



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Programa  
Hidrológico  
Intergubernamental

## Propuestas de actuación a corto y mediano plazo para los recursos hídricos en Chile en escenarios de restricción hídrica

*Proposals for short- and medium-term actions for water resources in Chile under water restriction scenarios*



Roberto Pizarro<sup>1\*</sup>, José Luis Arumi<sup>2</sup>, Pablo García-Chevesich<sup>3</sup>, Gabriel Mancilla<sup>4</sup>, Alejandra Stehr<sup>5</sup>, Claudia Sangüesa<sup>1</sup>, Elisabeth Lictevout<sup>5</sup>, Alfredo Ibáñez<sup>1</sup>, Rodrigo Valdés-Pineda<sup>6</sup>, Pablo Jaeger<sup>7</sup>, Alfonso Gutierrez-Lopez<sup>8</sup>

Recibido: 7/10/2021

Aceptado: 8/11/2021

\*Autor de correspondencia

### Resumen

El agua es el principal recurso natural de Chile. En ella se basa la estructura productiva, ambiental y de desarrollo económico y social, representando un 60% del PIB del país. Siendo un país 3 veces más rico desde 1990, gasta tres veces más agua en igual periodo en una ecuación no sustentable. A esto se suman un cambio climático que reduce las ofertas de agua y un escenario legal, para el cual se exigen cambios a la forma de otorgamiento y uso de los derechos de agua. El artículo propone actuaciones de corto y mediano plazo. Para ello estructura una serie de propuestas generales y otra serie de propuestas específicas en base a los siguientes ejes: a) Investigación y desarrollo b) Sectores productivos c) Propuestas institucionales d) Propuestas para la Nueva Constitución e) Medio ambiente, agua y sociedad f) Educación y capacitación, y g) Calentamiento Global o Cambio Climático. Entre las propuestas generales se plantea relevar el rol ambiental, social y productivo de los recursos hídricos, así como la captación de recursos económicos. En el caso de I+D, se propone la creación de fondos públicos de investigación en el agua. En el plano institucional se propone la implementación de un plan nacional de recursos hídricos. Respecto a la nueva constitución, se propone que el agua debe estar muy bien definida como bien nacional de uso público. Finalmente, el artículo apunta a orientar a los tomadores de decisión en el objetivo de entregar sustentabilidad a la gestión del agua en Chile.

**Palabras clave:** Medio ambiente, agua, sociedad, sector productivo, cambio climático, Chile

### Abstract

*Water is the main natural resource in Chile. The productive, environmental, and economic and social development structure is based on it, representing 60% of the country's GDP. Being a country 3 times richer since 1990, it uses three times more water in the same period in an unsustainable equation. Added to this, there are a climate change that reduces water supplies and a legal scenario, for which changes are required in the way of granting and using water rights. The article proposes short and medium term actions. For this, it structures a series of general proposals and another series of specific proposals based on the following axes: a) Research and development b) Productive sectors c) Institutional proposals d) Proposals for the New Constitution e) Environment, water and society f) Education and training, and g) Global Warming or Climate Change. Among the general proposals, it is proposed to highlight the environmental, social and productive role of water resources, as well as the capture of economic resources. In the case of R&D, the creation of public funds for research in water is proposed. At the institutional level, the implementation of a national plan for water resources is proposed. Regarding the new constitution, it is proposed that water should be very well defined as a national good for public use. Finally, the article aims to guide decision makers in the objective of delivering sustainability to water management in Chile.*

**Keywords:** Environment, water, society, productive sector, climate change, Chile

- 
- 1 Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie, U. de Talca, U. de Chile, Chile. rpizarro@utalca.cl, csanguesa@utalca.cl, alfredoibacor@gmail.com
  - 2 Universidad de Concepción, Chile. jarumi@udec.cl
  - 3 Colorado School of Mines, Department of Civil and Environmental Engineering, Estados Unidos. pablogarciach@gmail.com
  - 4 Centro del Agua para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, CAZALAC, Unesco. gmancilla@cazalac.org
  - 5 Fundación Carpe Science, Chile. astehr@udec.cl, elisabeth.lictevout@gmail.com
  - 6 University of Arizona, Estados Unidos. rvaldes@arizona.edu
  - 7 Consultora Diagua, Chile. pjaeger@diagua.cl
  - 8 Centro de Investigaciones del Agua-Queretaro (CIAQ). Universidad Autónoma de Queretaro. Mexico. International Flood Initiative, Latin-American and the Caribbean Region (IFI-LAC), Intergovernmental Hydrological Programme (IHP-UNESCO), 76010 Queretaro, Mexico. alfonso.gutierrez@uaq.mx

## 1. INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos son particulares para el desarrollo de una sociedad (Unesco, 1987), derivado que son vitales para el accionar, la sobrevivencia y la sustentabilidad ambiental de esta. Adicionalmente, el agua manifiesta una problemática particular por ser un elemento vital que cruza transversalmente todo el accionar de un conglomerado humano, incluyendo el espacio natural de los ecosistemas. Así y según UNESCO (1982), los problemas por el uso de los recursos hídricos surgen desde dos vertientes: a) Entre lo que ofrece la naturaleza y lo que demandan o necesitan las personas, para la vida y la producción; y b) Los conflictos entre las personas por el uso de la misma oferta.

En el caso de Chile, el agua es el principal recurso natural del país, puesto que en ella descansa la estructura productiva, ambiental y de desarrollo económico y social del país. Así, por ejemplo, la minería que es la actividad económica productiva más importante y que depende del agua, representa un 15% del Producto Interno Bruto. Pero, según la ex Delegación Presidencial de Recursos Hídricos, existente en el país durante el gobierno de la presidenta Michelle Bachelet, el agua explica el PIB de Chile hasta en un 60%. Por tanto, el crecimiento económico del país se sustenta en el agua. Por otra parte, si se analiza el crecimiento del PIB del país y según la misma Delegación Presidencial de Recursos Hídricos, este ha crecido entre 3 a 3.5 veces desde el año 1990 a la fecha (Unesco, 2019); pero, en la misma proporción ha crecido el consumo de agua y durante el mismo periodo. Y esa parece ser una ecuación no sustentable, en un escenario de cambio climático que ha definido una importante caída en las ofertas de lluvia, especialmente en la zona central y norte del país (Bellisario *et al.*, 2013).

