



Universidad de Concepción

ROLES Y PERSPECTIVAS DE LOS ACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TRIÁNGULO GOBIERNO-SOCIEDAD-CIENCIA: CUENCAS DE RAPEL Y BIOBÍO

Natalia Julio González / Ricardo Figueroa Jara
Octavio Lagos Roa / Cristian Henríquez Ruiz



Serie Comunicacional CRHIAM

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

Versión impresa ISSN 0718-6460

Versión en línea ISSN 0719-3009

Directora:

Gladys Vidal Sáez

Comité editorial:

Sujey Hormazábal Méndez

María Belén Bascur Ruiz

Serie:

Roles y perspectivas de los actores para la construcción de un triángulo Gobierno-Sociedad-Ciencia: Cuencas de Rapel y Biobío. Natalia Julio González, Ricardo Figueroa Jara, Octavio Lagos Roa y Cristian Henríquez Ruiz. Septiembre 2023.

Agradecimientos:

Centro de Recursos Hídricos
para la Agricultura y la Minería
(CRHIAM)
ANID/FONDAP/15130015

Victoria 1295, Barrio Universitario,
Concepción, Chile
Teléfono +56-41-2661570

www.crhiam.cl



Universidad de Concepción

ROLES Y PERSPECTIVAS DE LOS ACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TRIÁNGULO GOBIERNO-SOCIEDAD-CIENCIA: CUENCAS DE RAPEL Y BIOBÍO

Natalia Julio González / Ricardo Figueroa Jara
Octavio Lagos Roa / Cristian Henríquez Ruiz

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

PRESENTACIÓN

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería -Centro Fondap CRHIAM- está trabajando en el tema de "Seguridad Hídrica", entendida como la "capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política" (ONU- Agua, 2013).

La "Serie Comunicacional CRHIAM" tiene como objetivo potenciar temas desde una mirada interdisciplinaria, con la finalidad de difundirlos a los tomadores de decisiones públicos, privados y a la comunidad general. Estos textos surgen como un espacio de colaboración colectiva entre diversos investigadores ligados al CRHIAM como un medio para informar y transmitir las evidencias de la investigación relacionada a la gestión del recurso hídrico.

Con palabras sencillas, esta serie busca ser un relato entendible por todos y todas, en el que se exponen los estudios, conocimiento y experiencias más recientes para aportar a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestras y nuestros investigadores, quienes han trabajado de forma mancomunada y han puesto al servicio de la comunidad sus investigaciones para aportar de forma activa en la búsqueda de soluciones para contribuir a la generación de una política hídrica acorde a las necesidades del país.

Dra. Gladys Vidal
Directora de CRHIAM

DATOS DE INVESTIGADORES



Natalia Julio González

Ingeniera Agrónoma.
Magíster en Medio Ambiente,
The University of Melbourne, Australia.
Dra (c). en Ciencias Ambientales con mención en
Sistemas Acuáticos Continentales,
Universidad de Concepción.



Ricardo Figueroa Jara

Profesor de Biología.
Doctor en Ciencias Biológicas,
Universidad de Málaga.
Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Ambientales,
Universidad de Concepción.
Investigador Asociado CRHIAM.



Octavio Lagos Roa

Doctor of Philosophy Engineering,
University of Nebraska Lincoln, USA.
Profesor Asociado Facultad de Ingeniería Agrícola,
Universidad de Concepción.
Director Consorcio Tecnológico del Agua CoTH2O.
Investigador Asociado CRHIAM.



Cristian Henríquez Ruiz

Geógrafo.
Doctor en Ciencias Ambientales
con mención en Sistemas Acuáticos Continentales,
Universidad de Concepción.
Profesor Titular del Instituto de Geografía
de la Universidad Católica de Chile.
Investigador Asociado CEDEUS
y del Centro de Cambio Global UC.

