacidad de coordinación interinstitucional, el respeto a las leyes (tanto en su formulación adecuada como en su aplicación), su capacidad de tomar decisiones descentralizadas, la activa participación de los actores que lo componen y la capacidad de tomar decisiones para el logro de metas que consideren los intereses de múltiples sectores así como las limitaciones ambientales.

El mayor desafío del gestor del agua es lograr compatibilizar intereses de cientos de actores que demandan agua y ejercen sus poderes para lograrlo. Por ello siempre se busca que la autoridad del agua esté al más alto nivel para hacer respetar las decisiones. Sin esta atribución de parte de la autoridad se generan dudas sobre: quién gobierna a quién en la gestión del agua, si el demandante de agua es aquel que sólo persigue su interés o el que gestiona el agua disponible para satisfacer múltiples intereses, el logro de equidad en el acceso y la conservación del ambiente<sup>23</sup>. Concordante con el principio de descentralización y participación para la gestión del agua, una característica aceptada y refrendada en todas las reuniones mundiales sobre el agua, es disponer de organizaciones para la gestión del agua por cuenca<sup>24</sup>. Las organizaciones de gestión de agua por cuenca se conocen bajo diferentes nombres: Agencias de Agua y Parlamento del agua en Francia y Brasil, Consejos de Cuenca en México, Consejos de Recursos Hídricos en Perú, Autoridades de Río o Cuenca en Australia y EE.UU. y otras denominaciones que hacen referencia indistintamente al organismo (agencia por ejemplo) o al órgano consultivo o resolutorio (Consejo, Parlamento del Agua, Mesa de Agua).

Las organizaciones de gestión de aguas por cuencas tienen algunos requisitos esenciales para ser operativos dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Los actores que comparten un mismo sistema hídrico y cuenca deben estar convencidos y de acuerdo en crear la organización.
- Los actores deben tener claridad sobre los roles que van a cumplir en el logro de las metas establecidas en materia de gestión del agua.
- Deben estar conformadas por lo menos por: a) un equipo técnico local de apoyo, b) un consejo, mesa o comité

23. Algunos países optan por blindar, legal, financiera y técnicamente a sus organizaciones de gestión del agua, dándoles amplios poderes de acción. El fin principal es evitar interferencias políticas partidistas en el sistema de gestión y así asegurar la calidad y continuidad de gestión.

24. Basado en documentos elaborados en la CEPAL por Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev. En particular, se utilizó y actualizó la primera parte del documento "Los municipios y la gestión de los recursos hídricos" (LC/L.2003-P, noviembre de 2003, Serie Recursos Naturales e Infraestructura No 66) elaborado por Andrei Jouravlev. CEPAL, Santiago de Chile, noviembre 2003.

conformado por los actores involucrados en la gestión del agua y c) por organismos auxiliares especializados.

- **Deben nacer** amparados por un marco legal.
- **Deben disponer** de financiamiento para mantener al equipo técnico, desarrollar los estudios, monitoreo y ejecución de proyectos.
- **Deben contar** con la posibilidad de fiscalizar que se cumplan los acuerdos y los planes de acción definidos.

Dentro de las principales ventajas de la utilización de las cuencas como base para la gestión del agua y del ambiente se puede mencionar que:

- **Permite establecer** una base territorial descentralizada que puede variar en tamaño y alcance de acciones (gestión del agua, manejo de cuencas, gestión ambiental por cuencas, control de riesgos y otros). Para gestionar estos territorios basta con considerar una cuenca en toda su superficie o sólo una subcuenca de la misma u otra de menor jerarquía. Los efectos de las acciones en las cuencas menores repercuten en las cuencas de mayor orden lo que facilita determinar los impactos de las intervenciones en grandes superficies. Por otra parte, sus límites son relativamente fáciles de identificar por diferentes organismos y métodos.
- **Permite la participación** de los actores locales que son parte, viven y desarrollan su actividad productiva en la cuenca. Las agencias locales ambientales y de otras dependencias públicas tienen mayores opciones de coordinar sus actividades con los<sup>25</sup> actores que intervienen en una misma cuenca reconociendo sus particularidades.
- **Facilita involucrar** a las autoridades locales, los privados y la sociedad civil para alcanzar metas que son de interés común, como por ejemplo: mejorar la calidad del agua, recuperar los márgenes de los ríos y zonificar la ocupación del territorio, con fines de prevención de desastres y de ordenamiento territorial en general. Las metas pueden referirse a cada lugar y tipo de interés de los actores locales.
- **Permite determinar** efectivamente que se han conseguido objetivos ambientales (estudios o evaluaciones ambientales integrales de cuenca), tanto por resultados medibles como por situaciones vividas por los actores que conforman la cuenca quienes se percatan directamente cuando un problema ambiental deja de serlo.
- **Permite usar el territorio** de una cuenca y sus ríos para que sus habitantes comprendan a cabalidad la dinámica del entorno que habitan. Se puede suministrar información a la población en forma eficiente y de fácil acceso. Todos los habitantes de una cuenca pueden conocer como se comportan.

25. Inaldi Antonio Cofré Saavedra, La descentralización y el ordenamiento de los recursos naturales siguen siendo temas pendientes en la mayoría de los países de América Latina. De hecho, son parte de un debate abierto, ya que se refieren a la forma de utilizar y conservar los recursos naturales, como parte de una mirada de redistribución del poder entre varios actores de todos los niveles administrativos y geográficos de los países. El marco de esta afirmación es que no podemos perder de vista que la descentralización es un proceso difícil y debe ser entendida como un medio o proceso, no como un fin en sí misma. "Descentralización y protección territorial de los recursos naturales".



26. Las iniciales seis agencias de cuenca en Francia han sido los modelos seguidos luego para incluir sus enfoques en la Directiva Marco Europea. Los pilares esenciales de estos organismos, que poseen un personal altamente calificado, son su estabilidad y consiguiente continuidad; su capacidad de financiamiento (producto de cobranzas por usos y contaminación del agua y otras fuentes); su capacidad de planificar a cinco años sus tareas con planes que tienen valor jurídico y que se cumplen; su capacidad de fiscalización de las intervenciones y la transparencia de sus acciones publicadas en Observatorios de Cuenca; además de la participación de los miembros de los consejos y comisiones.

Cabe precisar que lo más importante de las agencias es disponer de equipos técnicos y recursos y no de la existencia de un consejo. En algunos países de América Latina tienden a creer que con solo creando un Consejo de Cuenca o de Recursos Hídricos por cuenca pueden lograr lo mismo, lo cual es un error evidente.

<http://www.sudamericarural.org/images/dialogos/archivos/Dilogos%20132%20.pdf>

27. <http://www.mdba.gov.au/>

28. Office Internationale de l'eau, <http://www.oieau.fr/?lang=fr>

29, 30. Colombia; Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA– Es el instrumento a través del cual se realiza la planeación del adecuado uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna; y el manejo de la cuenca –entendido como la ejecución de obras y tratamientos, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos– así como la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente, del recurso hídrico. <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>

## GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCAS: MIRADA INTERNACIONAL

Países como España, con sus confederaciones de Cuenca, y Francia, con sus Agencias de Cuenca<sup>26</sup>, y varias autoridades de cuenca en los EE.UU. de Norte América como el Tennessee valley Authority (TVA) o el South Water Management District, tienen una larga tradición de la gestión del agua y las cuencas. Estas experiencias han sido adoptadas en Europa el año 2000 con la aprobación de la Directiva Marco Europea. Otros países como Australia en particular la experiencia del Murray Darling Basin<sup>27</sup> también disponen de experiencias importantes así como iniciativas por cuenca en Quebec y otras provincias de Canadá. La gestión del agua por cuenca es por otro lado una fórmula adoptada por prácticamente todos los países, refrendada en sendas conclusiones de foros mundiales del agua. La importancia de la gobernanza del agua por cuenca dio paso a la creación de la Red Internacional de Organismos de cuenca (RIOC), cuya sede se encuentra en París<sup>28</sup>.

En América Latina, los países de la región han incluido en prácticamente todas las legislaciones y propuestas de reforma la necesidad de gestionar el agua en forma integral por cuencas aunque las formas y conceptos para la creación y operación de las organizaciones por cuenca han sido diferentes. Destacan en este aspecto México, con la creación de 26 Consejos de Cuenca con sus organismos de cuenca, Brasil con la creación de Agencias de Bacia con sus respectivos comités, siguiendo el modelo de Francia, Perú con la creación de seis Consejos de Recursos Hídricos por Cuenca (se está iniciando la creación), Ecuador con la creación de 11 demarcaciones hidrográficas y Argentina con sus organizaciones por cuencas Interjurisdiccionales y Colombia que tiene avances importantes en la elaboración de planes por cuencas (POMCAS)<sup>29, 30</sup>.

De la reciente reunión realizada en CEPAL el 2015<sup>31</sup> sobre políticas hídricas se infiere que en América Latina todas las leyes de

aguas y las que están aún en debate para ser reformadas incluyen sendos capítulos que hacen referencia a la gestión del agua por cuencas. Esta tiene una doble finalidad: lograr una gestión integrada del agua y las cuencas, y hacerlo en forma participativa. El enfoque de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) es el más tratado en la literatura reciente, tanto bajo esa denominación<sup>32</sup> como con el nombre de gestión integrada de cuencas<sup>33</sup>. En la práctica los procesos de gestión tienden a lograr la integración de aspectos sociales, ambientales y económicos aun cuando es difícil encontrar indicadores que puedan determinar si se está logrando<sup>34</sup>.

México creó el "Consejo de Cuenca" en todo el territorio de una sola vez a diciembre de 2000<sup>35</sup>. Algunas de las dificultades que se han encontrado hasta ahora con los consejos conformados han sido: 1) la denominación consejo de cuenca (se refiere a un territorio) y no sólo de agua lo que generó un problema con las autoridades ambientales<sup>36</sup>; 2) se refiere a Consejos y no a organizaciones de gestión del agua, las que están compuestas de Consejos (órganos) y organismos técnicos (secretarías, agencias); 3) al cubrir de una sola vez todo el territorio de todo el país (por ley) creó Consejos que aún tenían poca demanda; 4) las agencias dependen de financiamiento del tesoro público y no generan ingresos por cobranza directa como en Francia; y 5) los organismos de cuenca, (que actúan de secretarías del consejo de cuenca) dependen del gobierno Federal y no del consejo local, con lo cual los miembros de los Consejos sienten que esa secretaría responde a otros mandos. Los Consejos se han ido consolidando desde el año 2000 con resultados positivos.

Brasil creó "Agencias de Bacia" (al modelo Francés que privilegia primero la creación del organismo técnico en lugar de crear primero un consejo o comité sin apoyo técnico) de cobertura Federal y de cobertura Estadual (según si el río de una cuenca nazca y muera dentro o fuera de los límites de un Estado). Estos organismos están conformados por la agencia y un comité. Las agencias se crean a medida que son necesarias, tienen personería jurídica, capacidad de cobranza para financiarse y usan una figura de agencia transitoria mientras no se disponga de una agencia oficial. Las cobranzas por el agua ingresan al tesoro público y retornan íntegramente a la agencia que puede quedarse con un 10% o 7%, dependiendo si la agencia es estadual o Federal. Además, reciben otros apoyos financieros, pero no dependen exclusivamente del tesoro público.

Perú está actualmente trabajando en la creación de Consejos de Recursos Hídricos por cuenca y los crea a medida que son

31. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Formulación de Políticas de Agua en el Contexto de la Agenda de Desarrollo Post-2015". Santiago de Chile, 14 de julio de 2015).

32. Global WaterPartnership (GWP) conocido en español como Asociación Mundial para el Agua, "Manejo integrado de recursos hídricos "Comité de Consejo Técnico (TAC). Estocolmo, Septiembre 2000.

La Asociación Mundial para el Agua (Global WaterPartnership, GWP), establecida en 1996, es una red internacional abierta a todas las organizaciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos: instituciones de gobierno de países desarrollados y en desarrollo; agencias de Naciones Unidas; bancos de desarrollo bilaterales y multilaterales; asociaciones profesionales, instituciones de investigación; organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El GWP fue creado para agilizar el Manejo Integrado de Recursos Hídricos (MIRH), el cual intenta asegurar la coordinación del desarrollo y la administración del agua, de la tierra y otros recursos relacionados, maximizando el bienestar económico y social sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas medioambientales vitales.

33. Elementos de buena práctica en la gestión integrada de cuencas hidrográficas. Un documento de consulta para la aplicación de la Directiva marco del agua de la UE. Cuestiones principales, experiencia adquirida y ejemplos de "buenas prácticas" extraídos de la "Serie de seminarios sobre el agua" 2000/2001, organizada por el WWF y la Comisión Europea, © Texto 2001 WWF.

34. Muchos planes por cuenca se formulan sin contar con leyes de respaldo para hacerlo ni aplicarlos ni contar con recursos financieros para apoyar el proceso. En todo caso, la formulación de planes de gestión de recursos hídricos está volviendo a cobrar vigencia en América Latina.

35. La denominación de Consejo de Cuenca no se considera muy afortunado por dos motivos: Primero se refiere a un territorio y no sólo al agua, lo que le trajo conflictos de competencia con autoridades sobre territorios y las ambientales, segundo se refiere a Consejos y no a organizaciones de gestión compuestas de Consejos (órganos) y organismos técnicos (secretarías, agencias) y tercero al cubrir de una sola vez todo el territorio creó Consejos que aún tenían poca demanda.

36. Al ser un conejo "de cuenca" dependientes de la CONAGUA (autoridad del agua) y no sólo "un consejo de agua" las autoridades ambientales alegaron que las autoridades de agua no podían ser autoridades de toda la cuenca porque ello incluía fauna y flora. También las autoridades regionales objetaron que al ser autoridad sobre un territorio la CONAGUA interfería con las autoridades locales sobre el mismo territorio. La lección es que es mejor denominar a las organizaciones de gestión por cuencas como "consejos de agua de la cuenca" para no generar conflictos de interés.

37. Sólo se han creado seis consejos hasta la fecha y podrían llegar a constituirse 16, (<http://www.ana.gob.pe/media/527988/consejo%20de%20recursos%20h%C3%ADdricos%20de%20cuenca.pdf>)

38. Los errores comunes son crear consejos sin apoyo de equipos técnicos debidamente equipados. Los miembros de los consejos en estos casos se reúnen sin disponer de apoyo alguno y terminan retirándose, más aún si sólo son consultivos y no reciben tampoco algún apoyo financiero. El término Secretaría Técnica tampoco es el más apropiado porque a veces lo confunden con una simple secretaría que convoca al consejo y toma nota.

solicitados regionalmente (mediante un sistema de inducción del Estado denominado comité impulsor)<sup>37</sup>. Disponen de una secretaría técnica incipiente<sup>38</sup>, pero el tema financiero para hacerlas operativas es aún precario. Tampoco está muy clarificada su relación con la Autoridad Nacional de Aguas (ANA). El Consejo es sólo consultivo existiendo hoy un extenso debate sobre su funcionalidad. Actualmente, recibe el apoyo de un programa de préstamos de la banca internacional, BID y BM, que ha facilitado la formulación de planes de gestión del agua por cuencas.

Ecuador estableció 11 Demarcaciones Hidrográficas como base para la gestión del agua. La gestión a nivel de estas cuencas, muy diferentes en dimensiones, es aún incipiente. Hay muchos problemas para gestionar las cuencas más grandes como la del río Guayas, sobre todo por la distancia entre las partes bajas y las partes altas de las cuencas. En la zona alto andina se ubican los usuarios más antiguos y organizados sobre todo en comunidades indígenas con larga tradición en gestión del agua y no les interesa tener que bajar a la costa para solucionar sus problemas. Lo mismo ocurre en la vertiente del Atlántico.

La adopción de medidas de gestión de las intervenciones sobre el agua y las cuencas requiere una modificación de la forma tradicional de hacer gestión de recursos hídricos y del ambiente para que cumplan sus fines. De acuerdo a Antonio Embid y



Liber Martín<sup>39,40</sup>. los resultados logrados hasta la fecha en materia de gestión efectiva del agua por cuencas no es todavía una realidad práctica generalizada salvo en algunos casos. Embid señala que *"... a pesar de la existencia de leyes que afirmen tal principio, la unidad de cuenca no resulta, en la práctica, el corolario real de su proclamación teórica. Es obvio que esa implantación precisa mucho de voluntad política, por encima y además de la consagración jurídica"*. La gestión del agua por cuencas enfrenta a inicios del presente siglo situaciones nuevas más complejas que en los años anteriores. Ello se debe principalmente a que los efectos más perniciosos no ocurren por una acción aislada en el medio sino que por la acumulación y combinación de varias intervenciones durante un tiempo prolongado. Dado que la sociedad actual está organizada para conducir procesos de gestión en ámbitos territoriales delimitados por razones político-administrativas la adopción de las cuencas como base de gestión territorial y de sus recursos y elementos naturales no es un paso simple. Una de las razones del poco éxito de algunas iniciativas de gestión del agua por cuencas es que se crean sin disponer de todos los atributos necesarios para garantizar su operatividad y continuidad.

En la temática hídrica el enfoque es hacia la gestión integrada del agua por cuenca, léase gestión coordinada y estudiada de las intervenciones sobre el agua y las cuencas, para la obtención de mayor seguridad hídrica y protección del ambiente. En ese sentido, se recomienda que las organizaciones de gestión se denominen de agua o de recursos hídricos para evitar confusiones con los gobiernos locales y otros sectores. Para lograr un mínimo de coordinación y ordenamiento de las intervenciones que afectan las cuencas de captación y el agua, es necesario crear sistemas de gestión que sean capaces de responder al desafío que significa lograr planificar, coordinar y poner orden a infinidad de intervenciones que afectan el sistema hídrico natural y construido. Por ejemplo se requiere entre otros:

1. **Políticas** de agua estables en el tiempo (políticas de estado y no sólo de gobierno) que entre otros las reconozcan y les otorguen los poderes y recursos para establecer las organizaciones de gestión de agua por cuenca.
2. **Leyes y reglamentos** de agua que respondan a las necesidades de gestión del recurso y no a ideologías temporales de gobiernos.
3. **Autoridad real** para hacer cumplir la aplicación de planes de gestión del agua y ordenamiento del uso del territorio (al estilo de los SDAGE<sup>41</sup> y SAGE en Francia, que son planes con valor jurídico que deben ser respetados por todos los que intervienen en una cuenca).

39, 40. Embid Irujo, Antonio y Martín, Liber, La experiencia legislativa del decenio 2005-2015 en materia de aguas en América Latina, Serie Recursos Naturales e Infraestructura, n° 173, CEPAL, Santiago, 2015.35. Los errores comunes son crear consejos sin apoyo de equipos técnicos debidamente equipados. Los miembros de los consejos en estos casos se reúnen sin disponer de apoyo alguno y terminan retirándose, más aún si sólo son consultivos y no reciben tampoco algún apoyo financiero. El término Secretaría Técnica tampoco es el más apropiado porque a veces lo confunden con una simple secretaría que convoca al consejo y toma nota.

41. Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) que son los Planes directores de ordenamiento y gestión del agua por cuencas de Francia: [//www.eaufrance.fr/agir-et-participer/planifier-et-programmer/schemas-directeurs-d-amenagement](http://www.eaufrance.fr/agir-et-participer/planifier-et-programmer/schemas-directeurs-d-amenagement). Los SAGE son los mismos planes formulados para las subcuencas, encuadrados dentro del plan director.

4. **Respaldo y apoyo** nacional para la creación y consolidación de las organizaciones por cuenca, compuestas de grupos técnicos o agencias (organismos) y sus consejos o comités (órganos) así como de organismos auxiliares (especializados).
5. **Apoyo** a los organismos técnicos (agencias, secretarías técnicas) en materia financiera, otorgamiento de personalidad jurídica y fuentes de financiamiento permanentes tales como capacidad de cobranza por el agua para cubrir los costos de la gestión e inversiones.
6. **Que los organismos técnicos** dispongan de personal calificado, estable en la cuenca o cuencas, desde los puestos directivos hasta los técnicos, con estabilidad y no sujetos a cambios políticos.
7. **Composición adecuada** del órgano (consejo, mesa, comité) y representatividad que permitan la participación efectiva de los actores públicos, sociedad civil y privados.
8. **Asegurarse que los Consejos**, Mesas o Comités tengan roles relevantes y no sólo consultivos, de tal forma que puedan tomar decisiones sobre las opciones que les presenten los equipos técnicos
9. **Lograr establecer sistemas** de planificación de la gestión del agua por cuenca con valor jurídico y con protocolos de aprobación basados en el conocimiento y la participación.
10. **Financiamiento seguro y adecuado**, basado en parte en cobranzas por el agua y otras fuentes de apoyo tales como fondos del agua.
11. **Equipamiento** para monitoreo de la cuenca y el agua y desarrollo de sistemas de información y comunicación como son los observatorios de cuencas.
12. **Capacidad de fiscalización** del cumplimiento de la ley y de los acuerdos.
13. **Apoyo de organismos** auxiliares con especializaciones de apoyo a la gestión del agua (en lo social, económico, ambiental, etc.).
14. **Las organizaciones de gestión** del agua por cuenca deben además ser sujetos de controlaría pública y privada cuando se requiera, así como de evaluaciones de desempeño periódicos, ya que su mejor herramienta es mantener la credibilidad de los usuarios del agua.



## LOS DESAFÍOS PARA EL ÉXITO DE LAS ORGANIZACIONES DE GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCAS

Para tener éxito en los emprendimientos es necesario abordar diferentes ámbitos. Dentro de los desafíos se pueden mencionar los siguientes:

### Primer desafío

Crear capacidades de gobernabilidad sobre las cuencas y el agua para regular y ordenar las intervenciones que se hacen en las mismas y sobre el agua con el propósito de minimizar los conflictos actuales y futuros, tanto entre seres humanos como con el medio ambiente.

### Segundo desafío

Crear sistemas de financiamiento continuo para cubrir el costo de todas las actividades requeridas que implica gestionar las cuencas y el agua en forma ordenada y beneficiosa para sus usuarios, el medio ambiente y la sociedad.

### Tercer desafío

Tener apoyo legal y efectivo, pero sobre todo una entidad decidida a poner la ley en práctica, para que se elaboren y apliquen planes de ordenamiento de uso del territorio de las cuencas basados en zonificaciones (de zonas de riesgo de inundación, zonas de recarga de aguas subterráneas, zonas de humedales, etc.), que permitan respetar y mantener las características hidrológicas de las cuencas.

### Cuarto desafío

Lograr que exista participación efectiva de la sociedad, los usuarios de la cuenca y el agua, y del Estado, sobre todo para obtener equidad y diseñar una visión compartida. Al mismo tiempo se debe conseguir que se respeten los conocimientos científicos (los límites que impone la naturaleza) y que exista una autoridad efectiva de agua que haga cumplir las decisiones y fiscalice efectivamente el cumplimiento de las decisiones dentro del marco de la ley.

## CHILE Y LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA POR CUENCA

Desde la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, Argentina, 14 al 25 de marzo de 1977) hasta la más reciente reunión mundial en Corea en abril del presente año, se recomienda en todos los eventos la “realización de reformas institucionales, administrativas y económicas, que apunten al establecimiento de organizaciones de cuenca y de autoridades reguladoras nacionales o regionales”.