En el contexto de la incertidumbre climática, Chile está siendo afectado en su zona central por una megasequía que ya lleva 10 años (CR2, 2015; Garreaud *et al.*, 2017). Esto determina que las ofertas de agua se estén reduciendo y agrega una mayor incertidumbre a un proceso de crecimiento económico basado en recursos naturales. Según la Unesco, la mínima disponibilidad de agua para que exista un desarrollo sustentable es de 1,700 m<sup>3</sup>/habitante/año; pero de Santiago al norte la disponibilidad del recurso hídrico es en promedio de 1,000 m<sup>3</sup>/habitante/año (Banco Mundial, 2011, Valdés-Pineda *et al.*, 2014). De Santiago al Sur

(ubicado a alrededor de los -33.45 de latitud Sur) los recursos son cuantiosos, muy por sobre la media mundial. No obstante, también se verifican restricciones importantes en la disponibilidad de agua en la zona sur bajo climas sub-húmedos y húmedos, lo que habla de que algo se ha hecho mal.

A lo anterior se suma el hecho que los desequilibrios hídricos afectan la sustentabilidad ambiental país, especialmente en lo referido a la mantención de los ecosistemas. Así, a todo nivel se han visto afectados los equilibrios hídricos por sobreuso, por contaminación y por disminución de la oferta, producto del cambio climático (ONU, 2021). Y esto es muy importante, máxime si la discusión sobre la gestión del agua tiende a obviar que una menor calidad también significa una menor cantidad, debido a que existe una menor disponibilidad para el uso diverso, comenzando por la mantención sustentable de los ecosistemas. Una cantidad adecuada de agua de buena calidad es necesaria para lograr seis de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para la salud (ODS 3), seguridad alimentaria (ODS 2), seguridad del agua (ODS 6), ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), y ecosistemas marinos y terrestres (ODS 14 y 15).

Si lo anterior es preocupante, la sociedad chilena carece de una cultura de cuidado del agua y no toma conciencia de la magnitud del problema. Quizás derivado de que se cuenta con un recurso de calidad, especialmente en las ciudades, que está disponible y que tras su uso es tratado para volver a los cauces naturales, la población no percibe el valor de este recurso, no solo desde un punto de vista económico, sino más importante aún, desde una perspectiva ambiental y ecosistémica. Y, por tanto, hay una carencia evidente de una cultura de cuidado del agua para garantizar su sustentabilidad en el corto y mediano plazo.

Otro aspecto importante de analizar está referido a que el país no cuenta con una estrategia nacional de recursos hídricos moderna, inclusiva y democrática (Valdés-Pineda *et al.*, 2014; Costa, 2016), la cual debe poseer componentes de efectividad y operatividad expresada en métricas bien definidas, metas a alcanzar, responsables institucionales y un adecuado seguimiento de todos los aspectos establecidos. La carencia de una estrategia nacional de manejo de recursos hídricos, influye en la gestión de los territorios, y en la disponibilidad de los cuerpos y las fuentes de agua, además de generar

efectos de menoscabo humano, económico, ambiental y cultural, lo que contribuye a generar una situación de inequidad y desigualdad social (Larraín, 2006; García, 2020; Correa y Muñoz, 2015; García, 2020). De hecho, las actuales propuestas estratégicas no van más allá de ser un simple documento, donde los Servicios relacionados no se comprometen más allá que lo que están haciendo normalmente, por lo tanto, no cuentan con financiamiento real ni con una estrategia operativa.

En el mismo contexto, se verifica en Chile que la gestión del agua se encuentra desagregada. Según el Banco Mundial (2013), Chile posee una institucionalidad no acorde con una gestión sustentable del agua, por existir más de 42 instituciones con competencias sobre el agua, y porque se debilita la acción de algunas que deberían poseer un rol más preponderante como es la Dirección General de Aguas. A esto se suma de forma lineal el hecho que existen carencias de capacidades de gestión, desde un punto de vista técnico, económico y social, lo que significa que ellas se manifiestan a nivel de gestores locales, pero también a nivel de cuencas y cauces.

Asociado a la problemática de la gestión, los derechos de agua han sido asignados en base a un liberalismo extremo, sin consideraciones ecosistémicas, separando el suelo del agua, lo que redundará en factores de inequidad social. La legislación relativa al código de aguas, dictada en 1981, dejó una estela de asignaciones de derechos de agua que en su otorgamiento no consideraron aspectos de equidad social ni de equilibrios ecosistémicos, ni menos consideraron escenarios de restricción e incertidumbre climática, lo que es necesario corregir (Herrera *et al.*, 2019) para enfrentar los escenarios futuros de escasez y garantizar la seguridad hídrica nacional.

Todos los aspectos reseñados precedentemente, se ven agudizados por dos situaciones de alto riesgo. Por una parte, el cambio climático agrega restricción e incertidumbre al escenario nacional, lo que define altas dosis de indefinición en las actuaciones técnicas, por una situación de amenaza en ciernes, que ha definido cambios en el patrón de distribución de las lluvias (Quintana y Aceituno, 2015); ascensos en la isoterma cero (Carrasco *et al.*, 2005) y en las temperaturas, principalmente las mínimas, sumado a un notable retroceso de las masas glaciares, entre otros aspectos (Garín, 2018). Lo anterior define cambios y modificaciones de las variables que

definen el ciclo hidrológico, que de por sí son difíciles de medir, cuantificar e identificar. A esto se suma una segunda situación, cual es que la investigación en torno al agua no cuenta con recursos financieros claramente establecidos. Si toda la investigación científica y tecnológica que Chile desarrolla es sustentada por sólo el 0.38 del PIB (Unesco, 2019), la investigación en recursos hídricos alcanza según cifras del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Intergubernamental de la Unesco, al 0.0025%, lo que habla por sí solo del nivel de descompensación de las investigaciones en Chile y de la escasa relevancia que se le otorga al agua como factor productivo sujeto de investigación y de desarrollo tecnológico.