RESUMEN

La buena gobernanza del agua ha sido promovida como una guía para la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (GICH), y se considera un medio para avanzar hacia la Seguridad Hídrica (SH), un concepto multi-dimensional en términos de uso y de escala espacial. A través de un triálogo entre el gobierno (Estado), la ciencia y la sociedad, diferentes estudios señalan que el conocimiento adecuado desde diferentes actores provee información valiosa y confiable, por lo que involucrarlos en los procesos de toma de decisiones tiene como consecuencia una inmediata mejora en la gobernanza y consecuentemente una mejor GICH. La SH se enmarca dentro del Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) 6 "Agua limpia y saneamiento", y Chile se ha adherido al cumplimiento de la Agenda 2030. En este escenario, esta serie busca identificar las problemáticas y las propuestas de solución relacionadas a la SH, y analizar la aplicabilidad del triálogo gobierno-sociedad-ciencia desde la perspectiva de los actores locales, en las cuencas de Rapel y Biobío. A pesar de tener diferencias socio-ecológicas, la causa más importante de los conflictos en ambas cuencas se debe al alcance de las leyes y normativas, generando un sentimiento de inseguridad hídrica y una alta incertidumbre ante los efectos de eventos extremos como la sequía y el Cambio Climático. Por ende, consideramos urgente que el país integre las funciones institucionales a través de una institución menos fraccionada (ej. Agencia del Agua), y a los representantes de todos los sectores (gobierno, sociedad y ciencia), a través de un Organismo de Cuenca.

INTRODUCCIÓN

El concepto de Seguridad Hídrica (SH) ha cobrado cada vez más importancia, registrándose en la actualidad un gran número de definiciones e interpretaciones y abarcando un gran número de dimensiones hidrológicas, económicas, medioambientales, sociales, políticas y legales (James y Shafee-Jood, 2017). Este atributo está bien plasmado en la definición de Loë *et al.* (2007) quienes señalan que la SH es "un concepto multi-dimensional que reconoce la necesidad de agua de calidad suficiente para los usos sociales, económicos y culturales, mientras que, al mismo tiempo, se requiere agua para sostener y mejorar funciones ecosistémicas vitales". Esta multi-dimensionalidad es compleja y radica en una adecuada gestión del recurso hídrico, que no sólo debe considerar el asegurar agua en cantidad y calidad para la población y los ecosistemas, sino que también debe ser resiliente a los riesgos relacionados al Cambio Climático, a la vez que debe velar por un desarrollo económico sostenible y aportar a un clima de paz social (UN-Water, 2013).

En un contexto mundial, de acuerdo con la ONU (2023) un aproximado de 2.200 millones de habitantes no tienen acceso a servicios seguros de agua potable, mientras que aproximadamente 4.200 millones no poseen servicios de saneamiento gestionados en forma segura; 2000 millones de personas habitan en países con escasez hídrica; y el 80% del total de aguas residuales regresan al ecosistema sin ser reutilizadas o tratadas. A partir de esto, y a que el agua es primordial para alcanzar un sentido de seguridad, sostenibilidad, desarrollo y bienestar en la población, es que ésta fue incluida dentro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), específicamente el ODS 6, que busca "garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos" (UN, 2015). Dentro de las metas del ODS 6, se encuentra la 6.5: "De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda" (UN, 2015). Esta meta deja entonces en evidencia la promoción a nivel internacional de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como una herramienta que facilita asegurar el agua para las necesidades de alimentación, energía, conservación de la naturaleza y otros servicios ecosistémicos, requiriendo una integración transectorial en la toma de decisiones relacionadas al agua, roles institucionales claros e instrumentos de gestión adecuados al contexto donde se apliquen (Global Water Partnership, 2014).

La multi-dimensionalidad de la SH no sólo se observa a nivel de uso, sino que también a nivel de escala espacial, registrándose problemáticas a nivel de ciudad, cuenca, provincia, estado y nación (Gerlak *et al.*, 2018), sin embargo, autores como Norman *et al.* (2010) indican que las problemáticas relacionadas a la SH podrían ser apropiadamente abordadas si las acciones para resolverlas son integradas e implementadas a nivel de cuenca. En este sentido, es importante la necesidad de abarcar las problemáticas relacionadas con la SH, contextualizándolas geográficamente a nivel de cuenca para tomar acciones adecuadas, transitando entonces del concepto de GIRH al de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (GICH) (Figura 1).