La ley de aguas en Chile, a diferencia de otras legislaciones de la región, no establece que la gestión del agua debe hacerse en forma integrada o por cuencas. La gestión del agua se realiza por secciones y se limita en gran medida a distribuir el agua superficial. El actual Director General de Aguas<sup>42</sup> señala entre otros que: “Chile es un país de gran heterogeneidad hídrica, sin embargo, contamos con herramientas y normas homogéneas para abordar cuencas diferenciadas. El sistema de administración del recurso hídrico privilegia el componente jurídico «derechos de agua», por sobre el componente «Gestión del Agua». Se tiende a renunciar a componentes básicos de la gestión como lo son: planificación, investigación aplicada, información cierta y otros. Ante la necesidad de realizar una Gestión Integrada del Recurso Hídrico, hoy existen unos 40 organismos con más de un centenar de funciones relacionadas con el agua. Muchos «alters» para las organizaciones de usuarios del agua Organizaciones de Usuarios del Agua (OUA atomización), ineficiencia, sobre otorgamiento, yuxtaposiciones y desconfianza y destaca que Chile carece de: 1) una Política Nacional Hídrica vinculante, 2) una adecuada Gobernanza para la Gestión Integrada del Recurso por Cuencas, 3) un marco normativo e institucional que así lo posibilite, considerando elaborar un anteproyecto de Gestión Integrada del Recurso Hídrico por cuencas y de Nueva Institucionalidad para el Agua”.

En Chile, hace algunos años se han venido debatiendo la gestión integrada de los recursos hídricos y la gestión integrada de cuencas<sup>43</sup> aunque ciertamente se encuentran más referencias del primero. Si bien en forma teórica la temática es mencionada en varios estudios, talleres nacionales, planes nacionales y en el anteproyecto de modificación del código de aguas en actual debate, en la práctica a la fecha los resultados son prácticamente inexistentes.

42. Carlos Estévez Valencia, Director General de Aguas, Presentación en power point “Desafíos para la Gestión del Recurso Hídrico: propuestas de modificación al marco normativo”. Reunión de Expertos “La Formulación de Políticas de Agua en el Contexto de la Agenda de Desarrollo Post-2015”, Santiago, 14 de julio de 2015, CEPAL.

43. CONAMA y DGA, “Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas” (Septiembre, 2007) y Auditoría de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas hidrográficas realizada por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (Diciembre 2009).

No obstante esta afirmación se pueden destacar algunas iniciativas de carácter local o regional. Entre éstas destacan avances en la cuenca del Bío-Bío, del Limarí, de Rapel (Cachapoal y Tinguiririca), Aconcagua y otras. Estas acciones locales han carecido de un mayor apoyo de las entidades del nivel nacional. Esto contrasta con otros países donde la aplicación de técnicas de "gestión integrada del agua" está plasmada como obligatoria en las leyes de agua.

El concepto de "gestión integrada del recurso hídrico" aplicado a cuencas parece, por otro lado, ser demasiado general y poco comprensible para fomentar demandas para establecer un sistema de gestión con este fin. Las iniciativas que han tenido cierto avance, porque son comprendidas por todos, obedecen a alcanzar objetivos más precisos como mejorar la calidad del agua o solucionar conflictos entre usuarios de un mismo cauce (por ejemplo entre usos agrícolas y mineros, entre usos agrícolas y las empresas de agua potable y saneamiento cuando no hacen el tratamiento a las aguas, entre una empresa altamente contaminante y las comunidades y ONG,s dedicadas a la protección ambiental). Considerando la superficie del país y los resultados obtenidos a la fecha se puede afirmar que hay escasos logros en materia de gestión "integrada" tanto de agua como de cuencas, inclusive en el nivel teórico y de declaraciones sobre su importancia<sup>44</sup>, pero sí hay avances que tienden a la GIRH. Tampoco se percibe en Chile lo que podría llamarse una "demanda" por la gestión integrada de recursos hídricos o de cuencas salvo del sector de servicios

44. Ernesto Brown, en un trabajo realizado en el año 2005 para la CEPAL, señala que "no existen en Chile organizaciones ni normativas que propendan hacia una gestión integrada de cuencas. Las iniciativas que en este sentido han impulsado las instituciones del Estado (en particular la DGA) no han tenido éxito, muy probablemente porque no se ha logrado transmitir a los legisladores, o al público en general, las ventajas que una gestión integrada tendría para la sustentabilidad de largo plazo del recurso. Aún así existen en Chile obras de uso múltiple del agua (embalses Laguna del Maule y Laguna del Laja, que datan de mediados del siglo pasado y que son de uso compartido de riego y generación de hidroelectricidad), y hay proyectos en estudio del mismo tipo (embalses Convento Viejo y Punilla). Además, hoy los proyectos que estudia el MOP (DOH) son evaluados siempre considerando los usos en riego (función objetivo tradicional), generación hidroeléctrica y turismo. Por otro lado, en Chile no existen proyectos de uso compartido de agua superficial y agua subterránea, o proyectos concebidos para mejorar la recarga artificial de acuíferos. En esto probablemente ha tenido un impacto decisivo la absoluta separación legal que se establece en el Código de Aguas entre la explotación del agua superficial y la explotación del agua subterránea".



45. ANDESS, la Asociación Nacional de Empresas Sanitarias de Chile promueve este enfoque.

46. MOP. En materia de aprovechamiento de recursos hídricos, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) ejecutó en la década de los '90, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y la Comisión Nacional de Riego, un programa de rehabilitación y mejoramiento de proyectos medianos y menores de riego (PROMM) y un programa de ejecución de grandes obras de riego, que en conjunto beneficiaron a más de 300 mil hectáreas. Sin embargo, estos programas se limitaron al desarrollo del riego, buscando las estrategias más adecuadas para la solución de problemas de seguridad y eficiencia en el uso del agua para mejorar la producción agropecuaria. Consciente de esta limitación, el MOP contrató a partir de 1995 estudios para validar distintas hipótesis sobre enfoques institucionales e instrumentos de manejo de recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas (citado en el PMRH, 2001).

47. Un caso es el de la Empresa Sanitaria de Valparaíso (ESVAL), que a pesar de poseer el 6% de los derechos de Agua del río Aconcagua, no pueden disponer de caudales necesarios en épocas de sequía por las apropiaciones del agua en las partes altas de la cuenca. Lo mismo ocurre en la parte baja del río Copiapó y otras cuencas, en las cuales la carencia de acuerdos de distribución equitativa del agua a nivel de cuenca, sólo favorece a los que se ubican en las partes altas.

de agua potable y saneamiento y los usuarios afectados aguas abajo<sup>45</sup>, aun cuando no se encuentra tampoco una oposición expresa. Sí puede notarse entre algunos actores cierto escepticismo así como variadas interpretaciones sobre lo que significa o puede lograrse con este enfoque. A favor se encuentran los organismos públicos que deben ejercer acciones tendientes a la gestión ambiental y ven en la cuenca un territorio apropiado de gobernabilidad así como en varias iniciativas de la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección de obras Hidráulicas del MOP<sup>46</sup>, en la CONAF y en la ex CONAMA.

No obstante lo anterior, existen demandas por parte de algunos actores, tanto públicos como privados, por un mejoramiento o aumento de la coordinación entre las instituciones públicas que intervienen en una misma cuenca. Esto es una demanda que lideran los afectados, ubicados en las partes bajas de las cuencas, que en épocas de sequía no reciben agua de las partes altas. En este grupo se encuentran las empresas de agua potable, que aún disponiendo de derechos de agua en la parte baja, no disponen del recurso<sup>47</sup>.

## INICIATIVAS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO

Entre las iniciativas más relevantes del Estado chileno para lograr una mejor coordinación entre las instituciones y que apuntan a la gestión integrada de los recursos hídricos se destaca el Programa de Manejo de Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas del 2001 (PMRH)<sup>48</sup>. Este programa planteó la necesidad de un cambio en la estrategia y forma como se aborda el tema de la gestión de los recursos hídricos en el país, dentro de las posibilidades que ofrece el marco legal actual, empleando un enfoque integral que tome a la cuenca hidrográfica como unidad de gestión. El programa, una vez elaborado, no recibió el apoyo esperado por parte del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción para avalar la inversión necesaria para ejecutarlo. Se había planteado una inversión de US 300 millones financiado a través de un préstamo del Banco Mundial, además de un aporte de US 10 millones del Global Environmental Facility (GEF) para la puesta en marcha del PMRH.

La discusión a nivel nacional para el análisis del concepto de gestión integrada de los recursos hídricos ha sido llevada adelante por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, destacándose dos importantes talleres a los cuales han concurrido los diversos actores relacionados con los recursos hídricos<sup>49</sup>.

En el primer taller, Humberto Peña (2003) señaló<sup>50</sup>: El marco jurídico-económico en la práctica se ha mostrado eficiente desde el punto de vista del fomento de la inversión en proyectos productivos asociados a la explotación de los recursos naturales y, en particular, de los recursos de agua. Sin embargo, el éxito del modelo en la perspectiva de favorecer los proyectos productivos, simultáneamente ha puesto en evidencia sus limitaciones para asumir eficientemente el desafío que ofrece la gestión de las múltiples interacciones que surgen entre los actores presentes en una cuenca hidrográfica y entre las políticas públicas sectoriales. Esta debilidad responde a una larga tradición institucional del país que ha abordado los problemas relativos a los recursos hídricos y a los recursos naturales en forma fragmentaria. En cuanto a la participación en la toma de decisiones, el mismo autor señaló que es del caso recordar la fuerte tendencia centralista y los escasos niveles de participación, que históricamente han estado presentes en la estructura institucional del país.

En el segundo taller celebrado un año después, las principales conclusiones de la Mesa de Trabajo en el tema de institucionalidad, al referirse a la gestión integrada de recursos hídricos señalaron:

48. y 49. GWP/SAMTAC y CEPAL "Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos". Taller Nacional Chile I. Actividad de la GWP/SAMTAC. 2003, y "Hacia un Plan Nacional de Gestión de Recursos Hídricos". II Taller Nacional Chile. Actividad de la GWP/SAMTAC. 2004. Publicados por la CEPAL y el GWP/SAMTAC (disponibles en la CEPAL; Santiago de Chile).

50. Humberto Peña. Director General de Aguas, "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos: Marco Conceptual". Ministerio de Obras Públicas. "Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Taller Nacional Chile", 2003.

Se debe entender en este punto que la Gestión Integrada de Cuencas incluye la gestión de recursos hídricos y su interacción con el resto de los recursos naturales. Para avanzar en este sentido, se propone emprender acciones en los siguientes aspectos:

- **Fortalecer la acción** público-privada para conformar organizaciones/ corporaciones de cuencas.
- **Mejorar la coordinación**, intercambio y traspaso de información público-privada relacionada a la gestión de recursos hídricos.
- **Definir los roles** de cada actor en los organismos de cuencas público-privado. Las organizaciones de usuarios deben ser actores importantes dentro de la gestión de cuencas.
- **Promover al interior** de los Organismos de Cuencas la coordinación de usuarios de aguas de distintos usos a nivel de cuenca y microcuenca.



## INICIATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CORPORACIONES ADMINISTRADORAS DE CUENCAS

En diciembre de 1992, la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas envió al Congreso una proposición para una definición conceptual de las "Corporaciones Administradoras de Cuencas"<sup>51</sup>. El proyecto contenía cuatro grandes grupos de materias, uno de los cuales se refería a la creación de normas relativas a la administración integrada de cuencas hidrográficas. La proposición se fundamentó en que el Código de Aguas sólo regula las organizaciones de usuarios tradicionales existentes en el país –las Comunidades de Aguas, Asociaciones de Canalistas y Junta de Vigilancia así como Comunidades de Usuarios– las que se encuentran orientadas a una función central específica, la distribución de las aguas entre los titulares de derechos de aprovechamiento. Sin embargo, otros problemas que afectan a las cuencas, tales como sequías, contaminación, erosión, aluviones, entre otros, carecen de una institucionalidad capaz de responder eficazmente los desafíos que representan.

En virtud de ello, se propuso un sistema de administración integrada de cuencas hidrográficas que contemplaba la creación de organismos autónomos, situados en el sector privado, sin fines de lucro, denominados Corporaciones administradoras de cuencas hidrográficas, integrados por los usuarios de aguas, los municipios y los organismos públicos vinculados a los problemas indicados, componente que le da una base amplia de participación.

Esta propuesta fue desechada en el Congreso en 1992. Dentro de las principales críticas que recibió el proyecto por parte de los congresistas se pueden mencionar los siguientes:

La estrategia propuesta fue la de una formulación mínima de las Corporaciones Administradoras de Cuencas Hidrográficas, con la idea de que con el transcurso del tiempo se iban a ir adquiriendo las experiencias necesarias para su buen funcionamiento. Sin embargo, por esa vía se corre el grave riesgo de crear un organismo no operativo, con la posibilidad de frustrar este tipo de organizaciones. En relación con lo anterior, debe anotarse además que el proyecto propuesto es muy general, dejando vacíos muy grandes en cuanto a su institucionalidad y a la normativa por la cual habrá de regirse, lo que resulta altamente inconveniente.

Tampoco se aborda en el proyecto la relación que debe existir entre las instancias de participación regional y la estructura pública, lo que se estima indispensable para que dicha organización pueda cumplir los cometidos que les son propios.

51. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas (MOP), "Corporaciones administradoras de cuencas. Proposición de una definición conceptual", Documento de Discusión, Santiago de Chile, marzo de 1996.

Especial mención requiere el tema de la representatividad, por cuanto aparece como arbitrario y poco justificado el hecho que en la Asamblea los sectores públicos y municipales sólo tengan un 40% de los votos, en circunstancias que el sector privado tendría el 60% de los votos. Tampoco aparece justificado que dentro del sector privado el 60% de los votos corresponda al sector de los usuarios del agua, y el 40% restante a los demás partícipes de las actividades relacionadas con la administración o gestión y efectos de la cuenca. Lo anterior exige una revisión muy profunda, por cuanto constituye un elemento esencial para el buen funcionamiento de las Corporaciones Administradoras de Cuencas Hidrográficas”.

Por otro lado, debe señalarse que en el proyecto propuesto se establece que la adhesión a la Corporación de Cuencas por parte de los usuarios es voluntaria e individual (corporación de derecho privado), lo que claramente es inconsistente con la naturaleza de las tareas que se deben abordar y de sus beneficios.

Asimismo, no se define una subdivisión del territorio que permita asegurar una racionalidad de la gestión.

La fuente de recursos económicos y el carácter de organismo financiero de la Corporación (que ha sido la principal razón del éxito de la idea en otros países), no aparecen definidos con claridad en el proyecto, materia que resulta esencial para que las Corporaciones Administradoras de Cuencas Hidrográficas puedan cumplir eficientemente su cometido.

Por lo anterior, los mismos legisladores en 1992 estimaron aconsejable someter a un reestudio el proyecto propuesto de crear Coporaciones Administradoras de Cuenca antes de insistir sobre el mismo en el Congreso. En especial, se señaló que debían reunirse los grados de consenso necesarios y efectuar estudios más acabados y exhaustivos y una maduración más profunda acerca de las distintas alternativas de solución posibles. Esto no había ocurrido hasta diciembre de 2015.

Posterior al proyecto de ley mencionado, no se han realizado nuevos avances de este tipo. Recién el año 2006, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos asumidos por el primer gobierno de Bachelet, el Consejo Directivo de la ex Conama (Comisión Nacional de Medio Ambiente), con fecha 25 de mayo de 2006, acordó la creación de un Comité Interministerial para apoyar la formulación de una Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas<sup>52</sup>. Finalmente, con fecha 25 de julio de 2007, la Dirección Ejecutiva de la ex Conama sometió a consideración del Consejo Directivo, la propuesta de Estrategia Nacional de Gestión Integrada

52. Con el objeto de dar cumplimiento al compromiso asumido por el Gobierno, el Consejo Directivo de la Conama, con fecha 25 de mayo de 2006, acordó la creación de un Comité Interministerial, coordinado por la Dirección Ejecutiva de la Conama e integrado por ministerios que tienen injerencia o intereses en la gestión de los recursos hídricos, a saber: Relaciones Exteriores, Defensa, Hacienda, Economía, Planificación, Obras Públicas, Salud, Vivienda y Urbanismo, Agricultura, Minería y Energía, quienes se abocaron a la elaboración de una estrategia en esta materia.

de Cuencas Hidrográficas. El propósito fue *implementar una Estrategia Nacional de Cuencas Hidrográficas para fortalecer y coordinar las acciones que se desarrollan e intervienen en la cuenca, con el fin de mejorar la eficiencia y su integralidad, dentro de un territorio que es compartido y cuyo eje central es el agua*. La estrategia fue diseñada seleccionando tres cuencas piloto: Baker, Cachapoal y Copiapó. Lo único que se avanzó en dichas cuencas fue en el lanzamiento de las cuencas piloto y la ejecución de tres talleres de un día para construir una visión compartida en cada cuenca. La estrategia fue publicada<sup>53</sup> y sirvió para cumplir una disposición de la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD). La estrategia fue luego desechada durante el gobierno del presidente Piñera y su publicación fue sacada de la red.

**Mesas de Agua de la Región de Atacama<sup>54</sup>:** La conformación de mesas de agua para las cuencas de los ríos Copiapó y Huasco ha sido uno de los últimos intentos de crear un sistema de coordinación y gestión a nivel de cuenca y existían en forma paralela a la formulación de la estrategia nacional de cuencas. Nacieron como una necesidad sentida por los usuarios de aguas abajo afectados por los usos del agua en las secciones altas. Esta iniciativa contó con el respaldo del gobierno regional en sus inicios y con apoyo de Fundación Chile por intermedio de un proyecto de Corfo. Las acciones de apoyo a las mesas de agua, conformación, reglamento y otros fueron truncadas con un cambio en las políticas nacionales. Las mesas de agua no recibieron respaldo legal nacional, pero sí algunos reconocimientos y apoyos de la DGA; MOP. Fueron desechados durante el gobierno de Piñera, aduciendo que estas mesas exigían acciones que la DGA no podía satisfacer.

**Mesas de Agua de la Región de Coquimbo:** Dentro del proceso de modernización del Ministerio de Obras Públicas, se definió como prioritario lograr una mayor participación de instancias regionales y otros actores relevantes en las decisiones de política y planificación, así como el fortalecimiento de la planificación en el ámbito de recursos hídricos a nivel de cuencas y la capacidad de fiscalización de la explotación del recurso agua<sup>55</sup>. La mesa recibió el apoyo de CAZALAC, los que organizaron y realizaron talleres con los actores locales<sup>56</sup>.

53. Conama, Comisión Nacional de Medio Ambiente. "Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas", Santiago de Chile, 2007.

54. Las mesas de agua de la región de Atacama fueron creadas el 22 de agosto de 2006 cuando se firmó el Acta de Constitución de la Mesa Público Privada para el uso sustentable del Recurso Hídrico en el Valle del Río Copiapó, iniciativa que sirve de base para la conformación de su símil en la Cuenca del Río Huasco. El año 2007 se concuerda en el diagnóstico de la cuenca, la planificación e institucionalidad de la mesa de agua, dando así inicio a su trabajo sistemático. Entre noviembre del año 2008 a marzo del 2009, con apoyo de la Fundación Chile y Corfo, se inició la elaboración de las reglas de funcionamiento, tanto en la Cuenca del Río Copiapó como en la Cuenca del Huasco. Esto ha permitido desarrollar reuniones de trabajo grupales, talleres participativos y reuniones comunales, entre otras actividades. La iniciativa se truncó en el gobierno siguiente que consideró que las mesas no pueden seguir por generar demandas que no pueden ser cumplidas por el Estado.

55. Convenio DGA – CAZALAC: abril-diciembre 2008, Apoyo Técnico Para La Mesa Regional Del Agua en la Región de Coquimbo y Desarrollo De Estrategias Regionales Del Recurso Hídrico.

56. CAZALAC (Centro del Agua para Zonas áridas y Semiáridas de América Latina y El Caribe), Proyecto Apoyo Técnico Mesa del Agua, región de Coquimbo. Informe primer taller ampliado, 30 de septiembre de 2008. "dentro de este contexto se inició un proceso de creación de mesas regionales del agua, incluyendo a la región de Coquimbo. En este contexto, por resolución DGA N° 490 del 13 de marzo de 2008, se aprobaron las Bases Administrativas y Bases Técnicas para la contratación de una consultoría destinada al apoyo técnico para la mesa regional del agua en la región de Coquimbo y desarrollo de estrategias regionales del recurso hídrico. Luego, por resolución DGA N° 1006 del 25 de abril de 2008, se adjudicó la licitación pública de la acción anterior, al Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, CAZALAC. Posteriormente, con fecha 28 de abril se firmó el Convenio entre la DGA y CAZALAC, para el Apoyo técnico para la Mesa Regional del Agua en la Región de Coquimbo y desarrollo de estrategias regionales del recurso hídrico. <http://www.aquaknow.net/es/organisation/cazalac-centro-del-agua-para-zonas-aridas-y-semiaridas-de-amirica-latina-y-el-caribe>.

57. Consejo Nacional de Producción Limpia. El Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuencas (AVGC) se expresa en un Convenio, celebrado entre empresas, organizaciones interesadas y los organismos competentes, con el fin de fomentar la producción limpia en territorios con actividades productivas, a través de gestiones coordinadas, con metas y acciones específicas, que aborden las externalidades ambientales y la generación de beneficios sociales y colectivos. Su objetivo general es promover acuerdos de beneficio mutuo que fomenten la producción limpia del territorio y la sustentabilidad de sus recursos naturales estratégicos, desde el enfoque de cuenca. <http://www.cpl.cl/>

58.y 59. ESSBIO. Nuevo Sur está preocupada en disponer de información de calidad para la gestión de la cuenca: conocer las actividades de otros actores en la cuenca que impactan la calidad, que se cumplan las fiscalizaciones, que existan políticas públicas en relación a desarrollo de embalses. Poner sentido de urgencia. Que las bases tarifarias reconozcan los déficit hídricos y el reconocimiento normativo de la cuenca como pilar esencial de la gestión de recursos hídricos, el cobro de multas a quienes no realicen uso de los derechos de agua y la elaboración de una política respecto de la gestión de recursos hídricos que resulte integradora de los intereses público y privados asociados a una cuenca. (referencia: Presentación ante la mesa de agua de ANDESS, Santiago de Chile, Junio 2015).

En el taller de referencia los asistentes respondieron a la pregunta: **¿para qué necesita usted una mesa regional del agua?:** Las respuestas resumidas fueron:

- Generar una política y estrategia regional para la gestión de los recursos hídricos de modo participativo, involucrando a todos los actores (28 preferencias); promover una política de estado para zonas áridas y semiáridas (18 preferencias); generar instancias de coordinación para la solución de conflictos (15 preferencias); crear una plataforma de conocimiento que permita consolidar la información y proponer avances (13 preferencias); educar (mejorar el conocimiento), capacitar y difundir en torno a la disponibilidad y al uso responsable del agua (tanto a la comunidad como al interior de la mesa) (10 preferencias); vincular formalmente la mesa del agua con otras instancias participativas de la región (7 preferencias); "nacionalización" del agua (tenencia y asignación del agua) (7 preferencias); sociabilización de la gestión del agua y su fiscalización (4 preferencias).
- Al año 2015 aún no existe una organización en Chile que se pueda calificar de organización para la gestión del agua por cuencas con todos sus atributos. Hay iniciativas tendientes a lograr ciertas coordinaciones entre los actores que intervienen en algunas cuencas, pero éstas son parciales. Por ejemplo en la cuenca del río Maipo hay acuerdos logrados entre Aguas Andinas y la Asociación de Canalistas del Maipo y en forma más reciente con la generadora de hidroenergía<sup>57</sup>. En la cuenca del río Maule hay acuerdos entre las generadoras de hidroenergía y los regantes. También existen algunas mesas por cuencas operativas que fueron lideradas inicialmente por CONAMA, apuntando a la gestión ambiental tal como las mesas ambientales de la cuenca del río Rapel, el Consejo Directivo del río Cachapoal (2001) y la mesa Aguas Limpias de Colchagua (2005). Hay iniciativas privadas como las de ESSBIO<sup>58</sup>, que apoyan la gestión del agua por cuenca preocupadas de mantener la calidad del agua y la información necesaria para gestionarla<sup>59</sup>.