Finalmente, en este análisis somero de la situación de los recursos hídricos en Chile, el agua es también factor de riesgo y destrucción (IPCC, 2014; Henríquez *et al.*, 2016), es decir no siempre posee esa cara positiva y amable como factor de sustentabilidad ecosistémica, o como factor productivo determinante. Y ello se verifica cuando el agua, en su tránsito en condiciones de torrente y derivado de la geografía física y del comportamiento de las precipitaciones en Chile, en muchos casos se transforma en un factor de devastación y de destrucción de bienes físicos y pérdida de vidas humanas (Mardones y Vidal, 2001). En el otro extremo, las situaciones de sequía prolongadas generan contextos de alto impacto, que en muchos casos deben ser tomadas más que como un fenómeno extremo de probabilidad variable, como un fenómeno recurrente del pasado, presente y futuro (Velasco *et al.*, 2005), con el cual es importante saber adaptarse para poder sobrevivir de la mejor forma.

En base a este diagnóstico, se plantea un conjunto de propuestas de actuación en recursos hídricos, para el periodo 2021-2030, esperando aportar a una visión país, que sea sustentable en lo que respecta al uso y gestión de los recursos hídricos, en escenarios de incertidumbre climática, política y social. De igual forma, estas no pretenden ser un inventario definitivo de ideas de actuación en estas materias, pero representan el sentir de los autores, para un Chile futuro que seguirá dependiendo profundamente del manejo sustentable de los recursos hídricos, para su desarrollo económico, social y ambiental. Por tanto, esta serie de propuestas, hecha por especialistas que provienen de las ciencias hidrológicas y del derecho, está abierta a contribuciones y otras visiones, con el fin de ampliar la discusión de la temática y establecer estrategias de desarrollo nacional en el corto y mediano plazo.

Las propuestas se estructuran por una parte en una serie de ideas de **actuaciones generales de actuación**, que abordan aspectos de amplio espectro, necesarios para poder enfrentar una adecuada gestión de los recursos hídricos. Una segunda dividida en propuestas específicas, establecidas con base en **siete ejes rectores**:

Eje I. Investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Eje II. Sectores productivos

Eje III. Propuestas institucionales

Eje IV. Propuestas para nuevas normativas (constitución, leyes, reglamentos, etc)

Eje V. Medio ambiente, agua y sociedad

Eje VI. Educación y capacitación

Eje VII. Cambio Climático

## 2. PROPUESTAS GENERALES DE ACTUACIÓN

Para abordar una gestión sustentable en escenarios de restricciones de oferta de agua y demandas crecientes, se proponen seis medidas que deben dar un marco global a la gestión hídrica de un país dependiente del agua para su crecimiento, la equidad social y la sustentabilidad de sus ecosistemas.

### *Actuación 1. Relevar el rol ambiental, social y productivo de los recursos hídricos*

Para un país dependiente de agua, es necesario generar una visión de largo plazo e integral (transversal), acerca del rol que cumple este recurso natural, amenazado por escenarios de incertidumbre climática y un sobreuso evidente y preocupante. Esto define la necesidad de políticas educativas a la población en general, y de una clase política consciente y presente en el abordaje de la problemática, independiente de sus legítimas consideraciones doctrinarias e ideológicas.

### *Actuación 2. Captación de recursos para el financiamiento de una gestión eficiente*

El objetivo de fortalecer la gestión en recursos hídricos y de relevar su rol, requiere capital humano y financiero, para implementar actuaciones eficientes. Este fin demanda la necesidad de contar con mayores

recursos, dada la creciente importancia del agua para el desarrollo país, para la vida digna de sus habitantes, y para un adecuado funcionamiento de los ecosistemas. Por ende, se propone establecer un impuesto al agua, esto es, un impuesto a los titulares de derechos de aprovechamiento, eliminando el diferencial de pago del impuesto territorial que distingue entre áreas de riego y secano. Asimismo, se propone la búsqueda de financiamiento externo a largo plazo, en un marco de tasas preferenciales, en el marco del Banco Mundial, BID u otras instancias de cooperación y financiamiento.

### *Actuación 3. Favorecer proyectos integrales e integradores de disciplinas y sectores*

Para propiciar una sinergia en la actuación en recursos hídricos, es preciso favorecer, apoyar e incentivar los proyectos integrales, multi e interdisciplinarios, que promuevan la convergencia de actores académicos, productivos, ambientales y de la sociedad civil, sobre todo en el ámbito científico. Y esto debe tener un correlato en los diversos escenarios regionales que posee el país, con el fin de otorgar capacidad de integración a las singularidades territoriales de un país muy diverso. Por ejemplo, es sumamente importante imbricar los aspectos del calentamiento global con los posibles impactos hidrológicos que se esperan en el país como una forma de planificar actuaciones de mitigación y adaptación. Esto requiere aunar fuerzas y conocimiento entre profesionales del área climática y del área hidrológica, entre otros, para promover actuaciones conjuntas.

### *Actuación 4. Establecimiento de mesas de trabajo intersectoriales por cuenca*

Con el objetivo de gestionar de manera sustentable el agua y aminorar el escalamiento de situaciones de conflicto, se propone el establecimiento de mesas de trabajos intersectoriales, a nivel de cuenca. Esto permitiría conocer las interrelaciones entre los diversos actores y abrir la posibilidad de salvar situaciones críticas (en base a acuerdos voluntarios de gestión de cuencas), mientras se establece un ordenamiento basado en cuencas hidrográficas. El ordenamiento basado en cuencas debe ser coherente con la situación específica de cada sistema hidrológico en términos de sus escalas espaciales y temporales, del manejo de las fuentes de agua y de los actores o usuarios de agua de la misma.