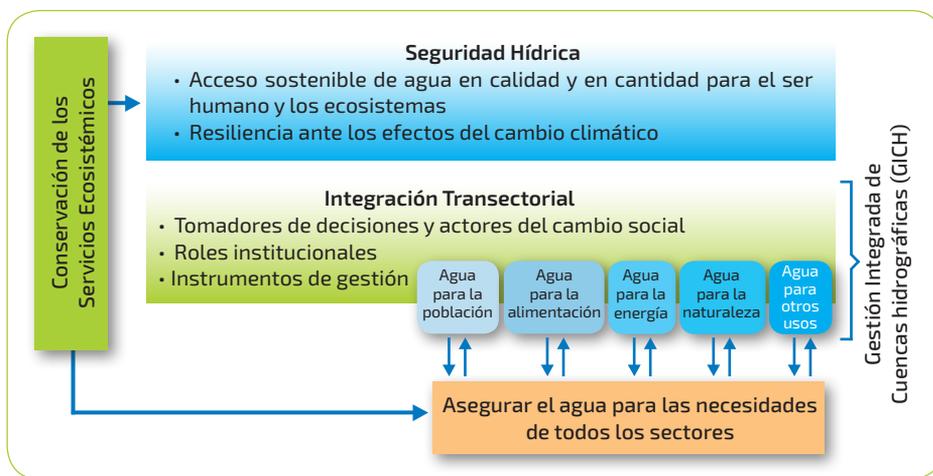


Figura 1.

Se puede avanzar hacia la seguridad hídrica (fin) a través de una Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (medio), que priorice la conservación de los Servicios Ecosistémicos y así asegurar agua para las necesidades de todos los sectores. Fuente: Adaptado de GWP, (2014) y Julio *et al.*, (2022).

Una GICH requiere de la colaboración entre el sector productivo, el Estado, la ciencia y la sociedad civil para reducir el riesgo de potenciales conflictos sobre los recursos hídricos, por lo que la buena gobernanza del agua ha sido promovida como un concepto guía que busca mejorar la gestión de los recursos hídricos, promoviendo la participación de los grupos de interés y usuarios del agua (Turton *et al.*, 2007; OCDE, 2015). Por esta razón es que se ha establecido que la crisis del agua es esencialmente una crisis de gobernanza (OCDE, 2015) y que, por sus alcances, pone en riesgo la SH y en general la agenda de los ODS.

En Chile, es bien sabido que la distribución de los recursos hídricos obedece principalmente a la titularidad de los derechos de aprovechamiento de aguas, mientras que su redistribución obedece a las dinámicas existentes en los mercados del agua (buscando la solución más económicamente eficiente) y con un rol estatal subsidiario, en el que el Estado desempeña un rol en la resolución de problemáticas una vez que la negociación entre privados, o privados y sociedad no ha dado resultado. Asimismo, se ha señalado que la toma de decisiones o lineamientos está principalmente radicada en el nivel central (nacional), con escasa información respecto de la realidad a nivel local (Julio y Figueroa, 2022). Esto resulta particularmente problemático para una buena gestión y gobernanza del agua, dada no sólo la heterogénea realidad en términos de disponibilidad de recursos hídricos en calidad y en cantidad que existe entre las 101 cuencas que componen nuestro país (DGA, 2016), sino que también por la diversidad de demandas del recurso. Por lo anterior, consideramos necesario analizar las problemáticas relacionadas a la SH a nivel de cuenca hidrográfica y evaluar posibles soluciones desde la mirada de los usuarios y grupos de interés locales.

Estudios señalan que el conocimiento y percepción de los usuarios locales provee información confiable y a largo plazo sobre los recursos hídricos, aporta al conocimiento científico y promueve su involucramiento en la toma de decisiones (Tëngo *et al.*, 2014; Sen y Kansal, 2019). Sin embargo, es importante considerar que existe una gran variedad de actores involucrados, realizando diferentes actividades, discursos o posiciones frente a los elementos conceptuales de la SH y una correcta GIRH (Gerlak y Mukhtarov, 2015) y pudiendo presentar distintas percepciones valóricas frente a lo que significa una buena gobernanza del agua (Schulz *et al.*, 2017). Al respecto, existen quienes proponen dar al Estado todas las atribuciones, otros proponen que su rol sea más bien subsidiario, donde la privatización y los mercados del agua son protagonistas en la distribución de los recursos hídricos, mientras que otros proponen que las decisiones deben tomarse a nivel local, con normas y reglas establecidas por la comunidad (Julio *et al.*, 2022).