Es interesante considerar también la iniciativa del Comité de Producción Limpia (CPL)<sup>60</sup> para lograr acuerdos territoriales denominado "Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuencas". Según el CPL la gestión de cuencas representa una oportunidad para promover acuerdos que se enfoquen en el agua y otros recursos naturales estratégicos para el desarrollo y la subsistencia, que respondan a las necesidades territoriales, y avancen en la resolución de problemas productivos y socio-ambientales, de manera participativa y descentralizada. Lo que se infiere de la situación es que en Chile aún persisten las dudas sobre la importancia de disponer organismos de gestión por cuencas. Ello está ocasionando dificultades de coordinación entre usuarios y conflictos aún incipientes entre usuarios de agua para generación de energía y regantes (caso de la cuenca del río Rapel y Maule), entre usuarios de la partes altas y bajas de las cuencas (caso de los ríos Copiapó y Aconcagua) y contaminaciones que afectan a usuarios aguas abajo. No se aprecia aún una clara determinación de tomar decisiones a nivel de cuenca para parte de las juntas de vigilancia que podrían inicialmente tomar decisiones en este sentido. También es notorio que los que están a favor se encuentran en las partes bajas de las cuencas que no reciben agua necesaria en épocas de escasez. Las iniciativas efectuadas tal como la Estrategia Nacional de Gestión de Cuencas Hidrográficas elaboradas por la ex Conama o los planteamientos del Instituto de Ingenieros de crear Corporaciones Administradoras de Cuencas, entre otras iniciativas similares, aún esperan una definición legal. Es interesante observar que es casi el único país en el mundo que no incorpora legalmente las acciones de gestión integrada del agua por cuenca en su ley de aguas.

60. CPL Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuencas <http://www.cpl.cl/AcuerdoVoluntarioGestionCuencas/AcuerdoVoluntarioGestionCuencas>.

# 05

APLICACIÓN DE LA  
PROSPECTIVA ESTRATÉGICA  
A LA GESTIÓN INTEGRADA  
DEL RECURSO HÍDRICO



---

“La aplicación de la prospectiva en el sector hídrico es una herramienta estratégica de apoyo a la toma de decisiones que permite mejorar y desarrollar una gestión integral y sustentable del agua”.

## ■ INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 05

# APLICACIÓN DE LA PROSPECTIVA ESTRATÉGICA A LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO

*Javier Vitale*<sup>61</sup>  
*Patricia Puebla*<sup>62</sup>

En los próximos 35 años se espera que se sumen al planeta otros 2,300 millones de personas. En 2050, se necesitarán nuevos sistemas para la alimentación, el agua, la energía, la educación, la salud, la economía y la gobernanza mundial para prevenir, de manera masiva y compleja, desastres humanos y ambientales (Glenn y Florescu, 2015).

En este marco hay numerosos trabajos sobre el futuro del agua de prestigiosas agencias internacionales, entre ellos Visión Mundial del Agua del Consejo Mundial del Agua y el proyecto Escenarios hidrológicos mundiales, un conjunto de futuros alternativos de los recursos hídricos del planeta y su uso tomando como horizonte el año 2050 promovido por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas.

Este capítulo pretende realizar una aproximación a la prospectiva estratégica como abordaje de los futuros posibles y la construcción de escenarios en el campo del recurso hídrico para la reflexión, debate y diseño de estrategias de gestión integrada. Lo anterior, dado que la prospectiva juega un rol fundamental en la etapa de la gestión integrada del recurso hídrico.

## PENSAR LA PROSPECTIVA APLICADA A LOS RECURSOS HÍDRICOS

Entendiendo al futuro como espacio de poder encontramos tres pilares fundamentales que guiarán el proceso prospectivo, la construcción y apropiación social de conocimiento, el enfoque de la complejidad e interdisciplina y la convergencia entre pensamiento y acción. Una primera aproximación a la prospectiva es a través de interrogación sistemática y organizada acerca del futuro.

La palabra prospectiva se deriva del verbo en latín *prospicere* o *prospectare*, que significa "mirar mejor y más lejos aquello que está por venir". Ésta es la esencia del concepto de anticipación. La anticipación es el proceso mediante el cual se trae el futuro al presente a través de representaciones mentales. La cientificidad, en prospectiva está dada en garantizar la calidad de la reflexión, la que es factible lograr a través de la seriedad con que se asuman la elaboración de las bases de datos y los métodos que se utilizan (Fasciolo y otros, 2010).

La prospectiva como disciplina surge en Francia, en la década del cincuenta cuando Gastón Berger, su fundador, utiliza la palabra prospectiva en contraposición a retrospectiva. Si la retrospectiva se refiere al estudio del



61. PNDyST, INTA-Centro Regional Mendoza-San Juan y UNCUIYO-Centro de Estudios Prospectivos vitale.javier@inta.gob.ar

62. INA- Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua y UNCUIYO-Red Integral para la Gestión del Agua patpuebla@hotmail.com

pasado, la prospectiva es el estudio del futuro. Berger la define como el estudio tiene como objetivo comprender el futuro para poder influir en él. En esta primera definición se encuentra la intencionalidad de influir sobre ese futuro a partir de la reflexión y debate del pasado y presente. La finalidad es que la prospectiva movilice y oriente la acción colectiva. Por lo cual, si la prospectiva es la anticipación del pensamiento, la reflexión debe conducir a la acción a través de la apropiación.

Una definición más estructurada de prospectiva la brinda la Red de Prospectivistas Europeos, quienes la consideran como un proceso sistemático y participativo para recopilar conocimientos sobre el futuro, y construir visiones a mediano y largo plazo con el objeto de orientar las decisiones que han de tomarse en el presente, y movilizar las acciones conjuntas para construir ese futuro deseado.

Medina Vásquez (2014) define a la prospectiva en sentido amplio, como una disciplina emergente de las ciencias sociales, apoyada en una comunidad integrada por personas e instituciones del sector público, privado, académico y social, que comparten una serie de metodologías, prácticas, valores, derechos y responsabilidades para la observación de las transformaciones sociales, la reducción de la incertidumbre en la toma de decisiones estratégicas y la generación de respuestas sociales e institucionales frente a sus grandes desafíos.

Por lo tanto, el objetivo de la prospectiva no es adivinar o predecir el futuro, sino es analizar posibles escenarios de un determinado objeto de estudio (en este caso el recurso hídrico) y, sobre esté, poder definir y priorizar estrategias y políticas públicas que permitan alcanzar el escenario deseado.

La prospectiva cuenta con un conjunto de conceptos y metodologías que permiten explorar con rigurosidad el futuro y que el tomador de decisión pueda decidir hacia dónde quiere llegar y cómo puede hacerlo a partir de definir una estrategia.

¿Cuáles son las características de la prospectiva?. Dado el abordaje de los problemas actuales como fenómenos complejos se apela a la teoría de la complejidad, y se requiere entonces de una visión sistémica, holística, compleja para comprender acabadamente la complejidad de los fenómenos sociales que se están analizando. La teoría sistémica brinda elementos para comprender las interrelaciones en los distintos sistemas y subsistemas.

La prospectiva requiere la interdisciplina para poder construir un campo semántico común y un marco de referencia compartido por el equipo técnico que aborda el estudio de prospectiva, permite comprender la complejidad del fenómeno a partir del

trabajo en sí mismo y se requiere de información de alta calidad y relevancia. Se buscan los procesos estructurales del objeto bajo estudio, se pretende profundizar sobre la esencia del fenómeno para poder comprender su dinámica y visualizar sus situaciones futuras (escenarios).

Luego de la etapa de anticipación a partir de la reflexión y debate sobre el futuro le sigue la etapa de construcción de la estrategia en donde los sujetos sociales adquieren relevancia para alcanzar los consensos y los compromisos necesarios a fin de implementar las estrategias y políticas públicas construidas entre todos.

En este sentido, lo más importante del enfoque, es la preminencia del proceso por sobre el producto final. El proceso es el garante de la apropiación por parte de los actores sociales del estudio. Los sujetos sociales son los arquitectos de su propio futuro, quienes tienen que apropiarse del estudio para que luego poder implementarlo.

El futuro no lo construye el hombre individual sino los actores o grupos sociales, que se unen para construir una estrategia colectiva que involucre a todos, en donde se contemplan los intereses y objetivos de todos. La construcción social del futuro no es un proceso neutro, implica relaciones de poder. Se debe asumir que muchos actores implicados presentan objetivos estratégicos muy antagónicos con la lógica del desarrollo sostenible pero que, desde su punto de vista, son enteramente legítimos.

¿Cómo hacemos prospectiva? Se puede afirmar que no hay recetas de cómo hacer prospectiva. No hay un método consensuado sino que se dispone de propuestas/guías conceptuales, metodológicas y operativas que orientan un determinado estudio con enfoque prospectivo. Hay macro-pasos compartidos por casi todas las propuestas metodológicas.

La prospectiva parte de cinco preguntas claves: ¿De dónde venimos? (pasado), ¿Dónde estamos? (presente), ¿A dónde vamos? (futuro tendencial), ¿Hacia dónde queremos ir? (futuro deseado) y ¿Hacia dónde podemos ir? (futuro probable). A lo largo de implementar el diseño metodológico se encontrarán hallazgos para cada pregunta.

Se parte de un diagnóstico que no es descriptivo, sino que es explicativo del fenómeno que se está analizando. Es un diagnóstico que permite identificar los procesos de cambio y transformación que ha vivido o está viviendo ese fenómeno, y que va a explicar, en parte, su comportamiento futuro.



Del diagnóstico se identifican y priorizan procesos críticos que dan cuenta de los cambios que tiene el objeto bajo estudio, luego se analiza el nivel de incertidumbre sobre su trayectoria/ desarrollo futuro, para ello algunos procesos serán clasificados como invariantes estratégicos (elementos predeterminados, que van a continuar a lo largo del tiempo y que son pilares de la configuración de los escenarios futuros), y otros como incertidumbres críticas (procesos cuyo desarrollo futuro puede asumir distintos cursos), sobre esta clasificación comienzan a construirse los escenarios futuros. Esto permitirá configurar los escenarios tendencial y alternativos. De aquí se desprende la selección de un escenario deseado y sobre este se realiza la construcción de la estrategia a partir de identificar y priorizar las políticas públicas necesarias para alcanzarlo.

El producto de la prospectiva en parte son los escenarios entendidos como narración compuesta por un conjunto formado por la descripción de una situación futura (imagen/ visión) y la trayectoria de eventos (acciones) que permiten pasar de la situación inicial a la situación deseada.

Finalmente, entendemos a la prospectiva como la capacidad de poder reflexionar sobre el futuro y a la estrategia como la capacidad de poder definir líneas de acción para alcanzar ese futuro que hemos construido y deseado colectivamente. El proceso prospectivo se relaciona con la fase de planificación y gestión de políticas públicas.

## REFLEXIONES

En el entorno competitivo actual, traducir información y datos en inteligencia activa que permita la toma de decisiones se ha convertido en una de las herramientas de gestión más importante de nuestra época, sostienen Solleiro y Castañón (1998). Todo aquello que contribuye a generar información para la toma de decisiones cobra un valor incalculable. Como administradores donde uno de los roles más importantes que desarrollamos es el de decisor, la prospectiva es una disciplina de gran valor y tendrá seguramente un crecimiento en su uso cada vez mayor.

¿Y por qué esta consideración sobre la prospectiva? Como se sabe, toda decisión implica un futuro, es decir que hoy se decide que hacer mañana, al instante o dentro de 10 años. Por más pequeño que sea el margen de tiempo considerado, siempre es a futuro. Esto conlleva, un grado de incertidumbre que variará en función de nuestra capacidad para generar información sobre ese futuro,

que permita evaluar mejor la decisión. ¿Cómo se puede hacer esto? Es acá donde la prospectiva cobra valor, ya que no es su finalidad predecir lo que va a ocurrir, sino permitir formar los escenarios alternativos que pueden tener lugar en el futuro y los factores críticos que los determinan, lo cual permitirá formular las estrategias de acción que conduzcan hacia el escenario deseado.

El recurso hídrico constituye un área prioritaria debido a que está directamente relacionada con el desarrollo y crecimiento sustentable de la humanidad. Según los resultados de las últimas declaraciones a nivel mundial, es un sector crítico y en el futuro puede llegar a empeorar.

El agua, es considerado un recurso imprescindible para la vida y el desarrollo humano. No obstante es cada vez más escaso y con una creciente pérdida de calidad, lo que ha provocado en la comunidad internacional, una preocupación global.

Es en este contexto donde la comunidad internacional se plantea la necesidad de mirar al futuro para resolver los problemas del momento, en distintos ámbitos de interés.

En 1998 la UNESCO publicó su trabajo centrado en la necesidad de lograr una previsión sobre el funcionamiento del sistema hídrico en el futuro. En el mismo año se inicia un proceso de construcción participativo a nivel mundial de la visión global del agua a través del lema "una visión ahora para el agua del futuro". En los eventos internacionales de expertos se acordaron a través de declaraciones, la incorporación de una visión sistémica, integrada y de largo plazo en la gestión del agua.

Recientemente se produjeron cambios importantes en el contexto tales como los ocasionados por el cambio climático, la degradación y contaminación del agua. Por otra parte y simultáneamente con esta realidad del sector, surge una preocupación por instalar esta nueva disciplina como una herramienta de la gestión. Sin embargo, se observa que todos estos factores no han provocado el impacto deseado en la formulación de estrategias o políticas de las autoridades hídricas.

Para poder avanzar con este enfoque, se estima que la prospectiva es el campo más adecuado y prometedor para comprender el funcionamiento integrado del sistema hídrico actual y futuro. Los hidrólogos e hidrogeólogos tienen una natural predisposición para trabajar con datos numéricos, lo que ha permitido lograr modelos físicos que explicaban muy bien el comportamiento del recurso, pero falta una mayor

integración interdisciplinaria que considere las interacciones con los impactos de los aspectos socioeconómicos del sistema.

Esta visión incorpora en las consideraciones del sistema aspectos referidos a la demanda y oferta socioeconómicas del agua, ejercicio del poder económico en la asignación sectorial e intrasectorial del recurso, la debilidad o connivencia con el poder económico del Gobierno en el proceso de asignación, impacto de decisiones sobre el ambiente, etc.

Además la preocupación esencial de los estudios del agua es la respuesta al interrogante de qué se quiere hacer con el agua y cómo hacerlo, teniendo en cuenta la dinámica de su disponibilidad. Lo que implica no solo predicciones físicas (aunque se apoya en predicciones hidrológicas suficientemente precisas), ni puramente socioeconómica, necesita investigaciones sobre la naturaleza y la dinámica de los factores naturales y socioeconómicos involucrados.

Asimismo las proyecciones y planificación del agua a nivel mundial en el enfoque tradicional se concentraban en estudios de predicción del comportamiento de variables tales como



población futura, demanda de agua per cápita, producción agrícola, niveles de productividad económica, etc., pero no consideraban las necesidades reales del agua, tanto humanas como del ecosistema, con lo cual las restricciones ambientales, ecológicas, sociales y económicas no eran tenidas en cuenta.

Por otro lado, este nuevo enfoque ha puesto el énfasis de la gestión del agua en la búsqueda de nuevos modelos que incluyan soluciones no estructurales, tales como la eficiencia en el uso de los recursos, reúso de efluentes industriales y domésticos, etc.

Los especialistas hídricos internacionales sostienen que "los métodos y los instrumentos utilizados en prospectiva y en el análisis de escenarios son cada vez más sofisticados, lo que conduce a una mejor comprensión de las fuerzas motrices que hay detrás de los cambios en la demanda de agua" (Van Der&Kroll, A., 2004).

Como se conoce, la prospectiva y la estrategia son dos aspectos íntimamente relacionados, pero permanecen diferenciados y distintos. No obstante es imprescindible incursionar en ambos para poder mejorar la gestión actual del agua.

No se debe olvidar que los estudios referidos al futuro (prospectiva) constituyen una nueva dimensión del conocimiento estrechamente asociada con la gestión en general y con la toma de decisiones en particular, que en un recurso como el agua es estratégico para garantizar en primera instancia la vida, luego el crecimiento y desarrollo socio-económico de las regiones.

El hecho que la prospectiva se centre en el futuro pero pensándolo desde el mismo y no desde el presente, es lo que consideramos que le aporta a este proceso, la posibilidad de ampliar la visión de futuro con la cual trabaja e innovar en la generación de acciones estratégicas a seguir para su logro.

Además como el proceso no concluye en la construcción de futuros alternativos, sino que plantea como imperioso la definición e implementación de acciones tendientes a alcanzar aquel que estimamos como más conveniente, es lo que hace de la prospectiva una herramienta de gestión clave.

Otro aspecto a rescatar es que constituye un proceso participativo, donde se involucra a los más importantes grupos de interés vinculados con la problemática analizada, para discutir y decidir sobre el camino a seguir, comprometiéndolos a aplicar las acciones consensuadas en pos del futuro elegido.

Son varios los métodos que se pueden aplicar para el desarrollo de un estudio de prospectiva, lo que implica que se debe realizar una selección al momento de utilizarlos. Lo importante es la confianza en los datos que se obtiene por aplicación de alguno de los métodos, porque de ello depende la confiabilidad de los futuros y por ende, el éxito de las acciones que se realizarán para alcanzar los mismos.

Otro aspecto a considerar es el costo que demanda su aplicación. Al respecto es importante prever que mientras mayor es la precisión y confiabilidad de la información obtenida, mayor será el costo de implementación del estudio prospectivo. Un aspecto relevante a evaluar son las consecuencias que podrían derivar de "no hacer prospectiva" o equivocarse el método de prospectiva elegido.

Existe una estrecha relación entre prospectiva y decisión estratégica, que en el ámbito público brinda una importante ventaja, ya que permite desarrollar una mayor capacidad para integrar políticas que unen líneas de acción, las cuales, de otra forma, estarían fragmentadas y desconectadas. Sin embargo, antes de iniciar cualquier proceso prospectivo hay que contar con la voluntad política de quienes deberán instrumentar las acciones propuestas, de lo contrario solo constituirá un ejercicio con un fin en sí mismo, que no es lo que se pretende. Por otro lado la prospectiva debe establecer el contexto en el cual se aplicará y debe referirse a un espacio socio-económico y cultural concreto, ya que es lo contrario a la abstracción.

La aplicación de la prospectiva en el sector hídrico es una herramienta estratégica de apoyo a la toma de decisiones que permite mejorar y desarrollar una gestión integral y sustentable del agua, permitiendo la generación participativa de los distintos escenarios futuros en un horizonte de tiempo que alcance el año por ejemplo 2050 y posibilitando que los actores escojan en forma consensuada aquel que resulte más adecuado para los intereses de la comunidad, el cual constituirá la base del desarrollo de sus planes de acción. Lo que hemos podido observar, entre los impactos concretos que se percibe de la aplicación de esta disciplina en el sector hídrico, son:

- **Mejoras en el nivel organizativo- institucional:**

- El contar con un análisis del sector hídrico que contemple todas sus posibles fuentes mejorará visión integral del recurso que requieren los organismos con competencia en la materia, para llevar adelante acciones más efectivas.
  - Por otra parte, la posibilidad de armar diferentes escenarios obliga a pensar en un largo plazo, aspecto que en las organizaciones no se prioriza debido a las demandas permanentes que reciben de problemas que requieren una solución de corto plazo o inmediata.
  - Se posibilita la revisión y reformulación de sus planes estratégicos de cada actor adaptados a los objetivos de largo plazo, que han sido acordados por todos.
  - Conocer los futuribles, permitirá anticiparse a posibles cambios y adaptar las organizaciones a los nuevos requerimientos que demandará el sistema, planteando un accionar integrado de los actores del sistema.
  - Los distintos usuarios industriales, agropecuarios, recreativos, comerciales, de servicios energéticos y de agua potable, contarán con información que les permitirá revisar sus estrategias de inversión a largo plazo e identificar posibles oportunidades y amenazas que sufran producto de la disponibilidad de agua y la posibilidad de disposición de sus efluentes.
  - Por otra parte, los especialistas en recursos hídricos, como recurso calificado del sector, tendrán el beneficio de formarse en el conocimiento de una nueva metodología para el análisis del sistema y que sea una herramienta de vinculación con el sector productivo y el gubernamental.
- El resultado del estudio prospectivo del agua para un país constituirá la base para que la autoridad de aplicación de la ley del agua y los organismos que participan de la planificación y administración del recurso, formulen y consensuen políticas, planes y acciones estratégicas viables que permitan prepararse para los cambios (preactividad) y provocar los cambios deseables (proactividad), con el fin de acercar la situación real a la deseada en el año-horizonte definido (2030).

- **Permitir la articulación a nivel institucional.**
  - Es necesario articular la gestión entre organismos públicos y privados, entre los diferentes sectores, apuntando a la incorporación de una visión sistémica del agua a largo plazo que se acompañe con una gestión integrada, sobre el mismo escenario de trabajo. Acordar un escenario al que se apostará desde los diferentes sectores de usuarios, es imprescindible para alcanzar la vinculación entre este recurso y el desarrollo y crecimiento económico social de la provincia, que permitan un mejor futuro y faciliten una mejor calidad de vida de sus habitantes.
  - Para los organismos encargados de la política hídrica nacional constituye una experiencia para analizar y replicar en las distintas regiones del país con el fin de poder llegar a un estudio prospectivo del recurso hídrico en la nación. Estos estudios serán parte de la base de información que necesitan para reformular y ejecutar el Plan Hídrico Nacional.



- **Mejorar la calidad de vida:**
  - Se entiende que el contar con información prospectiva del agua, orientará las decisiones y mejorará la prioridad que se da a los planes de inversión en el sector. Así las áreas más críticas respecto a sus necesidades de agua, podrán verse beneficiadas con obras que le aseguren la dotación de agua o de sistemas de saneamiento.
  - El conocimiento que aporte este trabajo, le permitirá al Gobierno generar una política hídrica integral y sustentable que beneficie a todos los habitantes.
- **Además si estos organismos mejoran sus planes y acciones, se genera un beneficio directo sobre quienes desarrollan actividades económicas que requieren del agua y en toda la población en su conjunto.**

En definitiva, la incorporación de esta disciplina en la gestión del agua, tendrá un impacto directo sobre la sustentabilidad del agua.