*Actuación 5.* La cuenca debe establecerse como unidad de planificación territorial.

La unidad natural de planificación territorial debe ser la cuenca hidrográfica, medida que exige reformas legales al actual sistema; esto permitirá hacer balances restringidos a variables geográficas relacionadas con los servicios ecosistémicos de la cuenca, lo que favorece la gestión local y fortalece la sustentable distribución del recurso. Esto implica definir la aptitud productiva de las cuencas (o zonas de la cuenca) según su disponibilidad de agua, evitando por ejemplo cultivos de alto requerimiento hídrico en zonas de baja pluviometría.

*Actuación 6. Eficiencia en el uso y búsqueda de nuevas fuentes de agua como opción de futuro*

Es necesario avanzar en la eficiencia en el uso y en la búsqueda de nuevas fuentes de agua, como el reúso o las aguas lluvias urbanas y rurales, además de la desalinización. Por ende, es necesario definir incentivos que aumenten la eficiencia de uso, manteniendo la sustentabilidad de los ecosistemas. Esto implica tratar y reutilizar aguas servidas, aguas residuales de la minería y de otros procesos industriales, y destinarla a otros usos. A modo de ejemplo, en muchos países la minería se ha transformado en centrales de paso y la agricultura se abastece con aguas servidas tratadas.

### **3. PROPUESTAS ESPECÍFICAS DE TRABAJO**

#### Eje I. Investigación, desarrollo tecnológico e innovación

*I.a Creación de fondos público de investigación del agua*

Se deben generar fondos de investigación para estudios vinculados a los recursos hídricos a nivel regional y nacional, que satisfagan necesidades por conocimiento e innovaciones tecnológicas. Para ello, y en relación con las fuentes de financiamiento gubernamental, se plantea que a escala regional exista una porción de los fondos (Fondo de Innovación para la competitividad) para este propósito, mientras que a nivel nacional los dineros provengan de la Corporación de Fomento (CORFO) o la Agencia Nacional para la Investigación y el Desarrollo (ANID). Una entidad macro-zonal conformada por científicos y técnicos locales, definirá las temáticas más urgentes a ser abordadas,

dando especial prioridad a los estudios que tengan como meta minimizar las brechas de conocimiento entre oferta y demanda de agua.

*I.b Responsabilidad científica empresarial*

Se propone que los diferentes rubros productivos privados aporten recursos para la investigación científica y tecnológica, y para la conservación de cauces y cuerpos de agua en el corto, mediano y largo plazo. Estos aportes se derivarán conforme a una regla de proporcionalidad respecto al total de uso de agua a nivel nacional o regional. Para ello se podrán obtener recursos del impuesto al agua, además de otros aportes de carácter voluntario.

*I.c Generación de procesos efectivos de transferencia de los resultados, acceso al conocimiento y derecho a la ciencia*

Muy pocas veces los avances tecnológicos o de conocimiento logrados en proyectos de investigación son adoptados por quienes gestionan el agua. Esta falencia ha sido advertida por organismos y es así que concursos como el del Fondo de Fomento a Desarrollo Científico y Tecnológico, (FONDEF), fondos de innovación de CORFO o del Fondo de Innovación Agraria, (FIA), han trabajado en ello. Sin embargo, el proceso sigue siendo deficiente. Por esta razón, se propone generar instancias efectivas de transferencia a través de CORFO, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y/o una Secretaría Regional Ministerial de Recursos Hídricos, que busque las instancias para encontrar las capacidades generadas y su adecuada transferencia.

*I.d Establecimiento de redes para la investigación colaborativa*

Con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos, el uso más efectivo de los recursos para investigación y tecnología, el favorecer la colaboración e integración entre diversos equipos científicos, el adoptar conocimientos y tecnologías internacionales exitosas y exportar avances nacionales, es que se postula incentivar la creación de redes temáticas nacionales e internacionales. Estas podrán ser generadas al alero de la Agencia de Cooperación Internacional, (AGCI), el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Consejos científico-técnicos macro-zonales y CORFO.

*I.e Creación de Consejos científico-técnicos macrozonales*

Se plantea la implementación de un Consejo científico-técnico macro-zonal que pueda asesorar a los tomadores de decisión en materias hídricas,

permita la adopción de conocimientos y tecnologías resultantes de estudios técnicos y científicos, y defina las materias y temáticas hídricas que deben ser objeto de investigación. Este Consejo deberá ser financiado a través del royalty o impuestos aplicados a los usuarios del agua.

#### *I.f Generación de plataformas nacionales y regionales para captura de datos públicos y privados y procesamiento de la información*

Postulamos la generación de plataformas y redes de captura de datos hidrológicos y climáticos con asiento en DGA u otra instancia pública, que permita el acceso amplio a esa información y cubra zonas con brechas temporales y espaciales. Esta plataforma de información pública-privada deberá integrar los datos disponibles en diversas bases de datos y estaciones de monitoreo, así como procesar la información en términos estadísticos y matemáticos. Las plataformas deberán estar disponibles de manera gratuita para los tomadores de decisión, y para todas aquellas instituciones públicas y privadas que utilicen datos hidrológicos para su gestión administrativa o productiva.

#### *I.g Integración de conocimientos y tecnologías del mundo civil y militar*

A fin de obtener el máximo de provecho a las tecnologías y conocimientos disponibles en el país, y aplicarlos a los recursos hídricos, es que se plantea la generación de instancias de investigación y trabajo conjunto entre entes agencias militares y grupos científicos. Esta integración con fines de producción científico-tecnológica en torno al agua incluirá también la previsión de riesgos generados por aspectos climáticos (en especial hídricos), en una geopolítica de seguridad frente a desastres hidro-climáticos.