Un modelo que integra los roles e interacciones de los diversos actores en la gobernanza del agua ha sido propuesto por Turton *et al.* (2007) quienes señalan que la buena gobernanza se alcanza a través de un triálogo de tres grandes grupos de actores: el gobierno (Estado), la ciencia y la sociedad. Cada uno de estos grupos tiene características particulares, visiones y roles que pueden interactuar de formas definidas para lograr una mejor toma de decisiones. Dada entonces la gran diversidad de condiciones climáticas, usuarios y servicios ecosistémicos que poseen las cuencas en Chile, podrían

observarse diversos discursos y valores frente a la SH y a la gobernanza. Por consiguiente, este estudio tiene por objetivos: 1) identificar las problemáticas y las propuestas de solución relacionadas a la SH, desde la perspectiva de los actores locales, en dos cuencas pilotos: Rapel y Biobío; y 2) analizar la aplicabilidad del triálogo gobierno-sociedad-ciencia como modelo de buena gobernanza en estas cuencas de estudio.

EL TRIÁLOGO GOBIERNO-SOCIEDAD-CIENCIA

El modelo sustenta la idea de buena gobernanza para la gestión del agua través de un triálogo entre los sectores que componen la gestión del agua: el gobierno (o Estado), compuesto por un poder ejecutivo, uno legislativo y uno judicial; la ciencia, que contiene las ciencias sociales, naturales, de la ingeniería, etc.; y la sociedad, compuesta por todos los actores que interactúan en el sistema económico, social y ecológico, incluida la naturaleza (Turton *et al.*, 2007). Si bien estos componentes o *clusters* son importantes por sí mismos en la sociedad, están también interconectados en más de un nivel. Ashton (2007) recoge la idea, reconociendo que para lograr una buena gobernanza se requiere que todos los sectores de la sociedad cooperen estrechamente en función de una visión común de futuro, y una comunicación que fortalezca las llamadas *interfases*: gobierno-sociedad, gobierno-ciencia y ciencia-sociedad (Figura 2).

Interfase gobierno-sociedad civil: determina las necesidades y requerimientos de la sociedad, la legitimidad de los procesos políticos y la permeabilidad del gobierno a las ideas que propone la sociedad.

Interfase gobierno-ciencia: determina el grado en que la ciencia y la tecnología forman una base para la economía política, como el conocimiento científico apoya el proceso de toma de decisiones y la facilitación del proceso científico mediante recursos e iniciativas políticas.

Interfase ciencia-sociedad civil: puede considerarse como la ciencia al servicio de la sociedad, si puede resolver las necesidades que la sociedad demanda, incluyendo la forma en que el conocimiento científico y tradicional es difundido.

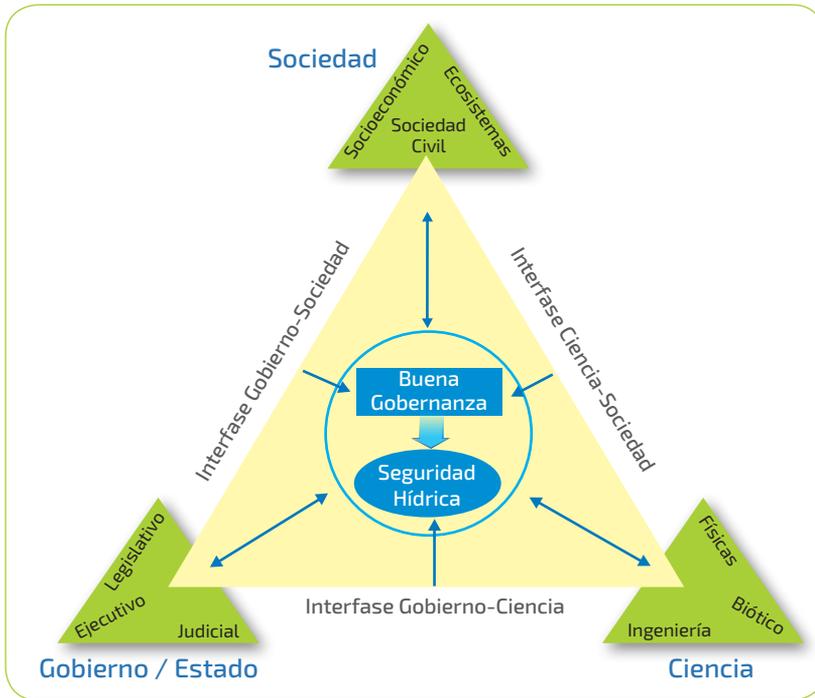


Figura 2.

Diagrama conceptual del modelo de gobernanza como un triángulo gobierno-ciencia-sociedad, ilustrando las interfaces y uniones entre estos tres *clusters* y su contribución colectiva a alcanzar una buena gobernanza. Fuente: Adaptado de Turton, (2007) y Ashton, (2007).