## REFERENCIAS

- FASCIOLO, Graciela Elena y otros (2010). Futuro ambiental de Mendoza: escenarios. Mendoza, Ediunc.
- GLENN, Jerome y FLORESCU, Elizabeth (2015). 2015-16 State of the Future. Washington, D.C. The Millennium Project.
- MEDINA VÁSQUEZ, J. y otros. (2014). Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37057-prospectiva-politica-publica-cambio-estructural-america-latina-caribe>
- MEDINA VÁSQUEZ, Javier. (2006). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, ILPES-CEPAL-ONU. <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5490-manual-prospectiva-decision-estrategica-bases-teoricas-instrumentos-america>
- PUEBLA, Patricia L. (2014). La prospectiva como herramienta de gestión. Su aplicación en el sector hídrico (tesis de maestría). Mendoza, inédita.
- SOLLEIRO, J. & CASTAÑÓN, R. (1998). Inteligencia Tecnológica Competitiva. Una visión pragmática, en Revista de Economía y Empresa Vol. XII (2da época), (Nº 34), 93-113.
- VAN DER, H. y KROLL, A. M. (2004). Experiencia mundial en estudios a largo plazo sobre el agua: Lecciones para la nueva política europea sobre el agua, en Revista nº 69. IPTSESC-EEC-EAEC. Bruselas-Luxemburgo.
- VITALE, Javier (2012). El futuro ambiental de una provincia: Mendoza al año 2030. The Futures of Agriculture. Brief No. 32 - Spanish. Rome: Global Forum on Agricultural Research (GFAR). <http://www.fao.org/docs/eims/upload/305932/Brief%2032.pdf>
- VITALE, Javier (2013). Sustaining Mendoza's environmental future. The New Agriculturist. <http://www.new-ag.info/en/research/innovationItem.php?a=2956>
- VITALE, Javier, MEDALLA, Adolfo y BARRIENTOS, Julia (2015). "La prospectiva en Argentina: enfoques y aplicaciones en Mendoza" en Aceituno, P. Prospectiva Estratégica. Historia, Desarrollo y Experiencias en América del Sur. Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago de Chile.
- VITALE, Javier, PASCALE MEDINA, Carla, BARRIENTOS, María Julia, PAPAGNO, Silvina (2016). Guía de prospectiva para el ordenamiento territorial rural de la Argentina a nivel municipal. Buenos Aires.



# 06

SISTEMA HÍDRICO COMO  
SISTEMA COMPLEJO



---

“Un sistema complejo es cualquier sistema que ofrece un gran número de componentes que interactúan (agentes, procesos, etc.), cuya actividad agregada es no lineal (no derivable de las sumas de la actividad de los componentes individuales) y típicamente exhibe auto-organización jerárquica bajo presiones selectivas”.

CAPÍTULO 06

## SISTEMA HÍDRICO COMO SISTEMA COMPLEJO

Alex Godoy

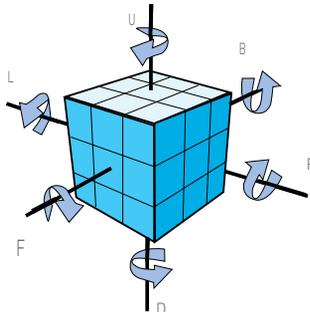


La relevancia que ha tomado el recurso hídrico los últimos 30 años ha estado mediada por los impactos del fenómeno de calentamiento global a consecuencia de la acumulación continua de gases de efecto invernadero producto de la combustión continua de combustibles fósiles. Tales impactos han llevado a afectar la disponibilidad del recurso en su fracción dulce, aquella que es necesaria para sistemas humanos en términos de demanda, como para el desarrollo de diversas actividades antrópicas. No obstante, la relación entre sistemas antrópicos e hídricos poseen una larga data de eventos –evidencia de interrelaciones– que reflejan una estructura que puede ser definida como sistema complejo. Este es cualquier sistema que ofrece un gran número de componentes que interactúan (agentes, procesos, etc.), cuya actividad agregada es no lineal (no derivable de las sumas de la actividad de los componentes individuales) y típicamente exhibe auto-organización jerárquica bajo presiones selectivas.

En este contexto, para aproximarse a determinar y comprender las relaciones subyacentes que convergen entre los diversos componentes que conforman lo que podríamos definir como un sistema hídrico, debemos aproximarnos mediante estrategias diferentes a las que hoy hemos aplicado y mucho más cercanas a la dinámica de sistemas y pensamiento sistémico que estudios de estructuras legales o hidrológicos que finalmente son parte de sus componentes. La no comprensión de tales relaciones entre variables internas puede conllevar a sub-dimensionar la complejidad que estos poseen, y que sin las herramientas suficientes nos conducen a conclusiones erradas y por consiguiente a una mala toma de decisiones, evidencia que oculta tales patrones subyacentes. Para aproximarnos a dimensionar la complejidad en sistemas hídricos, imaginemos el cubo de Rubik. Este se encuentra conformado por 27 cubos más pequeños. Si cada cubo posee seis lados, cada lado es un subconjunto de información. Si cada lado posee colores diferentes, imagine que cada color puede representar seis disciplinas distintas capaces de rotar de forma independiente, significa que la comprensión global del cubo es un proceso integrativo pero de la interrelación de cada uno de los cubos.

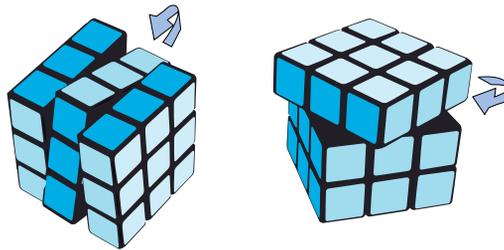
FIGURA 3

Ejemplo de cubo Rubik



Ahora bien, si en conjunto los 27, conforman un cubo, además podemos analizar estos por capas, intercesiones entre capas y cada capa por cada lado, resultando en más de una estructura del sistema. Si esto es correcto, el cubo pasaría por diversos estados independientes conformados por las mismas partes constituyentes.

**FIGURA 4**  
Ejemplo cubo Rubik con diferentes capas



Dada esta complejidad existente, y si el sistema hídrico responde a esta estructura, la pregunta es: ¿cómo podemos apoyar la toma de decisiones o aproximarnos a proponer ciertas soluciones de gestión si cada "cubo de Rubik hídrico" es distinto en cada sistema o lo que llamamos por unidad geográfica "cuenca"? Para aproximarnos a desafío de visualizar este sistema complejo puede ser a través de la metodología de capas límites o contornos del sistema, a lo cual intentaremos en este capítulo diseccionar de manera simple para comprender los límites en el cual los sistemas hídricos logran movilizarse y así dimensionar la complejidad en la cual nos podemos sumergir paso tras paso.

## LA CAPA DEL RECURSO

Los conceptos recurso o capital poseen la influencia de diversas disciplinas que convergen en la explicación de un mismo concepto. En general, recurso puede ser comprendido como todos aquellos elementos que pueden utilizarse como medios a efectos de alcanzar un fin determinado, entre los que podemos encontrar recursos económicos, recursos humanos, recursos intelectuales o recursos renovables, entre tantos otros. La definición del concepto integra por defecto su uso funcional a favor de alcanzar una meta o propósito, siendo el agua en sí, desde la visión de un sistema hídrico, un elemento de sustento esencial del sistema sobre el cual este se construye y no un insumo.

El sesgo que ha primado hasta la actualidad y que ha empezado a cambiar en los años recientes, ha sido la influencia proveniente de las ciencias económicas, donde el "recurso" agua ha sido homologado a

un insumo en una función de producción al igual que otros insumos o entradas también recursos naturales. La explicación a este fenómeno viene determinado históricamente, pudiendo explicar las influencias que tuvo tal corriente de pensamiento en la elaboración del código de aguas en sus orígenes y que han permanecido hasta nuestros días.

Desde un punto de vista histórico a lo largo del siglo veinte, el agua como "recurso natural" es un componente clave y estructural de lo que se llegara a comprender como biosfera y que sustentará el desarrollo de las civilizaciones antiguas como los progresos humanos a lo largo del siglo. Previamente, durante el siglo considerado de la química –el siglo XIX– el agua fue un recurso dentro de los sistemas productivos, fuente principal del desarrollo de numerosos procesos manufactureros por medio de los cuales materias primas –otros recursos naturales– fueron transformadas en bienes y servicios de segunda fase de valor agregado.

Los sistemas productivos y sus externalidades fueron comprendidos solamente durante el siglo XX, en la medida que el desarrollo de la biología permitió comprender el impacto de estos mismos sistemas manufactureros sobre los propios sistema hídricos (ej: contaminación, sobre demanda), permitiendo comprender el rol relevante del agua en sistemas hidrológicos como sustento y piedra angular de lo que pasado los años '50 fueron conocidos como ecosistemas y sus servicios a nivel de sociedad. Las primeras relaciones entre externalidades y sistemas productivos provinieron de los impactos a nivel de calidad de aguas y contaminación de las mismas, más allá de su impacto a nivel extractivo. Esto condujo a reglamentaciones históricas en la literatura de la historia ambiental como lo fue el acta del agua limpia en los Estado Unidos en la década del '70, aquélla que al día de hoy permitió recuperar gran parte de la calidad de aguas superficiales en los grandes lagos.

Complementariamente, su rol a nivel global fue comprendido gracias a los experimentos que en paralelo Charles David Keeling, de la Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California San Diego, empezaba a realizar, por medio de cuantificar el aumento de CO<sup>2</sup> atmosférico y que pudiera ser causante de problemas futuros. La comprensión de la relación entre incremento de las concentraciones de CO<sup>2</sup> atmosféricos condujo al auge de las ciencias climáticas, poniendo alerta sobre la potenciales alteraciones en ciclos hidrológicos dado los incrementos de temperatura. Las primeras correlaciones de tal evidencia, provinieron de las observaciones de las disminuciones en glaciares en distintas partes del globo y de los cambios en flujos de cursos superficiales.

En Chile, a diferencia de otras partes del globo, las corrientes de pensamientos ya existentes para mediados de siglo a nivel global no lograron influir en nuestra concepción o definición del concepto de recurso más allá de un factor productivo. A diferencia de la tendencia global, en la cual

los recursos naturales son la base de los ecosistemas, en nuestro país las ciencias económicas divergieron completamente de tal influencia influenciando gran parte de nuestra legislación vigente. Para inicios de la década de los '80s, la corriente del neoliberalismo proveniente de casas de estudios como la Universidad de Chicago, iniciaba su apogeo con el resurgimiento económico americano y de negocios.

El hemisferio norte, ya habiendo pasado de una revolución fuertemente manufacturera, comenzaba un largo proceso de globalización y auge bursátil sobre el cual la economía de los bienes de servicios se expandió a nivel mundial apoyado por servicios de conexión en redes. Wall Street, el símbolo del mercado accionario extendió su influencia donde un derecho de propiedad – una acción – llegó a ser mucho más relevante que los stocks físicos de materiales, causa final de burbujas que conllevaron posteriormente a crisis económicas como la de 1998, 2002, y 2008. Esta influencia desplazó la manufactura a países donde los costos de producción, mano de obra y regulaciones ambientales eran mucho más bajas, siendo China e India los países de destino como nuevos centros manufactureros que ya enviaban a parte de su elite a las grandes casas de estudios en búsqueda de ser las nuevas potencias tecnológicas.

La tendencia del auge de los mercados de los '80s en el hemisferio norte, en Chile fue acogida durante el gobierno militar –dictadura– con el ingreso de civiles como parte del ejecutivo; influenciando de paso el marco regulatorio vigente y siendo uno de los ejes conductores de la recuperación de la economía post depresión de los '80s. En este contexto, la influencia de la corriente de pensamiento de la escuela de Chicago fue determinante en la elaboración de políticas públicas en torno al cómo comprender los recursos naturales, siendo éstos considerados un insumo en una función de producción más que un recurso base o estructural para la existencia de ecosistemas, algo que ya se venía incubando en el hemisferio norte con la cumbre de la tierra en 1972.

La evolución, por tanto, de nuestras políticas públicas fue el adoptar tal visión ejemplificada en el decreto de ley 600 para la promoción de inversiones extranjeras, el cual trajo como consecuencia el resurgimiento de la actividad minera y que en temas de agua influenció la elaboración del código, circunscribiendo las relaciones de los componentes del sistema hídrico hasta el día de hoy, siendo la actual capa legal.

## LA CAPA LEGAL

Desde un punto de vista de sistemas, la influencia del contexto legal y político, son las condiciones de borde en el cual el sistema se desarrolla, evoluciona y alcanza su máxima expresión, siendo ésta además la estructura que interrelaciona sistemas físicos y naturales con los cambios sociales en el caso de recursos naturales.

En este contexto, la capa legal que delimita el comportamiento del sistema hídrico es el código de aguas sobre el cual ya existe abundante literatura como análisis. Sin embargo, desde una perspectiva de sistemas, la problemática de esta capa es ser la interfaz entre un mundo físico y el mundo de propiedad, influenciado por la corriente económica de la fecha. En palabras simples, la teoría económica tradicional describe que los recursos naturales permiten sacar su máxima eficiencia en manos de privados y no del Estado, dado el costo de oportunidad como de transacción que estos poseen en los sistemas productivos. Este concepto de recurso es completamente diferente a las líneas de trabajo en términos de recursos y bienes comunes enunciadas por Elinor Ostrom, premio Nobel de Economía de 2008.

Tal influencia de pensamiento neoliberal dio origen al concepto del recurso agua como un bien nacional de uso público, donde el Estado cede el derecho de uso a sus ciudadanos con tal de obtener su máxima eficiencia económica. Una vez entregados en su totalidad por el Estado de forma gratuita, éstos pueden ser utilizados en usos productivos o en su defecto –una vez cedidos todos los derechos– conformar un mercado entre poseedores de derechos (ofertantes) y nuevos entrantes (demandantes) capaces de ser transados, medio al cual conocemos como “el mercado de agua”; aquel que permite transar bienes entre ambos de acuerdo a las necesidades de cada uno de los actores.

Lamentablemente, al igual que lo ocurrido en Wall Street, el bien transado es un derecho de propiedad, de uso y no un recurso estático en el tiempo, sino uno que varía en calidad y cantidad. Es esta ambivalencia en la cual conviven derechos de uso, propiedad y un elemento físico que varía de acuerdo a condiciones de uso, climáticas e hidrológicas. Es en esta dimensión que la intersección entre sistemas legales de propiedad y recursos naturales no resuelven una de las preguntas más importantes en términos de desafíos que se pueden presentar, ¿cómo un derecho de propiedad, que debe ser fijo y estable en el tiempo en cantidad o proporciones, convive con un sistema de carácter variable? En este contexto, la propiedad o lo que concebimos por ella no dice relación con recursos que varían en el tiempo, en especial porque la demanda por recursos hídricos, su tendencia es a aumentar de forma constante en correlación con el crecimiento poblacional; mientras que el suministro de ésta tiende a la baja como consecuencia de fenómenos de cambio climático y de extracción, marco fundamental de restricción que conforma una nueva capa.

## LA CAPA CLIMÁTICA

Los recursos naturales, base de los ecosistemas en la entrega de servicios regulatorios, de aprovisionamiento, estéticos y culturales, fluctúan no sólo geográficamente de acuerdo a las condiciones específicas de cada lugar, sino que además estacionalmente y en el tiempo. El agua, como base de los sistemas hídricos no es inmune a este tipo de variaciones, especialmente porque los flujos de masa al interior del ciclo del agua dependen directamente de las condiciones climáticas sobre las cuales estas ocurren. Si consideramos que cada cuenca a nivel nacional se distribuye a lo largo del territorio nacional con características completamente diferentes en términos de ecosistemas, las cantidades de ésta en sus distintos estados es completamente diferencial, haciendo que sus flujos en afluentes y efluentes sean diferenciales a lo largo del tiempo y por ende complejos de predecir en términos de incertidumbre acorde a cambios o evento climáticos.

Evidencia de tal interrelación se ve reflejada en la variabilidad de los flujos de agua en fenómenos recurrentes altamente estudiados como la oscilación sur, El Niño, fenómeno climático que cambia el patrón climático a nivel del pacífico alterando los patrones comunes en precipitaciones y temperaturas. No obstante, este cambio no sólo altera el patrón normal de las precipitaciones, que en algunas coordenadas causa la disminución de éstas mientras que en otras las incrementa, sino también temperaturas que regulan finalmente el agua disponible sobre distintos cursos en términos de deshielos. Este fenómeno ha vuelto a ser cada vez más recurrente asociado a los incrementos de temperatura debido al calentamiento global, el cual ha causado un arrastre cada vez mayor de grandes cantidades de masas de agua dado los incrementos de temperatura registrados en la superficie de los océanos. Por lo tanto, la incertidumbre de sus impactos hacia las próximas décadas se incrementa, especialmente a los cambios en stocks y flujos del recurso al interior de una misma cuenca.

Si los flujos fueran estáticos en el tiempo, no existiría conflicto con los sistemas legales y económicos. No obstante, al variar en múltiples dimensiones, estos pueden ser determinados fijando todas las demás variables en el tiempo, confirmando la no existencia de una solución única en la resolución de los conflictos generados entre oferentes y demandantes. El síntoma de fondo que se observa es un desbalance hídrico, en el cual no necesariamente la demanda aumenta, sino que el recurso escasea causando un estrés hídrico que finalmente afecta los mercados de agua y se cuestiona la propiedad. Estas incertidumbres finalmente afectan lo que llamamos gestión y mercado, el lugar de encuentro entre oferentes y demandantes

## LA CAPA GESTIÓN Y MERCADO

Esta capa del cubo de Rubik es quizá la más compleja de analizar, pero no porque no existan modelos capaces de aplicarse sino más bien porque la gestión no depende del modelo a aplicar, sino de las interrelaciones entre quienes poseen distintos niveles de influencia en la administración y gestión de los recursos de una cuenca. En este escenario, el comportamiento de los agentes y grupos de interés involucrados en la gestión del recurso pasa por la toma de decisiones de cada uno, más entendibles por teoría de juegos y de comportamiento que por teorías económicas relativas a la búsqueda de la maximización constante.

En este contexto, la teoría de decisiones cobra relevancia en la comprensión de los agentes del "mercado" y que puede ser entendido por medio de teoría de Juegos. La atención aquí se centra en las preferencias y la formación de creencias entre cada uno de los agentes que convergen en el mercado de agua y que finalmente gestionan el recurso hídrico. La forma más utilizada de la teoría de la decisión argumenta que las preferencias entre alternativas pueden describirse mediante la maximización del valor esperado de una función de utilidad numérica, donde la utilidad puede depender de una serie de cosas más allá de lo económico y que en este caso se relaciona con el acceso al recurso.

Para comprender el cómo los involucrados en la gestión de recursos se comportan entre sí, aplicamos la teoría de la probabilidad para representar la incertidumbre de resultados de negociación en un mercado que distribuye derechos y flujos de agua, y que gracias a la Ley de Bayes podemos a menudo determinar en forma de análisis de decisión. Por medio de la teoría del equilibrio general, rama especializada de la teoría de juegos que se ocupa del comercio y la producción, y por lo general con un número relativamente grande de los consumidores y de los productores individuales, podemos comprender los impactos macro. Si hemos empezado a comprender cómo se mueven los agentes en un sistema como este, el relacionar los resultados de negociaciones con cambios en la demanda de agua como el aprovisionamiento de la misma, sería la herramienta de intersección entre diferentes capas. No obstante, la comprensión de esta capa depende más de las ciencias del comportamiento y de toma de decisiones que a modelos predictivos, siendo éste la debilidad de la aplicabilidad de cualquier sistema de gestión en el cual tendemos a atribuir un cierto resultado.

## RESOLVIENDO EL SISTEMA

Si cada pieza del sistema o cubo de Rubik se conforma de las mismas variables, el tratar de optimizar los sistemas hídricos no hacen más que mostrarnos las incertidumbres y salvaguardas que debemos tener en materia de análisis de cada cuenca. Esto nos demuestra la imposibilidad de adoptar o transferir modelos entre distintas conformaciones de sistemas, como también el esperar resultados predecibles, asumiendo que sistemas diferentes tienden a comportarse de forma equivalente. Por lo tanto, la comprensión de sistemas hídricos debe iniciarse con la aceptación que estos son sistemas complejos capaces de ser estudiados en su estructura, capas y formas de interrelación entre sus componentes, lo que permitiría apoyar el diseño de políticas públicas que permitan cambiar la estructura de éstos, y así favorecer no sólo la conservación del recurso, sino también la eficiencia en su uso.

# 07

HUELLA HÍDRICA: UNA  
HERRAMIENTA PARA LA  
GESTIÓN ESTRATÉGICA  
DEL AGUA



---

“La Huella Hídrica se define como ‘el volumen de agua fresca apropiada o no devuelta al sistema, tomando en cuenta los volúmenes de agua consumida y contaminada en las diferentes etapas de la cadena de suministros’. La Huella Hídrica es un indicador multidimensional empírico que indica ‘dónde’, ‘cuándo’ y ‘cuánto’ volumen de agua se consume y contamina”.

*Water Footprint Network (WFN),*

## CAPÍTULO 07

# HUELLA HÍDRICA: UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL AGUA

*Claudia Galleguillos*



Durante las tres últimas décadas la presión sobre los recursos existentes se ha intensificado de forma significativa. Esto debido a que principalmente, la demanda asociada a la estrategia de desarrollo económica del país está basada en un conjunto de productos que dependen del recurso hídrico para su producción (cobre, fruticultura, vino, celulosa, salmonicultura), el que sumado al incremento poblacional, ha originado situaciones de conflicto en algunos casos.

A futuro, se estima que las presiones por agua, por parte de los principales usuarios aumenten. Tan sólo en el sector minero, se estima un crecimiento del 45% en la demanda de agua para el año 2020 y de un 200% en los próximos 25 años (Banco Mundial, 2013).

El principal desafío hoy es mejorar la gestión del recurso hídrico, compatibilizando los distintos usos y permitiendo así el crecimiento económico sin afectar el sistema en que se encuentran insertos, del cual depende su propia sustentabilidad en el tiempo. Durante 10 años, Fundación Chile ha estudiado diferentes tecnologías y herramientas de gestión hídrica internacionales, adaptando varias de ellas para Chile, con el fin de mejorar la gestión de los recursos hídricos en diferentes niveles. Una de las herramientas de gestión hídrica que llamó la atención era la "Huella Hídrica", dado que muchas empresas mostraban su preocupación por este vital recurso exponiendo un número que indicaba su requerimiento hídrico. Sin embargo, Fundación Chile buscó responder varias preguntas sobre la herramienta, como por ejemplo:

- 1) *¿Para qué sirve la huella hídrica?*
- 2) *¿qué acciones puede realizar la empresa para disminuir su huella?*
- 3) *¿la huella hídrica es una herramienta que permite gestionar el agua en una empresa o en un territorio?*

Después de varios años de estudio y aplicaciones, hemos comprobado que la Huella Hídrica no sólo es un indicador numérico, sino más bien es el primer paso para implementar una buena gestión de los recursos hídricos, es conocer tanto la disponibilidad de agua como el consumo, ya que si se desconoce lo que existe y su dinámica, no es posible planificar adecuadamente para el futuro. La huella hídrica es una de las herramientas prácticas que permite realizar una contabilidad del volumen físico de agua que es requerido por los distintos procesos productivos y determinar el impacto de las mismas sobre el territorio en que se encuentran.

## HUELLA HÍDRICA

### Definiciones

La Huella Hídrica es un indicador de uso de agua dulce que tiene en cuenta usos directos e indirectos del agua consumida y contaminada por un proceso, producto o servicio, en una unidad de tiempo o de producto. Además se considera el impacto causado hacia el entorno y el medio ambiente que resulta de este consumo de agua. Esta puede ser calculada para un proceso, producto, servicio o un lugar geográfico (cuenca, región, país, etc.). Este indicador se encuentra directamente relacionado con la zona geográfica, por lo tanto, debido a su naturaleza, la Huella Hídrica puede variar dependiendo de la zona espacial y el tiempo en que sea calculada.