#### *I.h Desarrollar y validar la aplicación de modelos hidrológicos y de calidad del agua para la adecuada comprensión de las cuencas*

Si no se entiende cómo responde hidrológicamente la cuenca a las demandas de los distintos sectores productivos o escenarios de cambio climático, no se podrá gestionar el agua de forma sustentable en el territorio, ni tampoco tomar decisiones de cambios de uso del suelo. Para esto, se requiere investigación en base a una fuerte instrumentación. A partir de allí se debe buscar entender los procesos hidrológicos e hidrogeológicos en una cuenca, para posteriormente generar modelos que den cuenta de las particularidades y de las singularidades territoriales.

De esa manera se contará con herramientas potentes coadyuvadoras de una gestión sustentable. El desarrollo de modelos continentales, regionales o locales para informar una adecuada gestión de las fuentes de agua deberá ser una actividad prioritaria durante el corto y mediano plazo. Esto permitirá definir esquemas de gestión sustentable del agua basados en escenarios de cambio climático, cambio del uso de suelo, crecimiento poblacional y aumento de las demandas, entre otros.

## Eje II. Propuestas relativas a los sectores productivos

### *II.a Establecimiento de valores críticos de gestión hídrica sectorial*

Se considera pertinente postular la determinación de puntos críticos para los distintos sectores productivos usuarios de agua, en lo que respecta a la relación o cruce entre la oferta y la demanda; eficiencia en el uso del agua; desequilibrios hídricos; y pérdidas de agua (Minería, Agricultura, Forestal, Sanitario, Energía, entre otros).

### *II.b Desarrollo del catastro unitario de uso de agua sectorial*

Dado que es imperativo que los volúmenes de agua superficial y subterránea sean considerados de manera integrada, es que se plantea desarrollar catastros específicos de uso del agua superficial y subterránea para cada sector productivo, para lo cual la DGA deberá ser dotada de nuevos roles en términos de conocer las ofertas y demandas.

### *II.c Cuantificación del consumo por Ley del medidor*

En concordancia con las medidas recomendadas, se estima necesario el establecimiento y adopción de normas de eficiencia en el uso del agua, en particular conocer con detalle cuánta agua gasta cada usuario, lo cual es muy relevante en los altos consumos, como es la agricultura. Esto permitirá establecer criterios de eficiencia y eficacia en el uso del agua, de tal forma de poder generar protocolos de gestión hídrica sectoriales y por localidad. Para ello, es sumamente necesario establecer una estrategia detallada para el control y monitoreo de extracciones de agua en Chile.

### *II.d Consumo y autofiscalización*

Con el respaldo de la “ley del medidor”, se propone que cada sector productivo emita informes sobre sus consumos y la eficiencia de uso del agua en sus diversos procesos. Estos informes serán evaluados por la autoridad respectiva y evitarán en parte la

falencia en fiscalizaciones por parte de servicios públicos debido a falta de presupuesto y personal.

### *II.e Los incentivos al riego deben considerar los desequilibrios hidrológicos que se generan*

Las políticas de incentivo a la eficiencia del riego deben considerar los potenciales efectos en el funcionamiento de la cuenca como un todo, evitando una mirada parcial desde el punto de vista de la disponibilidad de agua de riego que deja de lado los flujos de retorno para la cuenca. Al ser los ríos sistemas abiertos que forman parte integral del paisaje que los rodea, toda nueva obra en ellos debe considerar esta interacción. Asimismo, estos subsidios deben poseer una mirada redistributiva, que contemple acciones preferenciales para pequeños propietarios y productores agrícolas, así como acompañamiento técnico para su gestión.

## Eje III. Propuestas en el marco institucional

### *III.a Fortalecimiento institucional del Estado en la gestión del agua (Subsecretaría del agua)*

Se debe fortalecer y perfeccionar la institucionalidad encargada del agua en el país, para lo cual se acoge la idea de crear una “Subsecretaría de Recursos Hídricos”, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, idea ya planteada hace más de una década por gobiernos anteriores y estudios recientes (Valdés-Pineda *et al.*, 2014). Esta Subsecretaría deberá mejorar la gobernanza del agua a nivel país actuando como un ente rector con liderazgo efectivo sobre el tema, capaz de evitar la dispersión institucional, habilitado para formular y coordinar las políticas públicas y la planificación estratégica del sector, la cual deberá ser complementada con órganos representativos de los ministerios con interés en el tema, como también con representantes del sector privado.

### *III.b Creación de los Consejos de Recursos Hídricos (CRH), sea a nivel de cuencas o de regiones*

Esta instancia con participación pública y privada debe ser representativa de los beneficiarios e interesados (no solo de titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, DAA) de la cuenca o región, con capacidad para generar y promover una visión integrada y sustentable de mediano y largo plazo de la gestión del agua y desarrollar las coordinaciones necesarias.

### *III.c Fortalecer y relevar el rol de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)*

Estas organizaciones privadas, que tienen como función principal la gestión y distribución de las aguas en las fuentes naturales (superficiales y subterráneas) y canales, deben ser apoyadas y fortalecidas, ya que ejercen un rol eminentemente público. Ellas tienen una larga tradición en la historia nacional y sin lugar a duda pueden colaborar de forma muy importante en la gestión eficiente y social del recurso hídrico. Es importante mejorar sus atribuciones técnicas y legales, al igual que los mecanismos de control y fiscalización por parte del Estado y los propios usuarios.

### *III.d Creación de programas de incentivos e inversión para familias sin acceso al agua*

El sector rural necesita imperiosamente satisfacer las demandas no satisfechas de agua para uso doméstico y ello implica terminar o reducir drásticamente el abastecimiento por camiones aljibes. Existen las tecnologías sustentables para abordar esta problemática y ello implica la instalación de sistemas de captación de aguas lluvia en zonas rurales, así como la recarga de acuíferos para mantener la oferta de pozos, o la necesidad de establecer prioridades claras que aseguren el abastecimiento humano. Por tanto, esta es una inversión necesaria para asegurar la dignidad del mundo rural, que implica una ampliación y modernización de los sistemas de agua potable rural.