Es importante destacar los alcances del *cluster* "sociedad" en particular, ya que éste se compone de elementos que exigen un balance adecuado en virtud de la Sostenibilidad (World Commission on Environment and Development, 1987). Dado que este concepto es esencial para alcanzar la Seguridad Hídrica (UN-Water 2013), las economías sólo pueden crecer dentro de un sistema social con instituciones y estructuras de gobernanza eficientes, los que a su vez están limitados a la necesidad de conservar al ecosistema como el soporte funcional y dentro de los límites que otorga la capacidad de carga del sistema (Fischer *et al.*, 2007). En este sentido, entonces, consideraremos este *cluster* como el conjunto de actores pertenecientes al modelo socio-económico (dimensión económica), que incluye las industrias y Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs); la sociedad civil (dimensión

social), que incluye principalmente a organizaciones de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) y la agricultura familiar campesina; y los socio-ecosistemas que representan los intereses del ecosistema (naturaleza como sistema de soporte de la vida), a través de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y movimientos socioambientales (Figura 3).

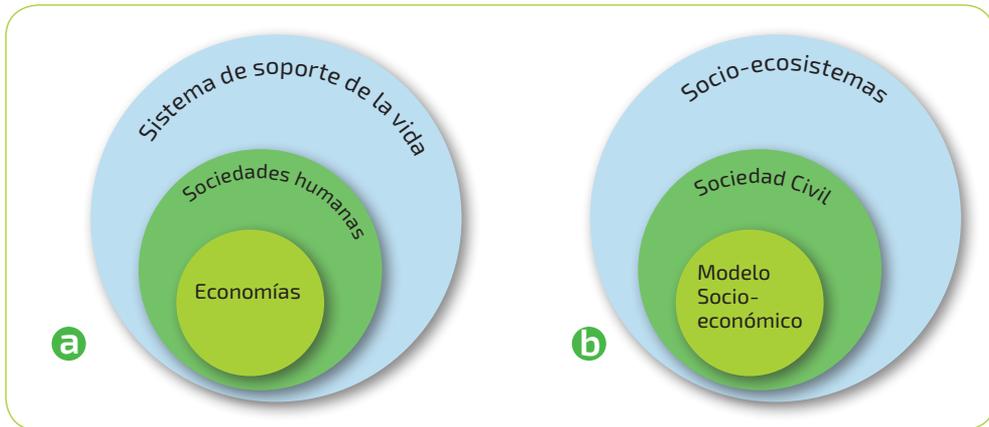


Figura 3.

(a) Visión integradora y jerárquica de la sostenibilidad propuesta por Fischer *et al.* (2007), en la que las economías dependen de un sistema social y éste, a su vez, de los ecosistemas como soportes funcionales de la vida. (b) la visión de sostenibilidad que consideramos en este estudio. Fuente: Adaptado de Fischer *et al.*, (2007).

SEGURIDAD HÍDRICA Y CUMPLIMIENTO DEL ODS 6 META 6.5 EN CHILE

En términos de recursos hídricos, Chile posee 101 cuencas hidrográficas, 1.251 ríos, 12.784 lagos y lagunas, y 24.114 glaciares (DGA, 2016) y cuenta con una disponibilidad hídrica por habitante de 48.854 m³ al año (Banco Mundial, 2020). Con estos datos, es de esperar que Chile sea considerado un país aventajado en términos de disponibilidad de agua a nivel mundial, considerando que ésta supera ampliamente el umbral para el desarrollo sostenible de 2.000 m³/persona/año (Santibañez, 2018). Sin embargo, existen zonas en nuestro país que registran valores < 800 m³/persona/año (zona norte), mientras que hay otras que registran 10.000 m³/persona/año (extremo sur) (Jimenez y Wainer, 2017). Esta alta heterogeneidad en la disponibilidad a ni-

vel territorial se suma a la condición de megasequía que afecta al país hace más de 15 años y a las proyecciones futuras, que indican que Chile estará dentro del grupo de países con una situación de estrés hídrico extremadamente alto al año 2040 (World Resources Institute, 2015). A esto se suma, como efecto del cambio climático, una alteración del nivel de la isoterma que concentra fuertes lluvias en cortos periodos de tiempo, aumentando los riesgos y conflictos socioambientales asociados.