En la metodología de la Water Footprint Network (WFN), la Huella Hídrica se define como "el volumen de agua fresca apropiada o no devuelta al sistema, tomando en cuenta los volúmenes de agua consumida y contaminada en las diferentes etapas de la cadena de suministros". La Huella Hídrica es un indicador multidimensional empírico que indica "dónde", "cuándo" y "cuánto" volumen de agua se consume y contamina.

### Propósito de la contabilidad hídrica

El propósito de la herramienta es sentar las bases de información técnica que permita una adecuada toma de decisiones e implementación de medidas costo-efectivas de gestión del recurso hídrico, abordando los hotspots (puntos críticos) identificados dentro del sistema. Los "hotspots" se pueden identificar como puntos críticos del proceso donde existe mayor consumo de agua, mayor pérdida de agua y/o mayor contaminación del agua.

Una de las claves en la planificación y pronóstico de escenarios hídricos, es contar con los antecedentes o información base que permitan evaluar la situación actual y las tendencias a futuro. Aquí la contabilidad hídrica juega un rol fundamental y se transforma en una herramienta base para la planificación integral del recurso hídrico.

En el caso particular de Fundación Chile, su eje principal ha sido la innovación, desarrollando metodologías de análisis y procesamiento de información a partir de la Huella Hídrica para generar una herramienta de gestión estratégica de recursos hídricos, enfocada en dar sustentabilidad a la producción y el desarrollo de las empresas. Asimismo, se desarrolla e incorpora una visión territorial que abre su foco a un entorno compartido con otros usuarios. Ambas miradas resultan críticas, ya que si bien los intereses de cada sector pueden ser diversos, los problemas muchas veces resultan comunes, en particular en un contexto de escasez de recursos

hídricos. Este cambio de paradigma en los usuarios del agua, requiere del diseño de herramientas innovadoras para apoyar la mejor gestión del recurso y ser abordado desde diferentes perspectivas y competencias.

### **Metodologías de Huella Hídrica**

Existen muchas metodologías para la contabilidad Hídrica e incluso existen calculadoras en la web para poder obtener indicadores numéricos del uso del agua. Sin embargo, para la medición de Huella Hídrica, solo existen dos metodologías validadas internacionalmente. La diferencia entre la contabilidad Hídrica y la Huella Hídrica se basa principalmente en los conceptos utilizados y los impactos medidos.

La *Contabilidad Hídrica* entrega antecedentes del uso de agua en los procesos productivos, servicios, productos o territorio (agua que ingresa al sistema, agua que recircula y agua que sale del proceso por evaporación o que se descargan al sistema). La Huella Hídrica mide los consumos de agua (volumen de agua perdida que no regresa al sistema porque es evaporada, evapotranspirada, incorporada en los productos, retenida en el suelo, trasladada a otra cuenca o vertida al mar) en procesos, servicios, productos o territorio, incluyendo los impactos que generan en el entorno (externalidades, retorno de residuos líquidos al ambiente, stress, entre otros).

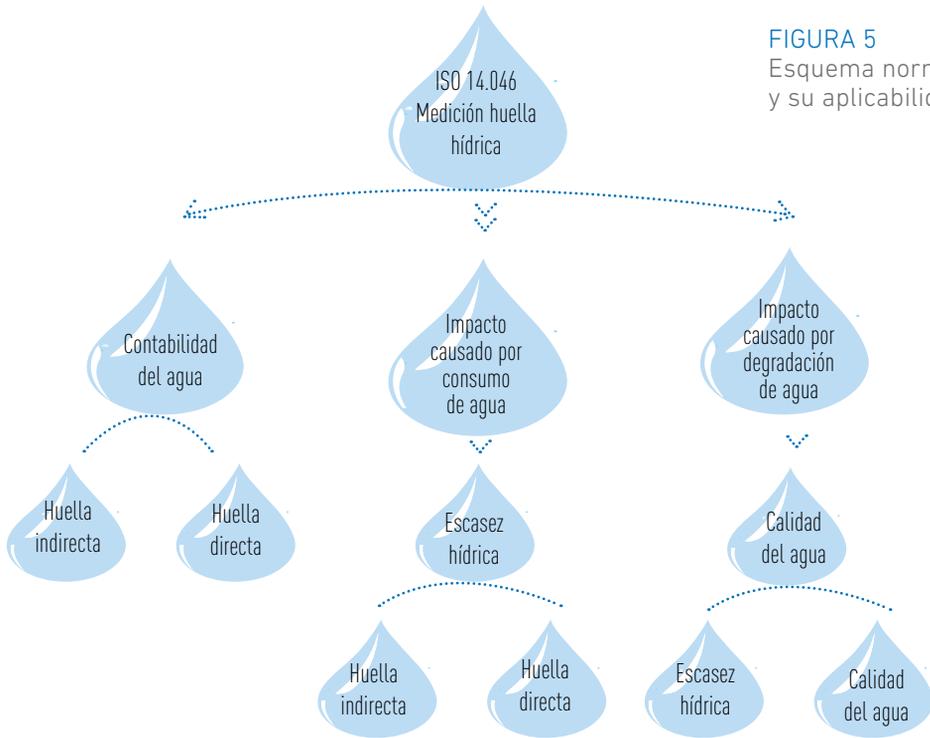
Las metodologías para la medición de Huella Hídrica son la ISO 14.046, aplicable a procesos productivos y la metodología desarrollada por Water Footprint Network aplicable también a procesos productivos, pero que tiene mejor aplicación a nivel territorial.

### **ISO 14.046 para la medición de Huella Hídrica en procesos productivos**

La ISO 14046 fue la primera norma aprobada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre Huella Hídrica que establece los principios, requisitos y directrices para una correcta evaluación de la Huella Hídrica única o individual o como parte de una evaluación ambiental más integral, de productos, procesos y servicios, basada en el enfoque de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Después de cuatro años de trabajo, la Organización Internacional de Normalización (ISO) aprobó a mediados del año 2014 la nueva ISO 14.046, transformándose en la primera norma internacional que estandariza la medición de Huella Hídrica para organizaciones o empresas (aplicadas a nivel corporativo, plantas, procesos o productos), emitida por el comité técnico internacional sobre Gestión Ambiental ISO/TC 207.

Esta norma responde a la necesidad de comprobar el real impacto que ejercen las actividades humanas en los sistemas hídricos que



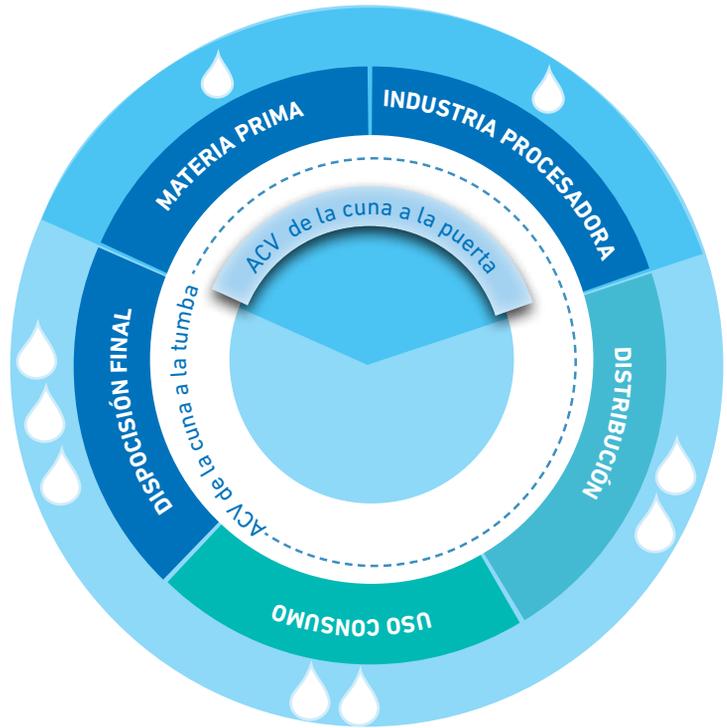
**FIGURA 5**  
Esquema norma ISO  
y su aplicabilidad

sustentan la vida humana, los ecosistemas y las actividades productivas, buscando entregar mayores antecedentes para el análisis y posterior gestión de los problemas de escasez hídrica y contaminación del agua, así como una mejor definición de los impactos sobre este medio.

Respecto de sus usos, la Huella Hídrica considera los usos directos del agua (consumo en el proceso) y los usos indirectos (consumo para la generación de insumos y energía principalmente). Esta norma también se caracteriza por medir los impactos causados por el consumo de agua (en cantidad) y por su degradación (en calidad) en la salud humana y los ecosistemas.

El ACV puede realizarse para un producto, delimitando los límites del sistema “desde la cuna a la puerta” o “desde la cuna a la tumba”. En el primer caso se considera desde el procesamiento de materias primas hasta la salida del producto en la puerta de la fábrica, y el segundo caso incluye además las etapas de distribución y consumo de productos y la disposición final de residuos. Para algunos productos los usos más intensivos de agua estarán en las materias

FIGURA 6  
Análisis de Ciclo  
de Vida (ACV)



primas (como en caso de algunos productos alimenticios); en otros a nivel de proceso (por ejemplo en la industria química, acero, papel, entre otras); y en otros a nivel de uso/consumo por usuarios (como el caso de algunos detergentes). Por lo tanto, los límites del ACV deben fijarse cuidadosamente en función del producto estudiado (Baumann y Tillman, 2004).

La Huella Hídrica ha cobrado una gran relevancia para la gestión del agua en los mercados internacionales, siendo integrada por las principales empresas y corporaciones como una herramienta fundamental para la gestión integrada del agua. En Chile, las primeras empresas en iniciar el proceso de certificación de la ISO 14.046 son las participantes del proyecto Suizagua Andina: Clariant (química), Mall Plaza (Inmobiliario); Nestlé Chile S.A. (Alimentos); Polpaico (Cementera) y Tinguiririca Energía (Hidroeléctrica), quienes ya han integrado la Huella Hídrica a su gestión empresarial y están trabajando en reducir sus consumos, mitigarlos y compensarlos en el territorio. Suizagua Andina Chile, es un proyecto financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y liderado por Fundación Chile, institución de derecho privado sin fines de lucro, cuyo propósito es transformar a Chile en un país líder en desarrollo sustentable, impulsando la innovación y desarrollo, investigación aplicada y transferencia tecnológica.

## WaterFootprint Network para medición de Huella Hídrica en el territorio

La metodología de medición, evaluación y análisis de la Huella Hídrica (HH) está descrita en el manual "Water Footprint Assessment Manual- Global Standard" (Hoekstra, Chapangain, Aldaya&Mekonnen; 2011). En él se definen las metodologías de cálculo de las HH Azul, HH Verde y HH Gris, así como se describen las aproximaciones a los distintos tipos de análisis a los que puede ser aplicada y su posterior análisis de sustentabilidad.

Al realizar el cálculo de Huella Hídrica de un territorio, se desarrolla un levantamiento de la situación hídrica en un área de estudio determinada, la que genera insumos relevantes que permiten realizar un diagnóstico de la situación territorial. Es una herramienta interesante para la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), sentando las bases y alertas necesarias para una toma de decisiones informada; la planificación estratégica y la selección adecuada de herramientas complementarias.

Es posible aplicar la Huella Hídrica a nivel país, obteniendo un indicador que permite cuantificar el uso de agua dulce. Sin embargo, para el caso de Chile un indicador nacional no necesariamente representa la realidad en cada región, donde encontramos una diversidad climática, ecosistémica, social y económica. Para transformar la Huella Hídrica en herramienta de gestión, se debe seleccionar un territorio relativamente homogéneo, donde las intervenciones de un usuario afecte directamente a otros, encadenados en un efecto sinérgico que los hace responsables en forma directa de los impactos sobre el recurso. La unidad territorial que cumple con estos requisitos en Chile es la cuenca hidrográfica.

La metodología de Water Footprint Network está conformada por tres sub- indicadores de huella:



### HH AZUL

Corresponde al volumen de aguas dulces superficiales y/o subterráneas consumido. Se refiere al recurso fresco que se extrae de fuentes superficiales y/o subterráneas que no retorna al ambiente de donde se extrajo. Esto se puede producir por:

- Evaporación o evapotranspiración del recurso hídrico
- Incorporación de ese elemento en el producto
- Agua que no retorna a la misma cuenca de extracción o que se vierte al mar
- Retención del recurso en el suelo



**HH VERDE**

Volumen de agua lluvia consumido. Es la fracción de agua lluvia evaporada, evapotranspirada por las plantas, incorporada en productos, trasladada a otra cuenca, vertida al mar y/o retenida en el suelo. Se evalúa generalmente para productos agrícolas y forestales (productos a base de cultivos y madera).

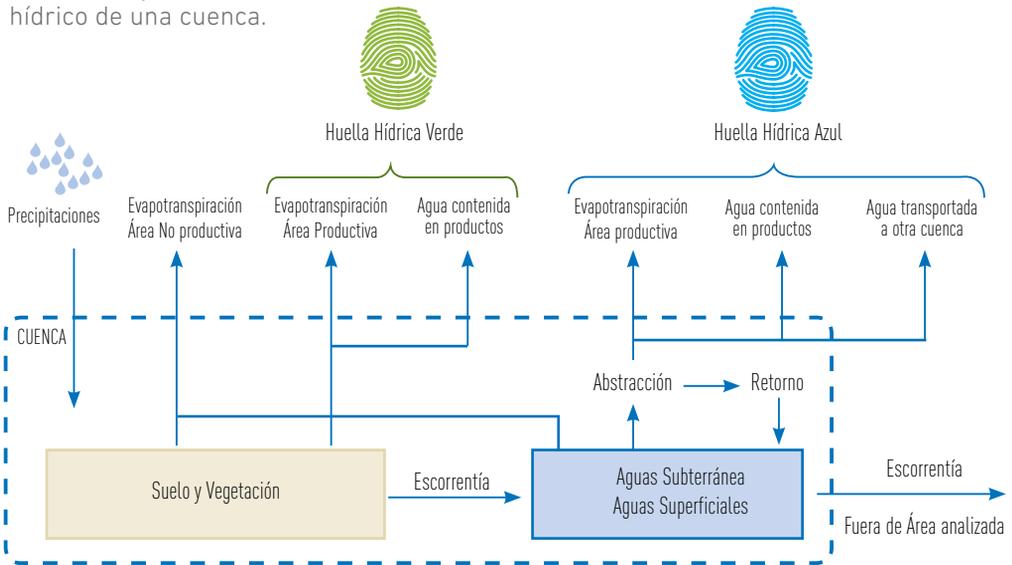
La siguiente figura muestra la relación entre las huellas hídricas azul, verde y el balance hídrico de una cuenca (Hoekstra, et al.; 2011).



**HUELLA GRIS (HG):**

Volumen de agua fresca que se requiere para asimilar la carga contaminante de una descarga, hasta niveles acorde a los estándares ambientales. Es un indicador virtual del grado de contaminación del agua fresca.

**FIGURA 7**  
Relación entre Huella Hídrica azul, verde y el balance hídrico de una cuenca.



## GESTIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA: REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN

Al aplicar la Huella Hídrica representando la realidad para cada caso, ésta se transforma en una interesante herramienta de gestión y planificación del recurso hídrico, sentando las bases de información técnica para identificar hotspots y oportunidades que permitan implementar medidas costo efectivas de reducción, mitigación y compensación de huella hídrica, aportando a la sustentabilidad del territorio.

### Responsabilidad Social Empresarial en Agua (RSEAgua)

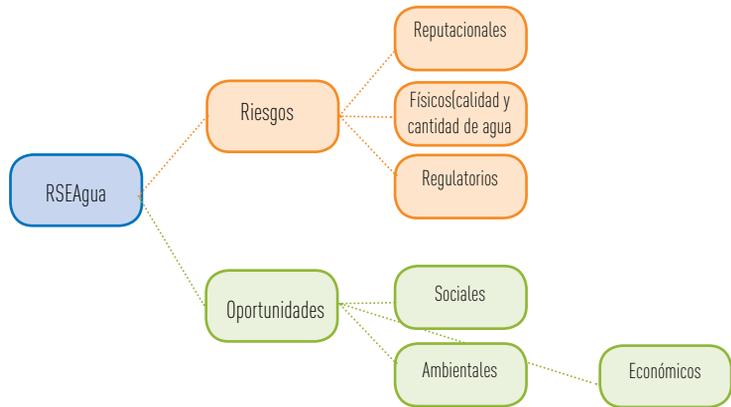
La esencia de la GIRH es el manejo adecuado de las intervenciones que se realizan en una cuenca, donde los usuarios interactúan sobre un mismo sistema proveedor del agua, por lo tanto, todos son responsables de la sostenibilidad del territorio compartido.

En este contexto, las empresas son actores relevantes dentro del territorio, especialmente cuando se encuentran insertas en un entorno con estrés hídrico y el agua puede poner en riesgo su propia producción, para su crecimiento o mantención en el tiempo.

RSEAgua es un concepto desarrollado por Fundación Chile y acuñado bajo el proyecto Suizagua Andina, donde se establece como eje estratégico el agua compartida por diversos usuarios en un mismo territorio. Este concepto fue integrado considerando la perspectiva desarrollada y publicada en el "Estándar Internacional para la Gestión Sostenible del Agua" (AWS, 2014) del cual Fundación Chile colaboró activamente en su desarrollo. Las intervenciones que realiza la empresa en su entorno, deben considerar una mirada estratégica para identificar los factores clave que pueden poner en riesgo la sustentabilidad de su propia producción, del territorio, del ecosistema que presta servicios ambientales y de todos quienes usan el agua para la vida. Cuando un vecino tiene problemas de agua, es el primer síntoma de un potencial riesgo para la propia sustentabilidad del conjunto de empresas y usuarios de agua. Bajo este concepto se ha trabajado en la incorporación de la empresa privada al problema hídrico a nivel del territorio donde se enmarca su área de influencia, cambiando el paradigma de las empresas respecto a la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) a una mirada estratégica del entorno, con un concepto ganador - ganador.

Utilizando esta metodología, se motiva a las empresas a mirar su entorno a través de los riesgos que pueden afectar su propia sustentabilidad productiva en el tiempo y las oportunidades que pueden potenciar a los usuarios que comparten un mismo territorio. Los riesgos y oportunidades son clasificados según el Estándar para la Gestión Sostenible del Agua de la Alliance for Water Stewardship (AWS; 2014) como se muestra en la Figura 8.

**FIGURA 8**  
Relación entre Huella Hídrica azul, verde y el balance hídrico de una cuenca.



### Avances y Resultados de aplicación de huella hídrica y RSEAgua

Los avances de la aplicación de Huella Hídrica en Chile han sido relevantes. Por ejemplo, la ejecución del proyecto Suizagua Andina en Chile permitió a las cinco empresas participantes integrar la herramienta dentro de sus políticas de sustentabilidad, e implementar en los tres años de proyecto medidas de reducción y compensación, los que han tenido un impacto relevante para su sostenibilidad y trabajo con el entorno. A continuación se mencionan los principales impactos generados por parte de las empresas:

- **21 proyectos implementados** (11 de reducción de Huella Hídrica y 10 de RSEAgua).
- **11.425 m<sup>3</sup>/mes de agua ahorrados** que equivale al consumo de 27.366 personas en un año.
- **14.376 personas beneficiadas** en forma directa por los proyectos de compensación de la Huella Hídrica.
- **Más de 200 apariciones** en medios masivos de prensa (equivale a casi CLP 185.000.000) y 113.452 visitas a la web de SuizAgua Andina ([www.suizagua.org](http://www.suizagua.org)).

La aplicación de la metodología de Water Footprint Network a nivel territorial (macrozona centro de Chile y cuenca del Rapel) fue calificada por la misma entidad como un trabajo que “sitúa a la Dirección General de Aguas a la vanguardia mundial en el uso de Huella Hídrica en la gestión del agua”. Water Footprint Network señala en su análisis del trabajo desarrollado que se genera una serie de elementos innovadores que permiten entre otros “categorizar las actuaciones y priorizar los esfuerzos a lo largo del territorio que puede ser de gran interés para las administraciones públicas al proponer soluciones concretas”.

## LA HUELLA HÍDRICA Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

La identificación y manejo exitoso de los riesgos y oportunidades asociados al recurso hídrico, debe estar basado en la comprensión de las distintas problemáticas de la cuenca y en la búsqueda de soluciones funcionales para el territorio y para los usuarios que realizan intervenciones en el mismo.

La Huella Hídrica es una buena herramienta para sentar las bases de una GIRH, entregando información para una adecuada toma de decisiones y para la planificación de intervenciones. Dentro de las acciones que se pueden realizar en políticas públicas con la aplicación de la huella hídrica, es posible destacar las siguientes:

- Una asignación más equitativa de los recursos hídricos disponibles en el territorio.
- Al conocer las cantidades de agua necesarias para sustentar los usos en el territorio, permite tomar decisiones respecto de la necesidad de infraestructura para su distribución o almacenamiento, posibles instrumentos de fomento en eficiencia hídrica y reúso de agua, necesidad de identificar nuevas fuentes de agua, sistemas swap, recambio de cultivos con menor uso de agua y mayor retorno económico, entre otros.
- Apoya en la asignación de derechos de agua, en el caso que sean solicitados bajo un uso determinado.
- Apoya la fiscalización del derecho de agua asignado, al compararlo con el consumo de agua necesario para la producción declarada por el usuario.
- Puede predecir los impactos hídricos de nuevos proyectos o usuarios en una cuenca, dado que es posible determinar la cantidad de agua requerida para implementar esta nueva actividad económica. Por ello, es una buena herramienta para ser usada en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Es importante destacar que la Huella Hídrica es una herramienta que debe ser aplicada y actualizada periódicamente en el tiempo, con el fin de implementar un sistema de mejora continua, donde el indicador de huella hídrica permitirá medir el impacto de las acciones ejecutadas por el Estado para mejorar la GIRH.