### *III.e Implementación del Plan Nacional de Recursos Hídricos*

Es necesario concretar un plan nacional de actuación en recursos hídricos, con la participación de instituciones públicas y privadas para definir roles y alcances en el manejo del recurso hídrico. Este plan debe contener medidas concretas y financiamiento real. Debe avanzarse en I+D que entregue información y conocimiento; seguido de una definición y concreción de políticas públicas; con un establecimiento de metas estratégicas y operativas, incluyendo infraestructura para la desalinización, recarga de acuíferos y utilización de aguas grises y servidas, entre otros aspectos.

## Eje IV. Propuestas para nuevas normativas (constitución, leyes, reglamentos, etc.)

Derivado que Chile se encuentra, por medio de una convención constituyente, escribiendo una nueva

constitución, se proponen tres elementos básicos que esta debería contener con respecto a los recursos hídricos.

#### *IV.a Todas las aguas son Bienes Nacionales de Uso Público*

La nueva Constitución debe establecer con toda claridad que las aguas, todas ellas, sean superficiales o subterráneas, son bienes del dominio público (en el lenguaje del Código Civil: Bienes Nacionales de Uso Público), esto es, que pertenecen a todos los chilenos y su uso debe propender al interés general.

#### *IV.b Toda persona tiene el derecho humano de acceso al agua potable y al saneamiento*

La Constitución debe recoger las disposiciones del derecho internacional de los derechos humanos, recientemente reconocidas por la Corte Suprema, y establecer que toda persona tiene el derecho humano de acceso al agua potable y al saneamiento, en condiciones de igualdad y no discriminación, y es deber del Estado garantizarlo.

#### *IV.c Es necesario establecer en qué condiciones se puede hacer uso privativo del agua*

La Constitución debe entregar a la ley la regulación respecto de cómo y en qué condiciones los particulares podrán hacer uso del agua en forma privativa. Estos aprovechamientos deben estar orientados al interés general y ambiental, y deben mantenerse mientras las aguas sean utilizadas.

### Eje V. Propuestas para medio ambiente, agua y sociedad

#### *V.a Establecer regulaciones de disposición de las aguas usadas en agricultura*

Actualmente no existe una normativa clara que tienda a controlar la forma y estado en que las aguas empleadas en agricultura y ganadería deban ser dispuestas tras su uso. Estas, llamadas comúnmente como fuentes no puntuales o difusas, se vinculan de manera directa a la posibilidad de eutroficación de cursos y cuerpos de agua. Por ello, se plantea el establecimiento de regulaciones efectivas para la disposición del agua en la agricultura y ganadería, que incluya análisis previos a la instalación de la actividad, así como controles efectivos posteriores.

#### *V.b Los ecosistemas naturales son vitales para asegurar la producción de agua*

Se debe relevar el rol de los ecosistemas naturales en la generación de la cantidad y calidad del agua, junto con avanzar en **soluciones basadas en la naturaleza**,

como protección de humedales, gestión de bosques naturales, tratamientos en cabeceras de cuencas o zonas de recarga, y otros, sumado a actividades de restauración de ecosistemas degradados. Lo anterior se podría lograr creando incentivos económicos, como, por ejemplo, sistemas de pago por servicios ecosistémicos.

#### *V.c Generar una mayor protección de la contaminación de los cuerpos de agua*

Se propone reformar la actual definición legal de “contaminación” que existe en la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, pues ella exige siempre superación de una norma y, por tanto, al no existir la norma, no se produce contaminación. Se sugiere utilizar una definición como la indicada en la Directiva 2000/60/CE. Además, se propone generar un programa que acelere la dictación de normas secundaria de calidad para los ríos y cuerpos de agua de Chile.

#### *V.d Establecer un nuevo modelo ambiental de creación de embalses*

Se recomienda revisar la política pública que promueve la creación de embalses. Una obra de embalse de aguas debería diseñarse de manera que permita pulsos de lavado de riberas y también el tránsito intermitente de los sedimentos, para no modificar de manera sustancial el flujo y el ecosistema del río. Si es que se decide construir nuevos embalses se deberían localizar de manera estratégica en la red hidrográfica, de manera de contribuir a la recarga artificial de acuíferos en un marco de operación conjunta agua superficial-subterránea.

#### *V.e Protección eficiente a los glaciares*

Es imperativo generar una protección legal de los glaciares, ya que actúan como diques reguladores de los caudales andinos (ganan masa en los años fríos y húmedos y la pierden en años secos y cálidos, cuando la oferta de la nieve precipitada en el invierno no alcanza a satisfacer la demanda hídrica), y son reguladores térmicos de los ecosistemas. Ello por sí solo demanda un cuidado especial de estas zonas, lo que debe ser resuelto en base a actividades concretas y efectivas.

#### *V.f Establecer normas claras referidas a derechos de aprovechamiento en aguas recargadas y en el reuso*

Es necesario avanzar en la regulación referida a la recarga artificial de aguas subterráneas y a la reutilización de las aguas tratadas respecto a los

siguientes temas: cómo y quiénes administran el agua tratada, recargada o almacenada; si se crean derechos de agua para ellos; cuál es el volumen máximo de agua a extraer; o en caso de que se infiltre agua, dónde, cuándo, cuánto y cómo se puede extraer.

*V.g Incorporar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) proyectos hídricos de gran tamaño que pueden involucrar daños ambientales severos*

Es necesario legislar de manera que proyectos como la recarga artificial de acuíferos de grandes dimensiones o los programas de riego tecnificado, sean evaluados ambientalmente. Además, es necesario incorporar la evaluación de proyectos que provocan contaminación por fuentes difusas en el SEIA.

*V.h Protección de las zonas de recarga natural de acuíferos*

Es necesario proteger legalmente las zonas naturales de captación de aguas subterráneas, siguiendo estándares internacionales con fines de protección de calidad, derivado de la importancia creciente de estas aguas en el uso y sustentabilidad ambiental de los ecosistemas. Y ello es particularmente importante en un país como Chile, con clima mayoritariamente mediterráneo y en donde las precipitaciones caen en invierno, periodo en el cual se debe propiciar dicha recarga.