Chile actualmente vive una situación de escasez hídrica, que se traduce en una disminución de las precipitaciones que se ha intensificado en prácticamente todo el territorio nacional. La comparación de las precipitaciones de julio del año 2023 con el promedio de los años 1981-2010 muestra que en 66 de las 80 estaciones pluviométricas de la DGA se han registrado déficits (Dirección General de Aguas, 2023). Esto ha generado problemas no sólo para la SH, sino también para la seguridad alimentaria, considerando que actualmente 275 de un total de 346 comunas en Chile han sido declaradas bajo emergencia agrícola por déficit hídrico por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2023). Es importante destacar que la agricultura es la actividad productiva que consume más agua en el país, implicando un 91% de la extracción de agua dulce total (Banco Mundial, 2020).

En términos de agua potable para consumo humano, actualmente un 98,3% de la población en áreas urbanas tiene acceso a agua potable, mientras casi un 50% de la población en áreas rurales no cuenta con este servicio (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017). En este sentido, sólo un 41% de las localidades semiconcentradas posee agua potable formal, a través de Servicios Sanitarios Rurales (Fundación Amulén, 2019).

Respecto al ODS 6, Chile se suscribió a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, estableciendo un Grupo de Trabajo de Indicadores, integrado por equipos de varios ministerios. Respecto a este objetivo y considerando los indicadores 6.5.1, Chile es el único país de la OCDE que no cuenta con una GIRH, lo cual imposibilita pensar en un adecuado sistema de gobernanza que conduzca a la anhelada SH. Respecto al grado de implementación del ODS 6.5.1, Chile tiene un puntaje de 22.6 (bajo nivel de implementación, en una escala de 0-100), debido a problemas como una institucionalidad fragmentada en alrededor de 50 distintos entes públicos y privados (demostrando un traslape de funciones complejo, problemas de coordinación, una alta centralización en la toma de decisiones) (Escenarios Hídricos 2030, 2021), una desconexión en la gestión de aguas superficiales y subterráneas, bajo nivel

de participación ciudadana y un acceso limitado a información de calidad respecto a la real situación de los recursos hídricos en nuestro país (Julio y Figueroa, 2022; Tinoco *et al.*, 2022).

Si bien en marzo de 2022 se promulgó una importante reforma al Código de Aguas (Ley 21.435) en términos de derecho humano al agua y conservación ecosistémica, aún no es posible crear formalmente un organismo a nivel de cuenca representativo e inclusivo y que no esté compuesto exclusivamente por titulares de derechos de aprovechamiento.

SITUACIÓN A NIVEL DE CUENCA: ÁREAS DE ESTUDIO Y ALCANCES METODOLÓGICOS

Respecto a la situación local, este estudio analiza dos cuencas de estudio: Rapel y Biobío. Ambas tienen actividades económicas y de servicios altamente dependientes del agua, pero difieren en sus condiciones socio-económicas, hidrológicas y ecológicas: dos contextos específicos, donde un mismo modelo de gestión del agua es aplicado a nivel nacional. Ambas unidades de observación ayudan a analizar, en forma empírica, cómo y por qué las condiciones sociales y ecológicas locales y los arreglos institucionales formales y no-formales permiten o no una buena gobernanza que avance hacia la SH. La tabla 1 resume algunas características de las áreas de estudio.

Tabla 1.

Algunas características socio-económicas e hidrológicas de las áreas de estudio.