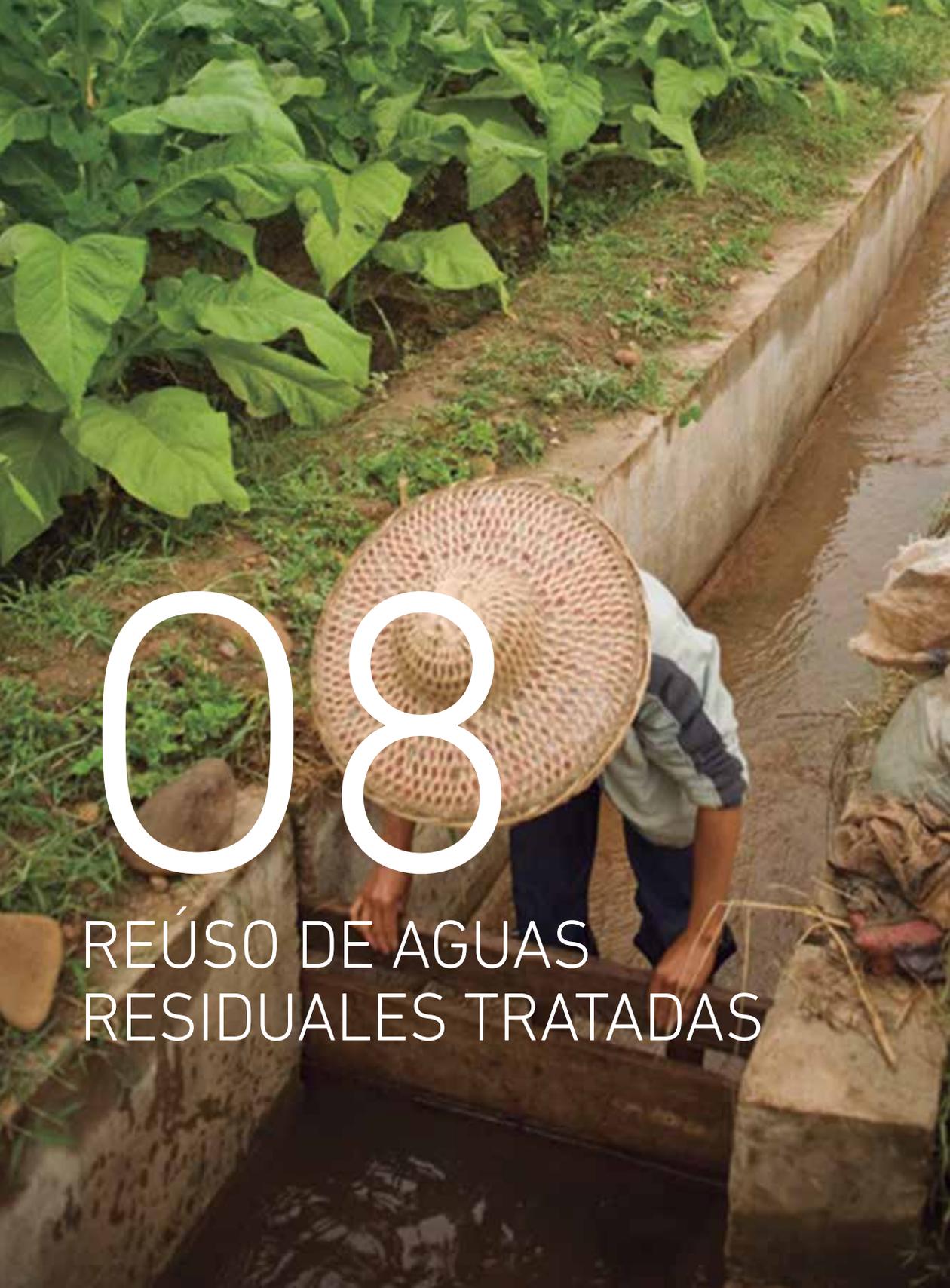
## REFERENCIAS

Banco Mundial. (2013). "Chile: Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua", Chile.

Baumann H. & Tillman, AM. (2004). "The Hitch Hiker's Guide to LCA, An orientation in life cycle assessment methodology and application". Student litteratur, Lund, Sweden.

Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011). "The Water Footprint Assessment, Manual Setting the Global Standard". Earthscan, London.

Alliance for Water Stewardship. (2014). "Estándar Internacional para la Gestión Sostenible del Agua. Publicado en <http://www.allianceforwaterstewardship.org/>



08

REÚSO DE AGUAS  
RESIDUALES TRATADAS



---

La reutilización de agua tiene un asunto complejo de resolver, la gobernabilidad. Muchos países usan las directrices de la OMS como base para desarrollar legislación, políticas y el marco legal para el uso de las aguas residuales tratadas.

## INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 08

# REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

*Gerardo Díaz, Jefe de Proyectos, Fundación Chile.*



El agua cubre aproximadamente el 70% de la superficie del planeta, de la cual el 97,5% está contenida principalmente en mares y océanos. El restante porcentaje corresponde a agua fresca disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos donde sólo el 0,62% se considera apta para uso humano, agrícola, industrial u otro. Estos antecedentes muestran que el agua dulce es un bien naturalmente escaso, cuyo acceso se transformará a futuro en una creciente competencia producto del crecimiento poblacional, el desarrollo socioeconómico y los efectos del cambio climático<sup>63</sup>.

La Organización Meteorológica Mundial destacó la influencia de los desastres ocasionados por el clima en las pérdidas de vida además del consecuente retroceso del desarrollo económico que ocasionan, entre los que se encuentran las temperaturas extremas, las inundaciones y los ciclones tropicales, además de las epidemias sanitarias y las sequías. En este último punto, los efectos de la sequía se han manifestado de manera notoria a nivel mundial y nacional, desde la falta de abastecimiento de agua para consumo humano, hasta las pérdidas económicas para los sectores productivos que requieren agua en sus labores. Según informes de Naciones Unidas (PNUD) el estrés hídrico producto de la escasez física del agua afecta ya a todos los continentes, estimándose que las pérdidas por causa de la sequía habrían alcanzado los US\$ 8.000 millones<sup>64</sup> en 2014 y las empresas han gastado durante el mismo año cerca de US\$ 84.000 millones para mejorar la forma como se conserva, se administra o se obtiene el agua<sup>65</sup>.

63. [http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos\\_hidricos.pdf](http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf)

64. El informe 'Insurance Risk Study', que anualmente elabora AON BENFIELD sobre riesgos para el mercado asegurador y reasegurador bajo el nombre Global Insurance Market Opportunities, ha identificado, en la edición 2015, siete oportunidades de negocio que considera claves para las aseguradoras en los próximos 5 y 10 años. Entre ellas se establece la sequía como en crecimiento.

65. Global Water Intelligence, informes regulatorios y entrevistas del FT.





Chile podría considerarse un país privilegiado en materia de recursos hídricos, donde la escorrentía media total en nuestro país equivale a aproximadamente 51.218 m<sup>3</sup>/persona/año, valor casi 8 veces más alto que la media mundial (6.000 m<sup>3</sup>/persona/año) y 25 veces superior al valor considerado mundialmente como el umbral para el desarrollo sustentable (2.000 m<sup>3</sup>/persona/año)<sup>66</sup>. Sin embargo, nuestra diversidad geográfica muestra una marcada heterogeneidad hídrica en cuanto a la distribución de los recursos hídricos regionalmente, prevaleciendo las condiciones de escasez desde la región Metropolitana hacia el norte, donde la escorrentía per cápita promedio está por debajo de los 500 m<sup>3</sup>/persona/año, situación que se contrapone a la que presentan las regiones de O'Higgins al sur, las que superan los 7.000 m<sup>3</sup>/persona/año de escorrentía per cápita (en la región de Aysén alcanza valores de 2.950.168 m<sup>3</sup>/persona/año). Sin embargo, el cambio climático ha instalado con mayor frecuencia fenómenos meteorológicos que han afectado negativamente a nuestro país, siendo especialmente persistente la sequía. Las causas de este fenómeno son diversas, encontrándose, entre ellas, una leve pero persistente tendencia a

66. Diagnóstico de la gestión de Recursos Hídricos en Chile. Banco Mundial, 2011.

la baja en el volumen de precipitaciones, además de un aumento en la intensidad de éstas pero que ocurren en un menor lapso de tiempo, llevando a inundaciones. Por otra parte, la línea de isoterma se encuentra cada vez a mayor altura, lo que resulta que donde antes se acumulaba nieve ahora se registran sólo precipitaciones, impidiendo la acumulación de reservas de agua a futuro, entre otras consecuencias. Esta situación ha generado problemas graves en el país, tales como el desabastecimiento de agua para consumo humano, debiendo restringirse e incluso abastecer con camiones aljibe a zonas donde el recurso hídrico se encuentra casi agotado, además de ocasionar la pérdida de ecosistemas y biodiversidad de los bienes y servicios que estos proveen, afectando la calidad de vida de las personas y el desarrollo del país.

## USO Y REÚSO

De los sectores productivos que requieren agua para sus procesos, la agricultura representa aproximadamente el 70% de las extracciones de agua dulce y más del 90% de su uso consuntivo a nivel mundial<sup>67</sup>, principalmente para la producción de alimentos. De acuerdo a informes de la FAO, se espera que para el año 2050 sea necesario producir 1 billón de toneladas de cereal y 200 millones de toneladas de carne adicionales al año para satisfacer la creciente demanda de alimentos. A pesar de este panorama, el uso de agua sin restricciones ha crecido mundialmente a una tasa de más del doble del aumento de la población en el siglo XX, impidiendo en muchas regiones el suministro de un servicio de agua fiable. Dada esta problemática, ha surgido a nivel mundial la necesidad de buscar “nuevas fuentes de agua”, que ayuden a suplir la escasez hídrica a la que nos encontramos expuestos.

Entre las nuevas fuentes de agua que pueden utilizarse como suplemento (o complemento) a las fuentes de agua tradicionales se encuentran la captación de aguas lluvias, el transporte o trasvase de agua desde cuencas, la desalinización de agua de mar y el reúso de aguas residuales tratadas (en adelante ART). Esta última alternativa ha tomado cada vez más fuerza, proponiendo la idea de considerar las aguas residuales municipales como una nueva fuente de agua, después de someterlas a un tratamiento adecuado, utilizable para diversas actividades productivas.

En la actualidad, el reúso de ART es una práctica común en el mundo, especialmente en grandes ciudades que cuentan con sistemas de tratamiento adecuados que permiten generar aguas de alta calidad con la capacidad de ser aprovechadas

67. Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2013.



principalmente para riego. Países como Israel, Singapur, Estados Unidos, Australia y España han realizado importantes avances en materia de reutilización de agua, permitiéndoles adaptarse de manera eficiente a las graves sequías que los han afectado por décadas, reconociendo el agua de reúso como un recurso importante, incluso como agua fresca en el caso de Israel producto de las modificaciones normativas en las que ha trabajado. Internacionalmente, las actividades donde esta "nueva fuente de agua" es más utilizada incluye riego agrícola y áreas verdes, usos urbanos e industriales (sistemas de enfriamiento y calderas, fundamentalmente), además de recarga de acuíferos subterráneos. Aún así, a nivel mundial se estima que sólo una pequeña parte de las AR que se generan se reúsan actualmente, abasteciendo a nivel mundial a cerca de 20 millones de hectáreas, lo que equivale a un 7% de las tierras de regadío<sup>68</sup>. Chile en este sentido posee una escasa experiencia documentada, tanto reusando ART para riego agrícola como otros usos. Han surgido en los últimos años algunos intentos de implementar proyectos de reúso, los que no han prosperado de manera

68. Water Security & the Global Water Agenda. Hamilton: United Nations University. UN-Water, 2013.

adecuada debido a la oposición por parte de los usuarios al existir desconfianza sobre la calidad de las aguas, además de un vacío legal que supone una barrera para llevar a cabo proyectos a gran escala. Un ejemplo documentado fue un proyecto realizado por el CEITSAZA en Antofagasta en los años 2010 y 2012, el cual pretendía desarrollar una tecnología de producción de agua con calidad industrial a partir de agua con calidad secundaria, la cual sería utilizada en minería metálica. Esto supuso generar una mayor disponibilidad de agua superficial y subterránea para la comunidad al liberarlas producto del uso de una fuente de agua alternativa para el proceso minero.

### Modelo para el reúso

Chile es uno de los países latinoamericanos que se han visto más afectados por la escasez hídrica, especialmente en las regiones del norte y centro del país, donde los recursos hídricos han ido en una constante disminución y el consumo de agua ha aumentado sostenidamente en el tiempo. La región de Valparaíso es una de las que posee el más alto riesgo de ser afectada por el cambio climático, donde actualmente presenta uno de los mayores descensos en la disponibilidad de agua<sup>69</sup>. La Región ha sentido los efectos económicos, sociales y ambientales producidos por los últimos 7 años de escasez hídrica, enfocando sus esfuerzos en atender las emergencias derivadas de esta situación, debiendo por ejemplo abastecer de agua potable a unas 30 mil personas a través de camiones aljibes, con un costo aproximado de \$1.440 millones de pesos al año<sup>70</sup>. Por lo tanto, asegurar el futuro hídrico de la región y el país ya pasó de ser una opción a transformarse en una prioridad.

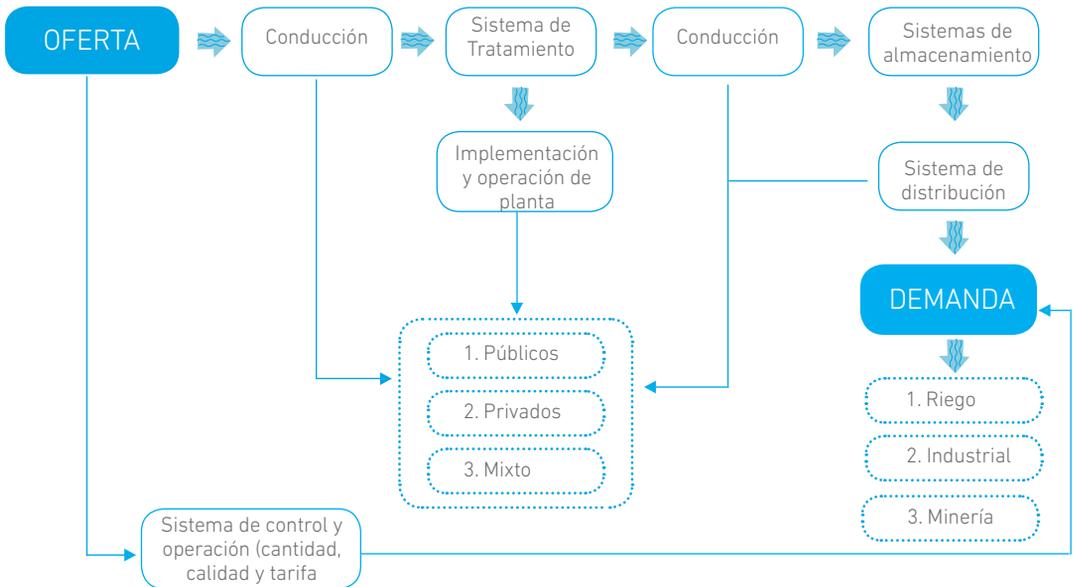
Actualmente en la región la gran "esponja" es la agricultura, la que consume aproximadamente el 79,8% del agua, siguiéndole el abastecimiento de agua potable para la población (12,4%), las extracciones mineras (4,3%) y las industrias (3,5%). Poniendo estos porcentajes en números, para el caso del sector agrícola el consumo de agua alcanza aproximadamente los 751 MM m<sup>3</sup>/año<sup>71</sup>, el cual se encuentra difícilmente abastecido por las fuentes de agua existentes en la región. La oportunidad para satisfacer parte de esta demanda surge de la existencia de 9 emisarios submarinos con que cuenta la región de Valparaíso, los que descargan al mar un caudal de aguas servidas aproximado de 3,0 m<sup>3</sup>/s que podrían ser recuperados y aprovechados. Para dimensionar la cantidad de agua que se elimina al mar y que podría ser reusada, con este caudal se podrían llenar aproximadamente 276 piscinas olímpicas por día, pudiendo ser utilizada para regar aproximadamente 27.300 hectáreas de uva de mesa o

69. Atlas del Agua. DGA, 2016

70. Política Nacional para los Recursos Hídricos, Gobierno de Chile, año 2015.

71. Caudal de agua determinado por las hectáreas cultivadas, el consumo hídrico de los cultivos y las tecnologías de riego que actualmente se utilizan en la región.

FIGURA 9:  
Modelo conceptual de reúso de aguas residuales  
tratadas aplicable a la región de Valparaíso



10.250 hectáreas de paltos, lo que significaría un ingreso económico anual de 1.146 MMUSD o 885 MMUSD para la región, respectivamente.

Con estos antecedentes en 2014 Fundación Chile comenzó a desarrollar el proyecto FIC-R "Diagnóstico del Potencial de Reúso de ART en la Región de Valparaíso", financiado por el Gobierno Regional de Valparaíso (ver publicación completa en <http://fch.cl/tipo-recurso/publicaciones/>). Este proyecto planteó sentar en la discusión la opción del reúso de ART como una "nueva fuente de agua", a través del trabajo en un modelo conceptual que permitió evaluar diferentes escenarios de reúso, tomando como fuente de agua las descargas por los emisarios submarinos.

El modelo de reúso es una manera de representar todos los componentes que deben integrar el sistema de reúso de AR, compuesto por la fuente de éstas, la conducción en sus diferentes etapas, el sistema de tratamiento más idóneo para dejar el agua con una

calidad determinada, los sistemas de almacenamiento para contener el agua depurada y el punto o sector demandante del agua de reúso.

Evaluando cada uno de estos componentes y su interacción, es posible determinar qué zonas deben tener prioridad para ser abastecidas por aguas de reúso. Es así como el proyecto evaluó 3 escenarios de reúso, establecidos en 3 provincias seleccionadas de acuerdo a atributos sociopolíticos y técnico – económicos, los que fueron Casablanca, Quillota y Petorca. Uno de los grandes obstáculos que se presenta en proyectos de este tipo de envergadura, son los costos de inversión y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), junto con la inquietud evidente de quién está dispuesto y posee la capacidad de pago que sostenga el sistema en el tiempo. Para el caso de los tres escenarios evaluados para la región de Valparaíso, y considerando factores como caudal de AR a tratar, distancia de conducción de ART, infraestructura de almacenamiento, voluntad de actores públicos y privados para implementar el proyecto, y principalmente la voluntad de pago de diversos sectores de la zona, se concluyó que los casos de Casablanca y Quillota son factibles de implementar en el mediano plazo dado los costos de CAPEX<sup>72</sup> y OPEX<sup>73</sup> que poseen (Figura 10). El caso de Petorca se aleja un poco de la posibilidad de implementación en el mediano plazo, debido principalmente a los costos de conducción que implica (asociados a una distancia de 175 km). Sin embargo, este caso podría ser evaluado considerando alguna tecnología más costo-eficiente que se pueda anexar a esta alternativa, reduciendo los costos de implementación.

72. CAPEX, Capital Expenditures (Costos de Inversión), tanto de la PTAS como del sistema de conducción.

73. OPEX, Operating Expenditure (Costos de Operación), tanto de la PTAS como del sistema de conducción.

## FIGURA 10.

Resumen de costos de inversión y operación

(FUENTE: FCH, 2015)

Caudal planta de tratamiento (m <sup>3</sup> /seg)	Localidad asistida	Distancia recorrida a km	Inversión (MM USD)			Costo Operación Anual (USD/m <sup>3</sup> )			Costo de implementación
			PTAS*	Conducción**	TOTAL CAPEX	PTAS*	Conducción**	TOTAL OPEX	
0,4	Casablanca	87	15,5	86,9	102,1	0,17	0,35	0,52	1,5
1,1	Quillota	43	42,2	86,9	129,1	0,11	0,31	0,42	0,9
1,1	Petorca	175	42,2	314	356,2	0,11	0,57	0,68	1,93

\* Metodología de cálculo de costos validada con SISS

\*\* Metodología de cálculo de costos validada con DOH

Considerando estos resultados, implementar la solución de reúso en la región, y a nivel nacional, es una alternativa razonable y se vuelve competitiva frente a otras opciones como la desalación. Tomando como comparación la inversión y operación de una planta desaladora con una PTAS (planta de tratamiento de aguas servidas) para la misma capacidad, los costos de inversión son un 72% menores para el caso de la planta depuradora de aguas, mientras que dentro de los costos de operación sólo en ámbito de la energía eléctrica necesaria, la planta de reúso es un 90% más económica que una desaladora. Esta es la razón de por qué a nivel internacional el reúso se ha transformado paulatinamente en una de las alternativas más utilizadas para riego agrícola, mientras que las aguas obtenidas a partir de desalinizadoras son preferentemente utilizadas para consumo humano. Técnica, tecnológica, económicamente, el reúso de ART podría ser una de las soluciones a los problemas de escasez de agua que afectan a Chile, pudiendo avanzar como alternativa en paralelo con otras medidas y opciones (tecnificación en sistemas de riego, gestión integrada de cuencas, desalación, trasvase de cuencas, etc.), ayudando a descomprimir la situación de estrés hídrico general en que se encuentran sus regiones.

### El impacto

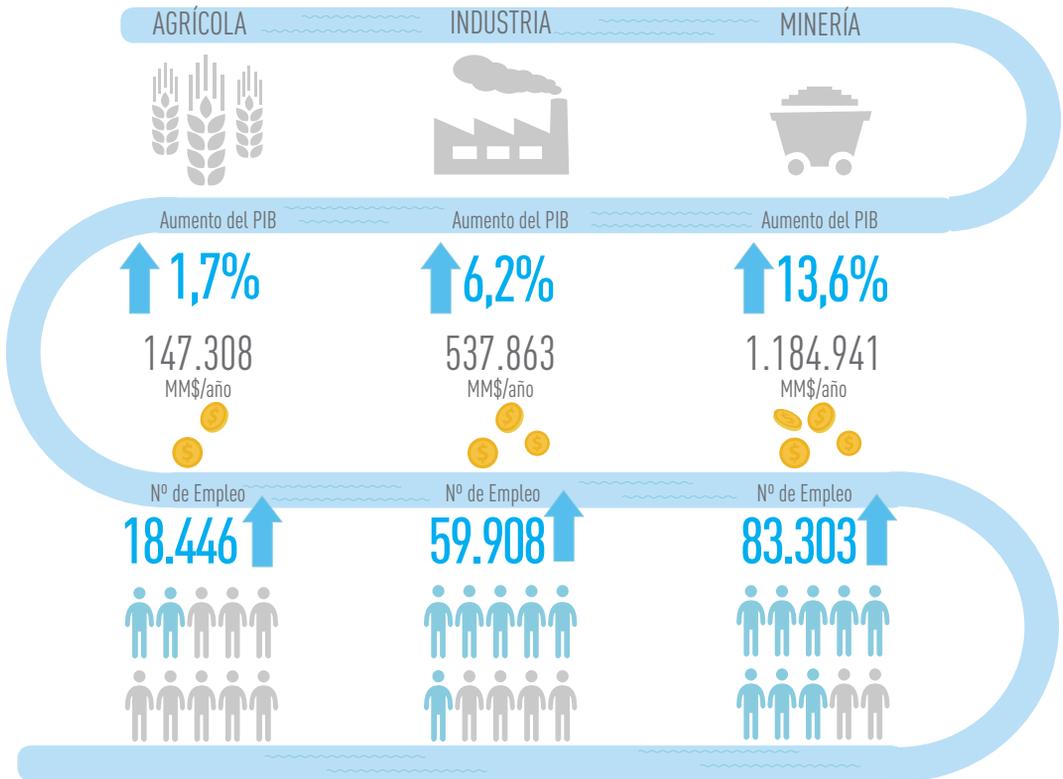
La pregunta ahora es, ¿cómo se vería afectado (beneficiado) el país en sus aspectos económicos, ambientales y sociales, al incluir una nueva fuente de agua en su matriz productiva? Evaluar este impacto está determinado por diseñar un modelo analítico que permita cuantificar la interacción entre la disponibilidad del factor hídrico con las capacidades de desarrollo económico nacional, evaluando además sus impactos desde los planos sociales y ambientales.



FIGURA 11.