## Eje VI. Propuestas en educación y capacitación

*VI.a Solución de conflictos por el agua en base a métodos de gestión estratégica*

Existen diversas metodologías eficientes que bien aplicadas permiten alcanzar acuerdos entre las partes. Estas, deberían ser aplicadas por instituciones neutrales como universidades, cátedras Unesco, instituciones afines, etc., que, mediante acuerdos previos, podrían evitar una judicialización de los conflictos, en una forma de intermediación efectiva y previa. La idea es que, a partir de estas aplicaciones, sea posible alcanzar acuerdos que aseguren la resolución de conflictos.

*VI.b Creación y fortalecimiento de programas de pre y postgrado en hidrología*

Como lo ha recomendado Unesco, es muy importante para la adecuada gestión de los recursos hídricos, el contar con profesionales debidamente formados. Para ello es necesario entregar las herramientas a los profesionales encargados de la gestión del agua y ello

implica la creación de programas de pre y postgrado en hidrología y gestión de recursos hídricos. Por ende, es fundamental formar hidrólogos en Chile y su contratación dentro de las instituciones involucradas con la gestión del agua, incluyendo instituciones públicas y privadas, como por ejemplo, los municipios.

*VI.c Expansión y fortalecimiento de programas de capacitación a nivel de usuarios*

Así como es necesario fortalecer las capacidades profesionales, es también necesario incrementar las capacidades a nivel de usuarios y específicamente de las organizaciones de usuarios de aguas, OUA. Ellas necesitan ser parte del proceso para alcanzar una mejor gestión del agua y eso pasa por instrumentar cauces y canales, saber capturar esa información y mantener el instrumental, automatizar procesos a distancia y manejar los desarrollos tecnológicos, además de ser capaces de generar innovaciones, entre otros aspectos. Esto asegurará desde la base una mejor gestión de los recursos hídricos.

*VI.d Desarrollar la cultura de cuidado del agua en todos los ámbitos: urbano, rural, niños, adultos, autoridades, usuarios*

Siendo el agua el principal recurso natural de Chile, se impone la necesidad de relevar esta importancia, con el fin que la población posea una cultura de cuidado del agua. Por ello se plantea la creación de programas de educación para el uso sustentable y cuidado del agua. Esto aplica no sólo a escuelas, sino además a universidades, a empresas, a instituciones públicas, etc. Una población que cuida su agua es fundamental para minimizar el consumo de todo tipo y en Chile hoy no existe una cultura de cuidado del agua.

*VI.e Liderazgo de mujeres para potenciar comunidades*

Los desastres pueden exacerbar la desigualdad de género existente en la participación política, la toma de decisiones y el acceso a recursos e información. Las mujeres y las niñas son más vulnerables y están más expuestas a los desastres. Es necesario promover y evaluar la contribución real y potencial de las mujeres a la reducción del riesgo de desastres, incluido su papel de liderazgo como socorristas y su papel central en la resiliencia comunitaria. También debe reconocerse su actividad en las estrategias de resiliencia, recuperación y reconstrucción. Se ha demostrado que aprovechar el liderazgo, la experiencia y los conocimientos de las mujeres en

estos esfuerzos conduce a iniciativas más eficaces. Por otro lado, es imperativo recopilar datos desglosados por género, edad y discapacidad. Esta acción permitirá la creación de programas dirigidos a las mujeres como líderes en los campos de la reconstrucción, la reducción de riesgos y la construcción de la paz. Existe una necesidad urgente de invertir en programas de resiliencia que tengan en cuenta el género, la edad y la diversidad.

## Eje VII. Propuestas referidas al cambio climático

### *VII.a Caracterización espacio-temporal del Cambio Climático*

Las precipitaciones extremas tienden a ser más intensas y frecuentes en los futuros escenarios de calentamiento, especialmente bajo el escenario de altas emisiones, así como se espera un aumento en la recurrencia de las sequías. Este escenario demanda caracterizar las formas en que tomará lugar el cambio climático para las diversas áreas del territorio. Esto implica conocer escenarios posibles y cómo estos deberán ser abordados a nivel local, regional, nacional e internacional y a nivel de los ecosistemas. Se debe acompañar este proceso con una política estratégica y corporativa sobre el cambio climático (Balica y Wright, 2009). En este marco es importante el incluir las áreas protegidas para proporcionar la planificación y la gestión adecuadas. Como acciones primarias se debe contar con la metodología básica para construir atlas de riesgo (cartografía digital) de las zonas de vulnerabilidad y peligro. Asimismo las autoridades en coordinación con la comunidad científica, deben garantizar los mecanismos para obtener rápidamente información sobre zonas potencialmente inundables, la profundidad y tiempo de las inundaciones recurrentes de la región, así como las sequías, entre otros aspectos.

### *VII.b Metodologías para evaluar el impacto de los fenómenos extremos (riesgo multi-amenaza, impactos sociales, político, de salud y ecológico)*

Se debe considerar que todas las metodologías de evaluación de riesgos, son instrumentos de gestión y de comunicación, tanto para riesgos objetivos, como para los subjetivos. La parte metodológica para evaluar el riesgo es una de las actividades fundamentales y ello requiere de foros regionales de participación interdisciplinaria. Como ya se comentó, se espera que el aumento de las precipitaciones extremas o de las sequías, definan pérdidas de cultivos y reducciones de la productividad, con una

disminución de la oferta de alimentos, entre otros impactos. En este marco es imperativo evaluar de forma macro-zonal y en base a metodologías de consenso el impacto de los fenómenos extremos, con un enfoque de riesgo multi-amenaza, considerando además los impactos sociales, políticos, de salud y ecológicos.