Impactos de distribución de la nueva fuente de agua a los tres principales sectores demandantes del recurso hídrico en la región de Valparaíso

(FUENTE: FCH, 2015)



Tomando el caso de la región de Valparaíso, inyectando esta nueva fuente de agua, el impacto final estará determinado por la forma de administrarla, no tratándose sólo de definir a qué sector destinar este nuevo recurso, sino en qué proporciones hacerlo. Suponiendo que se utilice en la región la totalidad de las AR descargadas por los emisarios submarinos durante 2015 (3,0 m<sup>3</sup>/s), en caso de priorizar la agricultura básica (destinando 94% de las aguas a este sector), se tendrá un alto impacto social por el aumento del empleo agrícola, pero un bajo impacto en el PIB regional dado que estos productos se comercializan a bajo precio en comparación a otros. En cambio, si la determinación fuera priorizar la minería (otorgando un 15% a este sector, un 10% a la industria y un 59% a la agricultura), se estima que el PIB aumentaría más de un 13% y que se



generarían 83 mil empleos, lo que resulta mucho más atractivo y conveniente. Por lo tanto económica, social, y ambientalmente, fomentar el reúso en la minería sería la que generaría la mayor retribución para la región en estos aspectos, sin olvidar que para que todos los sectores funcionen, se les debe entregar parte de la nueva fuente de agua a la agricultura y la industria en proporciones tales que su desarrollo no se detenga.

### De la oportunidad al desafío

Actualmente se descargan a través de los emisarios submarinos al mar, aproximadamente 8 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales tratadas. Si se reusara este caudal se lograría suplir el 10% de la brecha hídrica nacional<sup>74</sup>. Disponer de esta nueva fuente de agua no solo significaría aminorar la escasez hídrica bajo la que se encuentra inmerso el país, sino que se contaría con una nueva fuente de agua segura, continua y útil para el desarrollo de cualquier actividad productiva que pudiera hacer uso de este nuevo recurso.

Numerosas son las consecuencias positivas del reúso, como dar seguridad hídrica, la recuperación de la actividad productiva perdida por los efectos de la sequía, expansión de zonas de cultivo, uso para procesos productivos industriales y/o mineros, recuperación de acuíferos, etc., además de los beneficios ambientales que esto implica al dejar de contaminar el océano

74. La brecha hídrica nacional es aproximadamente 83 m<sup>3</sup>/s, según estimaciones de la DGA para 2015.

con aguas residuales. Estos beneficios son los que han tenido en consideración los países que han integrado el reúso en su política nacional de manejo de recursos hídricos, llevándolo desde el plano conceptual a la factibilidad y realidad en su implementación.

Para llegar al nivel de otros países, Chile aún tiene muchos desafíos por subsanar. La desconfianza de utilizar aguas residuales tratadas es una de ellas, producto de la herencia del cólera que afectó al país en los años 90, dejando un rastro de prejuicios hacia esta fuente de agua que se arrastra hasta el día de hoy, abordable mediante una buena estrategia cultural multisectorial que permita eliminar esta barrera de percepción.

La ausencia de una política de reúso que incentive esta nueva alternativa y la búsqueda de nuevas fuentes de agua, es a la larga, el gran obstáculo para llevar a puerto su desarrollo. De ahí que se deba trabajar con los sectores públicos y privados para sentar las bases de su implementación. Generar un modelo de negocios (público, privado o mixto), debería ser el producto de este trabajo, buscando la mejor forma de implementar sistemas de reúso a nivel nacional. Quedarán establecidas así las condiciones para la operación y mantención del sistema, lo que permitirá presentar este modelo a inversionistas en búsqueda de los fondos necesarios para implementarlo y buscar las formas de pago más eficientes, que resulte en un modelo sustentable en el tiempo, replicable a nivel nacional.



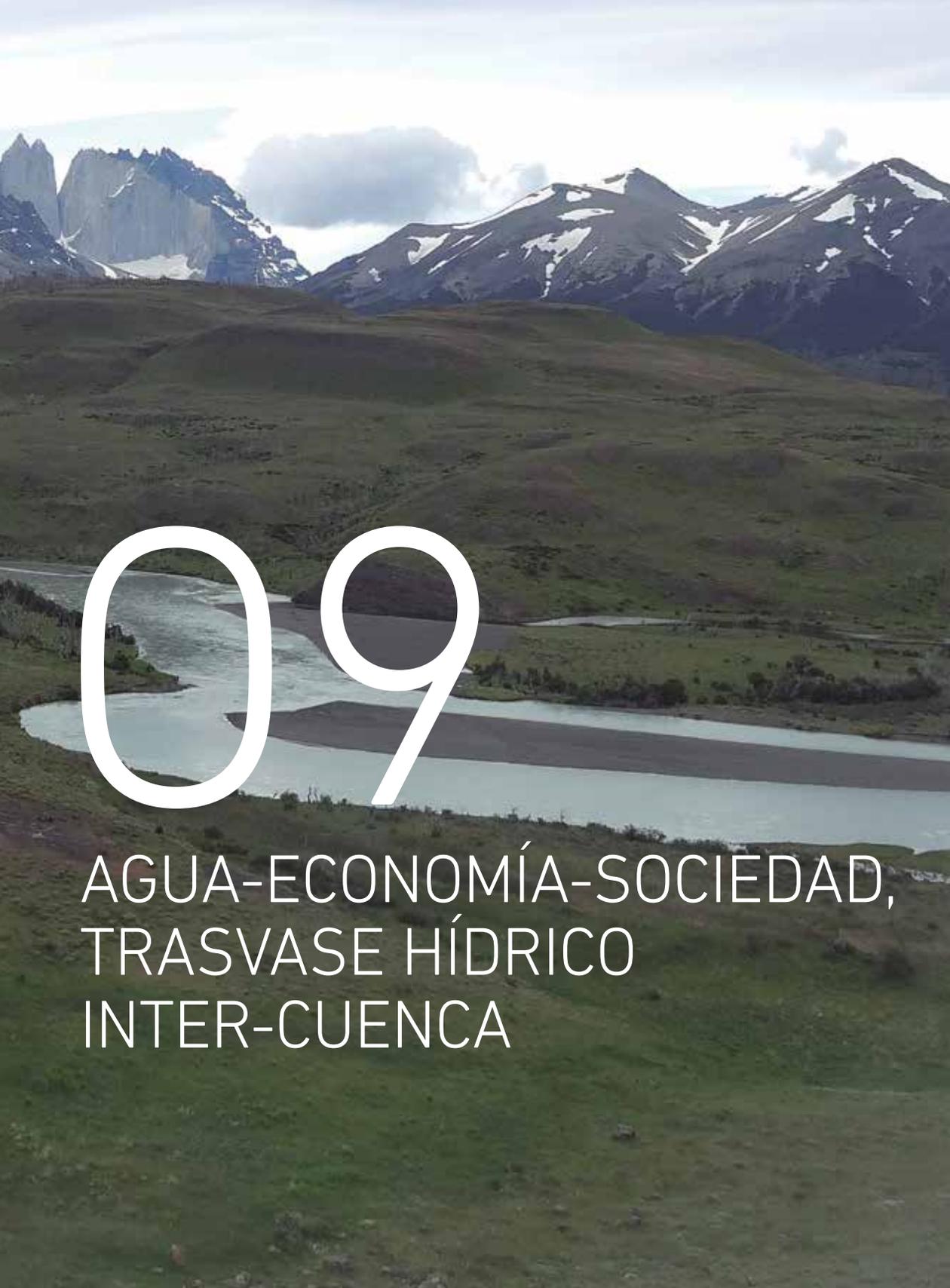
## REFLEXIONES FINALES

El reúso de ART es una alternativa amigable, una estrategia para ahorro y uso eficiente del agua que países como Israel o Singapur hoy llevan a cabo en grandes magnitudes por el severo estrés que sufren. En nuestro país, esta opción se enmarca en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, y fundamental para el desarrollo sostenible del país, alineándose con los objetivos que se plantean en materia de la estrategia nacional de recursos hídricos a futuro.

Las ventajas de su implementación son enormes, desde reducir los impactos negativos al disminuir las extracciones de agua de cuerpos naturales, hasta contar con una fuente segura que se encuentra disponible de manera casi permanente e ininterrumpida.

Las experiencias exitosas son las que deben ser entregadas con la suficiente información, difundiendo los resultados en otras latitudes que permitan convencer a las personas que aún se mantienen suspicaces de incrementar los esfuerzos para hacer del reúso una realidad en el país. Los esfuerzos deben estar orientados en generar conocimiento en la población, el mundo académico y las entidades público-privadas tomadoras de decisiones, sobre los modelos y requerimientos que se deben impulsar.

La tecnología existe. Los medios de financiamiento son factibles de conseguir con adecuado modelo de negocio. Existen usuarios que quieren (necesitan) esta nueva fuente de agua para su desarrollo. El desafío, por tanto, está en avanzar creando una política de reúso que permita alcanzar el escalamiento de los sistemas de reúso de ART, el que asegure un uso estratégico del nuevo recurso que permita definir un modelo de implementación y operación para Chile. Sólo así se logrará definir las condiciones que generen mayores beneficios para la sustentabilidad, seguridad hídrica y desarrollo en los territorios que presentan riesgo hídrico.



09

AGUA-ECONOMÍA-SOCIEDAD,  
TRASVASE HÍDRICO  
INTER-CUENCA



---

“Si bien Chile es uno de los países privilegiados en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos de superficie a nivel mundial, su disponibilidad se encuentra distribuida irregularmente a lo largo de su territorio”

**CAPÍTULO 09**

**AGUA-  
ECONOMÍA-  
SOCIEDAD,  
TRASVASE  
HÍDRICO  
INTER-CUENCA**

*Nicolás C. Jadue Majluf*

El agua es un elemento vital en torno al cual gira la vida en el planeta como también el desempeño de múltiples actividades productivas y económicas. Disponer de este preciado recurso es uno de los grandes desafíos que enfrentamos como sociedad. Y el desafío es doble pues conjuntamente con la disminución de la oferta hídrica que nos brinda la naturaleza, la humanidad ha aumentado la demanda mundial de agua 6 ó 7 veces en el último decenio, lo que equivale a más del doble de la tasa de crecimiento demográfico (UNESCO, 2002).

Si bien Chile es uno de los países privilegiados en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos de superficie a nivel mundial, su disponibilidad se encuentra distribuida irregularmente a lo largo de su territorio. Mientras en la zona norte del país se presenta un déficit de aguas para el abastecimiento de las principales actividades económicas que allí se desarrollan, la zona sur expone una cierta abundancia del recurso hídrico. Principalmente las redes hídricas del sur fluyen por fuentes superficiales, y de los balances de oferta y demanda del recurso en estas regiones se generan relevantes descargas al mar de aguas no utilizadas.

Las regiones del norte de nuestro país, en donde nuestra disponibilidad hídrica es menor, han sido impactadas simultáneamente por fuertes sequías y en adición a esta disminución de la oferta hídrica, la demanda se ha intensificado a raíz las fuertes inversiones mineras y agrícolas. En este escenario se ha llegado a condiciones de fuerte estrechez hídrica y sobre explotando en algunas cuencas sus acuíferos. Desde el punto de vista social, lo anterior desemboca en aumento en los niveles de conflictividad entre las comunidades locales indígenas y campesinas con empresas mineras que incluso han llegado a suspender grandes inversiones.

Las principales actividades económicas de estas regiones del norte del país se encuentran ligadas a recursos naturales, especialmente mineros, y en ellas uno de los insumos fundamentales de sus procesos productivos lo constituye el recurso hídrico. El agua se estaría transformando en un Factor Capital del sistema económico nacional, y en particular de los procesos económicos regionales.

Un promisorio futuro económico, basado en los cuantiosos planes de inversión que se evidencian en la zona norte del país se enfrenta con un escenario de déficit hídrico que hace imposible su ejecución de no mediar importaciones de agua ya sea del mar o de otras cuencas del país. Y por otra parte,

como se verá en la evaluación de las cifras económicas de una de las regiones relevantes del norte, la actividad económica regional induce un encadenamiento productivo al resto de las regiones del país bastante mayor al que es capaz de absorber la propia región, razón por la cual debieran estar proclives a ofrecer sus recursos hídricos.

Desde una perspectiva teórica conceptual, si los procesos económicos operan sobre redes integradas de actividades, que requieren de redes viales también interconectadas, y obviamente de redes de intercomunicación e informática más amplias e interconectadas aún, pareciera lógico que las redes hídricas dispusieran también de mayores facilidades de interconexión, de modo que no se constituyan en restricciones al desarrollo humano, económico y social.

Sin embargo, este análisis de balances cuantitativos, déficits y superávits hídricos como solución obvia para satisfacer la demanda de agua es el trasvase desde cuencas con superávit a otras deficitarias pueden resolver problemas de suministro en zonas deficitarias, pero también acarrear costos considerables que no sólo se refieren a la dimensión económica sino también ambiental.

Por definición, el objetivo de la economía se concentra en el diseño de formas y medios para satisfacer las necesidades humanas mediante recursos generalmente escasos. La economía es entonces un medio, y no un fin en sí mismo, orientado a brindar bienestar a la sociedad, tanto para hoy como también para mañana. Así, la sustentabilidad es uno de los objetivos explícitos de la economía.

Los intereses individuales que subyacen en los conceptos de Sociedad, Economía y Medio ambiente, –Bienestar, Eficiencia y Crecimiento, y Sustentabilidad respectivamente–, en su génesis son convergentes. La crítica a la que se encuentra sometido el modelo económico de estar procurando crecimiento, pero sin incrementos de bienestar y con riesgos en la sustentabilidad del medio ambiente, nos estaría indicando que ‘algo’ no estamos haciendo bien.

## EL AGUA Y LA ECONOMÍA: METODOLOGÍA ANALÍTICA

En el Código de Aguas el recurso hídrico se encuentra definido como un "bien nacional de uso público", sin embargo también establece a los recursos hídricos como un bien económico, cuyo uso y acceso se regula principalmente a través del "mercado del agua". No hay ni cobros diferenciados por el uso del agua, ni impuestos específicos, ni pagos por descargas de aguas servidas. En general, puede decirse que existe gratuidad en la mantención o tenencia del recurso, en su uso, y en la generación de efectos externos (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

El desafío es poder cuantificar la relación económica del factor hídrico dentro del contexto de ser un bien de uso privado como también de aquella relación que lo contextualiza como un bien de uso público. En el primer caso, el bien se constituye como un factor económico dentro del proceso productivo del individuo que lo utiliza y, por ende, la demanda (precio) por este bien se determina como el Ingreso de la Productividad Marginal de introducir una unidad adicional del recurso en el sistema de producción privado.

En el segundo caso, al considerar el factor hídrico como un bien de uso público, la función de producción relevante es la función de producción nacional. En este contexto de modelamiento, inter-operan todos los agentes privados y resulta factible evaluar el impacto marginal que induce una unidad adición del recurso hídrico en el resultado global de nuestra economía. De esta manera, se capturan todas las externalidades que dentro del ámbito de la evaluación privada han sido excluidas.

Con esta metodología se obtiene el valor social o precio sombra del recurso hídrico dentro de nuestra economía global. Paralelamente, y a la luz de la relevancia del agua para el futuro de la sociedad, existe una orientación política de propender hacia la aplicación de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, como un proceso que promueva el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. En este contexto, el objeto de gestión estaría definido por el ámbito económico-social- ambiental de una CUENCA. Entonces la función de producción relevante para la evaluación del valor del agua es la representativa de los procesos de una cuenca.

## 1. Modelando sistema económico con el agua como un recurso escaso

El sistema económico se puede entender como un conjunto de operaciones o actividades (económicas) concurrentes que interactúan entre sí, brindándose bienes y servicios que son necesarios para abastecer sus respectivos sistemas de producción y también las demandas finales. En su esencia, es una Red interactiva, en donde sus nodos representan los recursos disponibles y los bienes, productos y servicios, y las transiciones por su parte, representan a las actividades económicas que consumen y producen los respectivos bienes y servicios que se demandan. Matemáticamente, una red es un conjunto de ecuaciones de balance de flujo, cuyas variables corresponden a las intensidades de actividad de cada una de las restricciones, y la cantidad de ecuaciones equivale a la cantidad de nodos o productos que fluyen a través de la red.

Para el caso de las economías de los países, y en particular el caso chileno, las matrices que determinan tal sistema de ecuaciones se encuentran implícitas en las matrices Insumo-Producto, o Cuadros de Referencia, que periódicamente entrega el Banco Central. Así entonces, la economía chilena se encuentra prácticamente modelada, y utilizaremos al álgebra matricial que soporta este modelo, para comprender y evaluar su arquitectura productiva. Las dimensiones social y ambiental, se integrarán a las matrices económicas mediante indicadores que correlacionen los índices de actividad sectorial con el impacto social y ambiental que ellos generan.

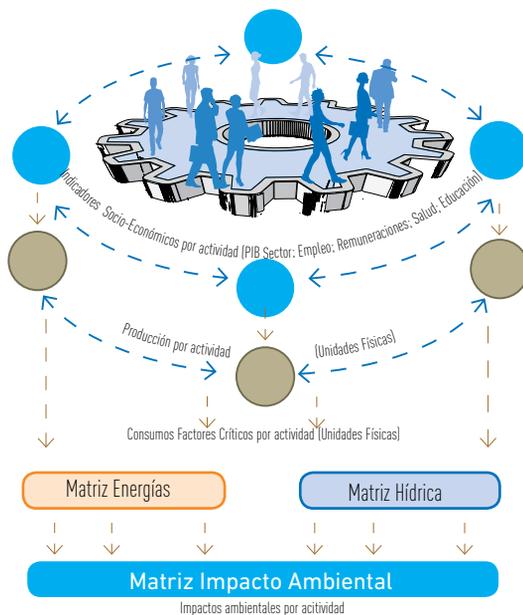


FIGURA 12  
Visión multidimensional  
sistema

Al modelar la arquitectura económica de una región se dispone de una representación matemática multidimensional del sistema económico-social- ambiental, del escenario de gestión que define a la Cuenca (Ejemplo: Huasco y Copiapó). Se requiere una visión global y de red de modo tal que el modelo permita visualizar el impacto que en la red o sistema completo, generan diferentes intervenciones, acciones o estrategias regionales.

El paso siguiente consiste en vincular el sistema productivo con sus impactos en consumos de factores clave tales como energías y aguas, y su impacto ambiental.

Con este objetivo, a cada uno de los vectores de producción sectorial, se le construyen los coeficientes necesarios para estimar las demandas de energía, aguas y generación de contaminación ambiental. En la medida de lo posible y en función de la disponibilidad de información, los coeficientes técnicos que vinculan las matrices hídricas, energéticas, y de contaminación con las matrices económicas se realizarán en unidades físicas de producción, hectáreas, toneladas de mineral, GWh y otros. Si ello no es factible, el referente de producción se plantea en función del nivel de actividad en unidades monetarias a precios constantes (reales).

## **2. Función de la producción de una cuenca basada en su Matriz Insumo Producto**

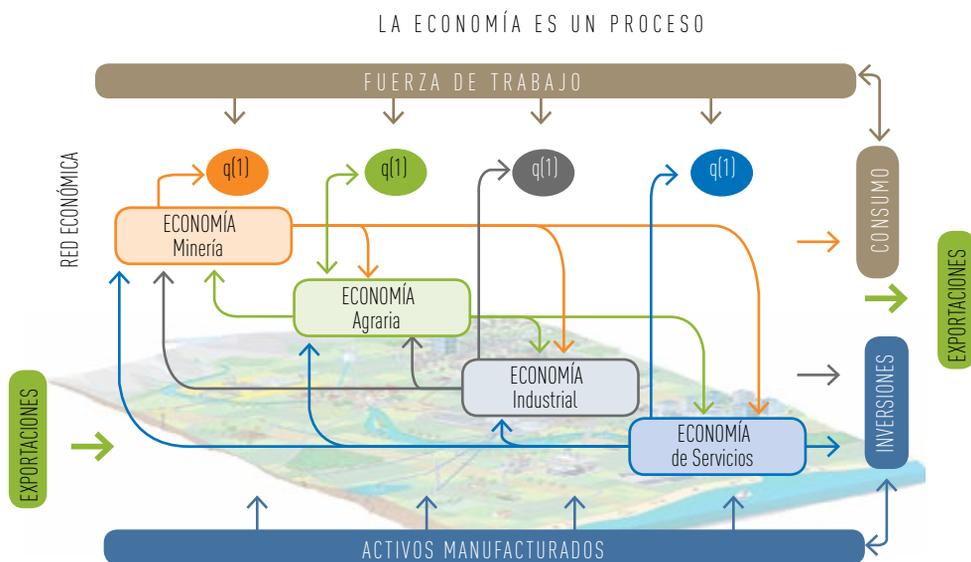
La caracterización de las cadenas productivas de la economía se sustenta en la estructura del sistema productivo nacional, cuya modelación se encuentra implícita en la Matriz Insumo Producto de Chile y sus regiones. Haciendo uso del álgebra matricial que subyace en las definiciones conceptuales de los cuadros INPUT/ OUTPUT es factible estimar con precisión los niveles de actividad de cada uno de los sectores económicos que permiten producir los bienes finales de exportación que se desean elaborar.

Por la definición propia de las matrices input/output, al conocer los niveles de actividad de cada uno de los sectores económicos, se dispone también de las demandas intermedias de productos-insumos provenientes de todo el resto de los sectores, como también de los recursos hídricos necesarios para su operación.

De esta manera, al disponer de la matriz calibrada para una región o cuenca, resulta posible evaluar los resultados económicos de una región para diferentes escenarios de disponibilidad hídrica y con ello cuantificar la productividad marginal de este recurso, valor que de acuerdo a los fundamentos de la teoría económica, representa su precio sombra.

FIGURA 13

Diagrama conceptual matriz insumo-producto



Tomando como referencia las cuencas de los valles de Huasco y Copiapó, a continuación se aplica esta conceptualización metodológica para evaluar el impacto económico de procurar nuevos recursos hídricos en estas cuencas. Posteriormente, se hace una evaluación más integral en función de indicadores de sustentabilidad global de la región.

## EVALUACIÓN DE ESCENARIOS ECONÓMICOS:

### EL APORTE MARGINAL DEL AGUA

Tal como se expone al inicio de este documento, las regiones del norte de nuestro país concentran gran parte de nuestras riquezas naturales, alrededor de las cuales gira gran parte de nuestra actividad económica. De acuerdo a estimaciones de Cochilco referentes al potencial de recursos minerales, y de la CNR (Comisión Nacional de Riego) en cuanto al potencial agrícola, se evidencia la existencia de opciones de crecimiento aún mayores. Sin embargo frente a la evidente restricción hídrica resulta relevante evaluar el impacto en las economías regionales que induce la realización de estos proyectos regionales y en consecuencia el aporte de ingresar nuevos recursos hídricos a estos territorios.

Con este propósito se hace un análisis de la situación base en donde se sincronizan los desempeños de las actividades clave de minería y agricultura, con los resultados de las cuentas regionales y posteriormente se evalúa el impacto de los nuevos proyectos conjuntamente con las nuevas demandas hídricas.

#### 1. El caso base en zona norte

En las regiones del norte del país habitan del orden de 2 millones de personas. Esta zona concentra casi el 80% de la producción minera, sin embargo en relación al riego, representa solo el 10% de las hectáreas cultivables del país y genera una cifra cercana al 12% del total de exportaciones del sector agro-pecuario- silvícola.

TABLA 3  
Recursos agrícolas  
y mineros del  
norte de Chile

Región	MINERÍA		Q riego	Population
	tmfCu	tfm Otros	has	hbte
Arica y Parinacota XV	1.141	0	11.168	184.957
Tarapacá I	596.891	6.660	1.133	314.534
Antofagasta II	2.721.201	715.870	2.296	575.268
Atacama III	427.500	9.189.401	19.545	280.543
Coquimbo IV	570.438	3.831.748	75.709	718.717
<b>Total</b>	<b>4.316.171</b>	<b>13.743.679</b>	<b>109.850</b>	<b>2.074.019</b>

Fuente: Anuario Cochilco 2012; INE Población; Censo Agropecuario 2007

## 2. Valor del agua: Estimación caso base

La metodología expuesta anteriormente, aplicada al caso de la cuenca del río Copiapó genera una curva de demanda hídrica, que muestra el ingreso marginal en el PIB de la cuenca por cada  $m^3$  adicionales de agua inyectado a la cuenca. La fuerte concentración minera de la zona hace que los primeros  $m^3$  tengan un valor alto equivalente a casi \$40 mil por metro cúbico, para estabilizarse finalmente en un valor de app 1.200  $\$/m^3$ .



FIGURA 14  
Curva demanda hídrica, caso base cuenca del Copiapó.

## 3. Agua: Bien público vs bien privado

La curva de demanda anterior es fiel representante del valor social del agua, que al conciliarla con la oferta de la cuenca (entre 4 y 5  $m^3/segundo$ ) determinaría un valor social de equilibrio de app 1.200  $\$/m^3$ . Este valor se interpreta como el ingreso marginal que sobre el PIB de la cuenca induce un  $m^3$  adicional de agua que se inyecte.

Respecto de los precios de mercado, es interesante notar cómo este valor se acerca a las tarifas referenciales de agua potable Aguas Chañar (\$ 1.008  $\$/m^3$ , más servicios de alcantarillado), usuarios que corresponden a los últimos usuarios marginales inducidos por los sistemas productivos.

En relación a los precios de los derechos de agua, según referencias de estudios (EMG Consultores S.A., Estimación del Precio de Mercado y Precio Social de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas) los valores de transacción de los derechos de aprovechamiento de aguas oscilan entre los US\$ 10.000 y US\$ 60.000 por litro por segundo, derecho de propiedad que se paga por una vez. Un flujo de 1,0 litro por segundo equivale a un flujo anual de 31.536  $m^3$  al año, por lo que si alguien, en el extremo superior del rango de precios, pagó US\$ 60.000 por el derecho a utilizar un flujo de un litro por segundo, y su intención de uso es por un período de 10 años, estaría pagando un equivalente de 0,2 US\$ /  $m^3$ .

Al comparar las cifras anteriores se evidencia claramente que el recurso hídrico es más cercano a bien público, pues el valor social excede con creces los valores de transacción en el mercado de aguas.

#### 4. Potencial Desarrollo Minería

La zona norte del país concentra la gran mayoría de las inversiones de desarrollo minero. De acuerdo a un informe Cochilco, el incremental de capacidad de producción que tendría la zona alcanzaría las 1.950 Ktons de mineral fino al año 2020. La distribución de esta expansión en cada una de las regiones analizadas se muestra en la tabla adjunta.

TABLA 4:  
Producción adicional  
2012-2020

Región	Ktons Cuf	m <sup>3</sup> /seg
Arica y Parinacota XV	0	0,0
Tarapacá I	451	1,1
Antofagasta II	648	1,6
Atacama III	792	2,0
Coquimbo IV	59	0,1
<b>Total</b>	<b>1.9501</b>	<b>4,9</b>

Fuente: Anuario Cochilco 2013

#### 5. Potencial de desarrollo agrícola

De acuerdo a un estudio desarrollado por la Comisión Nacional de Riego durante el 2012, la zona norte de nuestro país dispondría de un potencial de expansión agrícola de aproximadamente 225 mil hectáreas de existir nuevos recursos hídricos disponibles. Para ello el mismo estudio estima una demanda hídrica total de 92,50 metros cúbicos por segundo, la que representa el caudal requerido para satisfacer las necesidades de riego con un 85% de seguridad. La tabla adjunta muestra una distribución tentativa por región, considerando sólo un 50% de este desarrollo agrícola. Con ello el escenario que evaluamos considera una nueva superficie agrícola de aproximadamente 112 mil hectáreas y una demanda hídrica adicional de 47 metros cúbicos por segundo.

#### 6. Valor del agua

TABLA 5  
Estimación  
potencial de riego

Región	Q riego has	m <sup>3</sup> /seg
Arica y Parinacota XV	9.357	4
Tarapacá I	12.455	5
Antofagasta II	32.214	14
Atacama III	29.436	12
Coquimbo IV	28.414	12

Fuente: Anuario Cochilco 2013

Para evaluar la vocación productiva y social del recurso hídrico en los sectores económicos de la minería y agrícola es necesario hacer una distinción entre el valor agregado que genera y captura la actividad propiamente tal, con el valor agregado que genera la cadena productiva completa asociada a la elaboración del producto de dicha actividad en la cuenca.

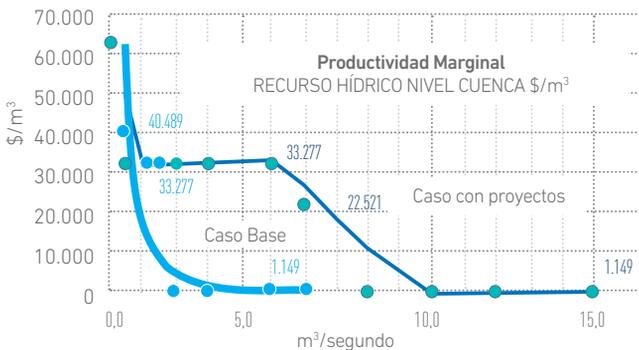
**FIGURA 15**  
Esquema de distribución recursos hídricos (XV, I, II, III, IV regiones).



Fuente: Estimación Propia con base 2012

La figura 16 muestra el desplazamiento de la curva de demanda hídrica ejemplificada en las cuencas de la III Región de Atacama. En ella se aprecia el fuerte incremento de precios que mostraría la demanda, esencialmente inducida por los proyectos de la minería, que si la cuenca mantiene una oferta fija de 5 m<sup>3</sup>/segundo, el precio de demanda en la cuenca en general sube desde 1.149 \$/m<sup>3</sup> hasta 33.277 \$/m<sup>3</sup>.

En conclusión preliminar, con estos precios de demanda cualquier



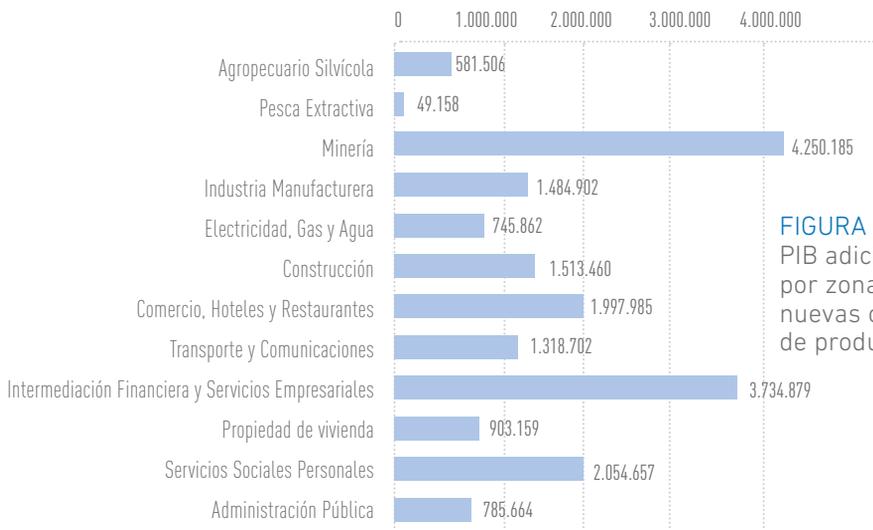
**FIGURA 16**  
Demanda hídrica ejemplificada en las cuencas de la III Región de Atacama.

proyecto de trasvase hídrico hacia estas cuencas o desalación, cuyos precios oscilan alrededor de 1 a 2 US\$ /m<sup>3</sup>, se hacen rentables. Sin embargo el dilema radica en cómo transferir estos precios al mercado. El valor social promedio del recurso hídrico se hace más relevante que el valor privado, y con ello emerge la relevancia de ser más un bien público. Por ejemplo la decisión privada del sector minero de adquirir un flujo adicional de agua la evalúa sólo en función de la productividad marginal de este recurso en su propio negocio, cuyo valor se aproxima a los US\$ 50,0 por m<sup>3</sup>, y dispone de la alternativa de desalación a precios bastante menores a su productividad marginal. Naturalmente, no se consideran las demandas hídricas adicionales por parte de sus proveedores, colaboradores y clientes. Lo mismo ocurre en las decisiones individuales del sector agrícola, para el cual se estima una productividad marginal del agua entre US\$ 0,3 y US\$ 0,4 por cada metro cúbico adicional, con la diferencia que este sector expone un fuerte encadenamiento productivo hacia adelante. Este gran diferencial de productividad hídrica genera una fuerte atracción para mover recursos hídricos desde la agricultura hacia la minería. No obstante, es necesario aclarar que el consumo hídrico de la minería es también sustancialmente menor al de la agricultura.

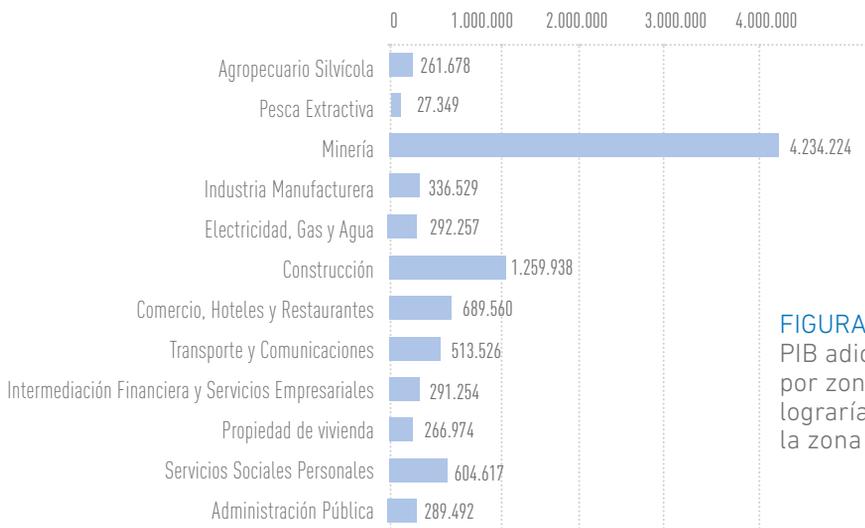
## **7. Encadenamiento productivo: valor social del recurso hídrico**

La figura 17 muestra el resultado de una simulación que estima el PIB total que encadenan las nuevas opciones de producción de los sectores Minería y Agrícola, factibles de ser realizadas con un abastecimiento hídrico adicional de 50 metros cúbicos por segundo. La activación de las nuevas producciones agrícolas y mineras en las cinco regiones analizadas son capaces de inducir un PIB total en el país del orden de 19.370 millones de pesos (moneda 2008), cifra que representa un crecimiento de casi un 19% a nivel nacional. Sin embargo, el desafío para las regiones sería lograr internalizar dentro de la región el mayor valor posible de este potencial, desarrollando ventajas competitivas en los diferentes sectores involucrados.

Resulta muy difícil estimar el impacto final que los nuevos proyectos de desarrollo productivo inducirían en cada uno de los PIB regionales, pues dependen de la forma en que cada una de las regiones sean capaces de internalizar el valor total inducidos por los proyectos adicionales. Sin embargo, bajo el supuesto de que las regiones mantienen su comportamiento de captura de Valor Agregado producido en la región, en relación al valor total que induce la explotación de sus riquezas naturales y comerciales, en la figura 18 se estima el PIB adicional que lograría aumentar la zona norte. La agricultura crecería en un 120% respecto de la situación actual en el plazo en que estos proyectos se concreten. El resto de los sectores exponen una capacidad de crecimiento de entre 43% y 45% cada uno.



**FIGURA 17**  
PIB adicional generado por zona norte con nuevas opciones de producción.



**FIGURA 18**  
PIB adicional generado por zona norte que lograría aumentar la zona norte.

Fuente: Elaboración Propia Modelo U.Mayor 2013

## SOCIEDAD – SUSTENTABILIDAD:

### “NO TODO LO QUE BRILLA ES ORO”

Recurriendo a un proyecto desarrollado por Fundación Chile para el CPL, cuyo objetivo fue el diseño y evaluación de un índice global de sustentabilidad aplicado al Valle del Huasco, es posible realizar una conciliación económica, social y ambiental de los desempeños integrales de estas cuencas. Llevar agua a la zona norte, sin duda, mejora los indicadores económicos, pero es necesario velar también por la sustentabilidad global de la región.

#### 1. El Valle de Huasco

La situación en que se encuentra el Valle del Huasco evidencia lo que estaría ocurriendo en gran parte de la zona norte de nuestro país:

- Un sector agrícola presionado por un fuerte stress hídrico originada por una disminución de la oferta hidrológica y una demanda creciente desde otros sectores económico, principalmente minería.
- Energía insuficiente para abastecer la tremenda cartera de proyectos de inversión.
- Proyectos de Inversión en minería y energía suspendidos por condiciones medioambientales.
- Situación similar en el sector industrial, ejemplificado en el caso Freirina.
- Descontento social por parte de las comunidades a causa de la disminución de la calidad de vida, alta contaminación del aire, falta de oportunidades a la gente de la zona, sistema educacional insuficiente o desenfocado con las necesidades de la zona.

*“Algo estamos haciendo mal” para que una zona con tanto y envidiable potencial de crecimiento económico, y una cartera de inversiones privilegiada, muestre como contrapartida tal rechazo social como también medioambiental. Al parecer los impactos en la contaminación social y ambiental están poniendo límite a las inversiones y desarrollo económico. Es interesante compartir los conceptos de “Creación de Valor Compartido” de Porter y Kramer. Su contenido es coincidente con las reflexiones anteriores. A continuación se transcriben los primeros párrafos con que comienza el sugerido documento. “El sistema capitalista está bajo asedio. En los últimos años, las empresas han sido vistas cada vez más como una causa importante de los problemas sociales, ambientales y económicos. Hay una percepción muy amplia de*

*que las compañías prosperan a costa del resto de la comunidad. Peor aún, mientras más las empresas han comenzado a adoptar la responsabilidad corporativa, más se las ha culpado por las fallas de la sociedad. La legitimidad de las empresas ha caído a niveles inéditos en la historia reciente. Esta pérdida de confianza en las compañías lleva a que los líderes políticos tomen medidas que socavan la competitividad y minan el crecimiento económico. Las empresas están atrapadas en un círculo vicioso”.*

## 2. Desempeño económico

Las riquezas naturales disponibles en el territorio del Huasco, de acuerdo con las estimaciones cuantitativas realizadas, encadenan un PIB total bastante mayor al que es capaz de absorber el propio territorio y, por ende, se comparte su desarrollo con el resto de las regiones del país. Se evidencian restricciones activas en las disponibilidades de recursos hídricos como también humanos. Las cifras demuestran que los recursos hídricos de la cuenca del Huasco se encuentran al límite y, por lo tanto, los nuevos proyectos de inversión en la minería necesariamente requieren inversiones en energía, en importaciones de agua (desalinización desde agua de mar), como también de capital humano no disponible actualmente en la zona. En la dimensión económica y como era de esperar dado el gran desarrollo e inversiones mineras de la zona, el rendimiento económico (1,37) tiende a elevar el IGS que resulta ser un 37% superior al del país. Al analizar los indicadores individuales de esta misma dimensión se aprecian impactos positivos tales como el índice de equilibrio comercial (relación entre exportaciones e importaciones), productividad del trabajo o PIB per cápita, y la componente de inversiones. Pero también se observan impactos negativos, tal como lo refleja el índice de multiplicación regional de las exportaciones de la zona (PIB/X) cuyo valor de 0,247 nos indica que la potencia comercial del valle tiende a beneficiar en mayor medida al resto de las regiones del país.

## 3. Desempeño social

La dimensión social del Valle (0,48) es la que de acuerdo con las métricas calculadas, expone la peor condición. Todos los indicadores de esta dimensión muestran que la región y su población no es beneficiada del potencial económico que aportan sus riquezas. También se aprecia un déficit severo en el sector de servicios sociales y personales (Salud y Educación). Los planes de inversión de la zona muestran la existencia de un nuevo potencial de recursos mineros con planes de explotación concentrados en la minería del cobre, hierro y oro. Por su parte, la estrategia regional centra sus objetivos en los habitantes del territorio y su bienestar, siendo el notable crecimiento económico y sus futuras proyecciones un instrumento y sustento de estos desafíos. Sin

60. No así en el caso de Vallenar, donde el hospital es considerado "de lujo".

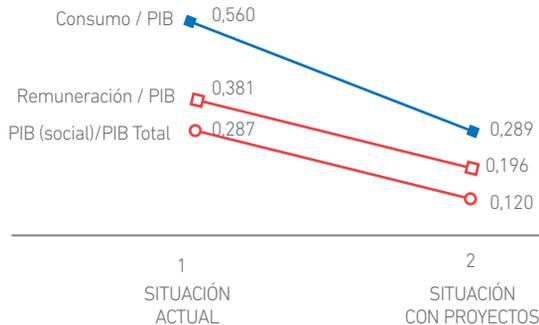
embargo, al evaluar cuantitativamente el impacto del desarrollo económico en los índices de sustentabilidad (IGS), las cifras están demostrando que el alto crecimiento económico de la zona se encuentra disociado con los indicadores sociales y ambientales. Mientras más crece la economía del Huasco, los indicadores sociales no crecen en forma simétrica. La salud y la educación son visiblemente los temas sociales que más preocupan. Los comentarios indicaron que actualmente el sistema de salud tiene deficiencias, particularmente en cuanto a la dotación de profesionales y a la falta de equipamiento para atender dolencias específicas<sup>60</sup>. Respecto de la educación solicitan avanzar en la calidad y realizar un rediseño de las mallas curriculares que permita a los jóvenes aprender oficios más

**FIGURA 19**  
Proyección de indicadores (Consejo Nacional de Producción Limpia CLP- Fundación Chile).



alineados con las demandas laborales proyectadas en el territorio. Estos comentarios se validan con las métricas del modelo de indicadores. Esto se logra comparando el PIB del sector "Servicios Sociales y Personales", dentro del cual se consignan los sectores Salud y Educación, con el PIB estimado para el Valle del Huasco. A este respecto, mientras a nivel nacional esta relación asciende a un 12%, en el Huasco es de sólo un 3%. La implicancia de esta relación es que en el valle las tasas de re-inversiones (respecto al PIB total) en los conceptos de salud, educación y otros servicios sociales y personales, resultan ser bastante inferiores a las que se observan en el promedio nacional.

**FIGURA 20**  
Servicios sociales y personales estimados para el Valle del Huasco.



## REFLEXIONES FINALES

La zona norte de nuestro país evidencia una des-sincronización en cuanto a la disponibilidad de sus recursos naturales. El potencial de explotación minero no se condice con la disponibilidad actual de sus recursos hídricos. En este escenario de crecimiento y desarrollo, la interoperación de las redes de hídricas mediante el trasvase entre cuencas, induce resultados de alto valor económico. Sin embargo no se puede soslayar el hecho de que si bien en cuencas como Copiapó y Huasco cerca del 90% de sus actividades económicas provienen o son encadenadas por la minería, el consumo hídrico se concentra principalmente en la actividad agropecuaria, donde sus sectores productivos tienen como destino principal el mercado de las exportaciones. Una fría evaluación económica diría que si las cuencas se dedican exclusivamente a la minería no existiría el stress hídrico y, por ende, no habría necesidad de trasvases o importaciones de agua. En todo caso cualquiera sea el modelo económico, de existir posibilidad de actividad en un determinado territorio, procurarle recursos hídricos a costos razonables, es económicamente rentable. Pero como se ha demostrado en este análisis, el agua es más un bien público que privado, pues el valor social que este recurso induce en la economía resulta ser bastante mayor que los precios privados observados en el mercado de transacciones de Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA). Entonces el problema radicaría en que el mercado sería incapaz de sustentar el costo de algún mega proyecto de trasvase. El modelo analítico nos estaría diciendo que las inversiones asociadas a este tipo de proyecto deberían ser de carácter público. Pero lo que permanece latente es cómo converger hacia modelos de desarrollo que garanticen la sustentabilidad global de una región. Tal como se expusiera en el caso del Valle del Huasco, los beneficios económicos de sus proyectos no están siendo suficientes para ser implementados. Está siendo cada vez más necesario ajustar nuestros modelos de desarrollo económico.

Lo que ocurre en el Huasco evidencia lo mismo que le pasa a Chile si nos comparamos con países desarrollados de la OCDE. El crecimiento económico no va acompañado de un crecimiento social y tampoco ambiental. Si comparamos la productividad del empleo de Chile respecto de países como Canadá, Australia o Finlandia, observaremos que cada puesto de trabajo en dichos países genera del orden de los US\$85 mil al año, mientras que en nuestro país sólo un puesto de trabajo es capaz de generar del orden de los US\$ 50 mil (precios en dólares paridad de poder de compra). Si bien la productividad del empleo en países como Australia o Canadá supera en un 70% la productividad de Chile, la remuneración percibida por los empleados de esos mismos países supera en un 100% a la percibida por los empleados chilenos.

(U. Mayor, documento de trabajo Desafíos de la Productividad en Chile).

El gran quiebre y brecha de Chile con los países desarrollados analizados, radica en la productividad del empleo en donde nuestro país logra sólo el 60% de la productividad alcanzada por los otros países. Esta situación encadena que las remuneraciones en Chile sean bastante menores como también el consumo de los hogares. El gobierno, por su parte, también presenta en Chile una participación bastante menor que la observada en el resto de los países.

La baja productividad de la economía chilena estaría fundamentada en un déficit de inversiones en Capital Humano que estaría restringiendo, en primera instancia, la productividad del empleo, como también un estado deficitario de inversiones bienes públicos y capital social por parte del gobierno.

Sin embargo, es necesario destacar que si bien las inversiones formales, aunque satisfagan las condiciones de productividad en el ámbito de las empresas, resultan ser insuficientes si se comparan con las que la sociedad requiere para alcanzar cifras equivalentes a niveles de países desarrollados.

Las ventajas competitivas sobre las cuales se encuentra fundada nuestra economía no está resultando ser suficiente para que todos los chilenos logremos indicadores económicos cercanos a los de países desarrollados. Se hace necesario descubrir o crear nuevas competencias e instalarlas en el sistema económico.

Como reflexión final se transcribe textualmente la recomendación de la WWF respecto de las alternativas a examinar a la hora de evaluar las alternativas a un trasvase: (WWF J. Seco; Trasvases: del mito a la realidad)

*“WWF recomienda el siguiente enfoque por pasos, a realizarse, idealmente, a nivel de toda una cuenca fluvial y mediante un proceso integrado de planificación. Se deben considerar las alternativas en el orden siguiente: 1. Reducir la demanda de agua; 2. Reciclar las aguas residuales; 3. Complementar localmente el suministro de agua; y sólo después de esto, 4. Considerar el trasvase como la última opción.*

*A través de este informe, WWF hace un llamamiento a todos los responsables encargados de tomar decisiones relativas a los IBT, para que, cuando consideren cómo satisfacer la necesidad de agua en áreas deficitarias, sigan los pasos anteriormente expuestos. Es necesario reconocer que en la mayoría de los casos el trasvase no es una panacea, y que cuando se traslada agua de un río a otro, normalmente se han ignorado los costos sociales y medioambientales y no se han considerado adecuadamente mejores alternativas a nivel local, como, por ejemplo, la mejora en la gestión de la demanda local (WWF Global Freshwater Programme).*