### *VII.c Establecer estrategias de adaptación a condiciones de menor oferta de agua por variabilidad y cambio climático, incluyendo financiamiento*

Existen diversos procesos de modelación que han definido la existencia de una alta probabilidad de reducción de la oferta de lluvias en el futuro, para diversos ecosistemas del país. Dado este escenario de incertidumbre, ligado a sequías y a una menor oferta de agua, es preciso definir e implementar estrategias de mitigación y adaptación que promuevan menores consumos de agua, una muy alta eficiencia y un conocimiento científico sobre la real capacidad de las cuencas. Ello, para satisfacer demandas en escenarios críticos de reducción de la oferta de agua.

### *VII.d Establecer estrategias de actuación para enfrentar una mayor recurrencia de eventos extremos*

Ante una mayor ocurrencia de caudales de crecidas, inundaciones, sequías y movimientos de masa, es necesario mejorar la gestión del territorio. Para ello se propone definir e implementar diversas estrategias, como por ejemplo establecer un mapa de riesgo de ocurrencia de eventos extremos que permita jerarquizar zonas según los potenciales impactos negativos y aplicar métodos científicos que den cuenta de tales riesgos y prevengan la pérdida de vidas humanas y bienes económicos y ambientales.

### *VII.e Resiliencia socio ambiental*

Es necesario proponer acciones de resiliencia ligadas a los recursos hídricos, encaminadas a toda la población vulnerable. En este contexto se deben desarrollar Planes de Acción para organizar comunidades durante el tiempo de respuesta a los desastres y la resiliencia de una comunidad regional o local. Se deben homologar metodologías que permitan identificar los factores de alta prevalencia que afectan la respuesta individual y colectiva de grupos vulnerables. Para conocer la realidad de la condición resiliente de una comunidad, deben aplicarse diversas metodologías validadas en diversos marcos científicos (Gutiérrez-Lopez *et al.*, 2019). La aplicación de un factor de resiliencia permite planificar acciones en materia de: atención inmediata:

rescate, evacuación y asistencia de emergencia; restablecimiento de los servicios básicos y garantía de abastecimiento, así como obtener toda la

información necesaria que facilite el proceso de reconstrucción de una comunidad.

## REFERENCIAS

- Balica, S. and Wright, N. G. (2009), A network of knowledge on applying an indicator-based methodology for minimizing flood vulnerability. *Hydrological Processes* (23): 2983–2986. doi:10.1002/hyp.7424
- Banco Mundial. (2011). Chile: Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. (en línea). Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/452181468216298391/pdf/633920ESW0SPAN0le0GRH0final0DR0REV-0doc.pdf>
- Banco Mundial. (2013). Chile: Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. (en línea). Disponible en: <https://snia.mop.gob.cl/sad/ADM5439.pdf>
- Bellisario, A., Ferrando, F., & Janke, J. (2013). Water resources in Chile: the critical relation between glaciers and mining for sustainable water management. *Investigaciones Geográficas*, 46, 3-24.
- Carrasco, J., Casassa, G., & Quintana, J. (2005). Changes of the 0° C isotherm and the equilibrium line altitude in central Chile during the last quarter of the 20th. *Hydrological Sciences Journal*, 50, 933-948. Doi: 10.1623/hysj.2005.50.6.933.
- Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR2). (2015). Informe a la nación la megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. (en línea). Disponible en: <http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>
- Correa, G., & Muñoz, A. (2015). Agua, pobreza y equidad: un análisis asimétrico. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 28, 90-99.
- Costa, E. (2016). Diagnóstico para un cambio: los dilemas de la regulación de las aguas en Chile. *Revista Chilena de Derecho*, 43, 335-354.
- García, R. (2020). La compatibilidad del derecho humano al agua con la legislación chilena: reconocimiento latinoamericano de este derecho. *Lus et praxis*, 26, 172-194.
- Garreaud, R., Alvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Boisier, J., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 6307-6327. Doi:10.5194/hess-21-6307-2017
- Gutiérrez-Lopez, A., Donoso, M., May, Z., Bravo-Orduña, G. (2019). A Meteo-Epidemiological Vulnerability Index as a resilience factor for the principal regions in Haiti. *Journal of Hydrology*, 569, 135-141. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.11.063
- Henríquez, C., Aspee, N., & Quense, J. (2016). Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático. *Revista de geografía del Norte Grande*, 63, 27-44.
- Herrera, M., Candia, C., Rivera, D., Aitken, D., Brieba, D., Boettiger, C., Donoso, G., & Godoy, A. (2019). Understanding water disputes in Chile with text and data mining tools. *Water International*, 44, 302-320. Doi: 10.1080/02508060.2019.1599774
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (en línea). Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf)
- Larraín, S. (2006). El Agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Polis*, 5, 1-18

- Mardones, M., & Vidal, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. *EURE*, 27 (81). Doi: 10.4067/S0250-71612001008100006
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). Escasez Hídrica en Chile: desafíos pendientes. Apuntes para un desarrollo sostenible N°1. (en línea). Disponible en: <https://chile.un.org/es/105929-escasez-hidrica-en-chile-desafios-pendientes>
- Quintana, J., & Aceituno, P. (2012). Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43° S. *Atmósfera*, 25, 1-22.
- UNESCO. (1987). The role of water in socio-economic development, ed. Publisher: IHP-II, France. ISBN: 92-3-102534-1
- UNESCO. (2019). Antecedentes de la relación masa forestal y disponibilidad hídrica en Chile. Unesco Office Montevideo and regional bureau for science in Latin America and the Caribbean, Uruguay.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 1982. Agua, vida y desarrollo. Volumen 1. Oficina Regional de Montevideo. Uruguay.
- Valdés, R., Pizarro, R., García-Chevesich, P., Valdés, J., Olivares, C., Vera, M., Balocchi, F., Pérez, F., Vallejos, C., Fuentes, R., Abarza, A., & Helwig, B. (2014). Water governance in Chile: Availability, management and climate change. *Journal of Hydrology*, 519(27), 2538-2567- Doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.04.016.
- Velasco, I., Ochoa, L., & Gutiérrez, C. (2005). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, 8, 35-71.



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International  
CC BY-NC-SA 4.0 license