PARÁMETRO	CUENCA DEL BIOBÍO	CUENCA DEL RAPEL
Superficie (Km ²)	24.369	13.766
Longitud	380 km , desembocando en el Golfo de Arauco.	315 km, desde la naciente del río Cachapoal hasta su desembocadura en La Boca.
Superficie por región	Región del Biobío (64%), Región de la Araucanía (33%) y Región del Ñuble (3%)	Región de O'Higgins (92%), Región de Valparaíso (0,2%), Región Metropolitana (7%) y Región del Maule (0,8%).
Población	90% población urbana. 1.7 millones de habitantes corresponden a zonas urbanas y 377.297 a zonas rurales. Población indígena: 189.726 habitantes (aproximadamente 10% de la población total). Alto Biobío con un 83,2% que se declara mapuche.	74% población urbana (676.878) y 26% población rural (265.379). Población indígena: 51.536 (5% de la población total). 90% de la población indígena se declara mapuche.
Actividades económicas	9% del PIB nacional; 44% plantaciones forestales del país en la Región del Biobío; 39% total captura de pesca en el país; aporta el 43% de la energía de Chile con 17 centrales hidroeléctricas.	6.613 miles de millones de pesos encadenados y 23% es el aporte de la minería, 13% agropecuario silvícola y 11% industria manufacturera.
Condiciones hídricas	Déficits de precipitación de alrededor del 30%. Menor disponibilidad de agua para riego particularmente en sectores de secano.	Déficit de precipitación de un 40%. Menor disponibilidad de agua para riego particularmente en sectores de secano.
Calidad	El río es receptor de efluentes industriales (aprox. 11m ³ /seg) y de efluentes domésticos tratados provenientes de 17 localidades urbanas correspondientes a 756.000 habitantes, con un caudal medio descargado de 1,6 m ³ /seg. Además de los aportes difusos producto de la actividad agrícola.	El río es regulado por actividades: agricultura, minería, vitivinícola, entre otras. Dentro de la cuenca existen 20 plantas de tratamiento de aguas servidas que sirven a 26 localidades urbanas y aprox. 553 mil personas. En la cuenca existen 54 establecimientos emisores industriales, de los cuales 51 deben dar cumplimiento al DS90 y DS46.

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, (2023); EULA, (2016); Instituto Nacional de Estadísticas, (2017).

Este estudio tuvo un levantamiento de información a través de entrevistas cualitativas semi-estructuradas (individuales y/o a grupos muy pequeños de personas) en una primera instancia, la cual fue complementada con observación participativa y análisis documental. La unidad de información fueron los actores más representativos del triálogo gobierno-sociedad-ciencia, de acuerdo con la clasificación propuesta por Ashton (2007), Hirsch *et al.* (2008) y Cornell *et al.* (2013) (Ver tabla 2). Se entrevistó a un total de 45 personas pertenecientes a los tres *clusters* en ambas cuencas de estudio y se realizó un análisis temático consistente en la búsqueda continua de temas clave (Bryman, 2012).

Tabla 2.

Unidad de información considerados para levantamiento de información.

Cluster Sociedad	Agentes Sociales: colectivos sociales, comunidades agrícolas y organismos no gubernamentales, que estén organizados como instituciones formales o no-formales autogestionadas, y que estén relacionadas a la cuenca. Agentes Económicos: industrias, agroindustrias, actividades locales menores.
Cluster Gobierno	Agentes públicos: autoridades provinciales, regionales y locales (municipios, comunas).
Cluster Ciencia	Agentes Expertos: universidades, fundaciones, centros de investigación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ashton, (2007), Hirsch *et al.*, (2008) y Cornell *et al.*, (2013).

VISIÓN DE LOS ACTORES FRENTE A LA SEGURIDAD HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE RAPEL Y BIOBÍO

CAUSAS, IMPACTOS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Respecto al objetivo 1, se pudo observar que ambas cuencas tienen algunos problemas comunes: aumento de la demanda de agua en los últimos años, contaminación, inadecuada producción y acceso a la información, inadecuadas estrategias de ordenamiento territorial, reemplazo de flora nativa por monocultivos (principalmente agrícolas en el caso de Rapel y forestales en el caso de Biobío) y alta burocracia como resultado de una institucionalidad fragmentada y con funciones traslapadas en las más de cincuenta instituciones públicas y privadas que se relacionan en la administración de los re-

cursos hídricos, generando una evidente falta de confianza en las instituciones públicas. Esta problemática trasciende el nivel de cuenca hidrográfica, debido a que es un problema a nivel nacional, pero con una fuerte incidencia a nivel local, debido a la alta centralización en la toma de decisiones relacionadas al agua.

Otra problemática percibida en ambas cuencas y que trasciende del nivel local, es el alcance de las leyes. Esto deriva en una falta de participación ciudadana en la toma de decisiones, la no inclusión de los efectos del cambio climático en diversos reglamentos (especialmente en el SEIA, según los entrevistados), la poca certeza respecto al tema de la contaminación difusa y los contaminantes emergentes (no incluidos en decretos de emisión y ni en la Norma Secundaria de Calidad de Aguas para el caso del Biobío), una inadecuada fiscalización por parte del Estado (ley de presupuesto y asignación de más recursos), la desprotección de los ecosistemas acuáticos y la inadecuada producción y acceso de información relacionada a los recursos hídricos. Este último fue el problema más comentado por parte de los entrevistados, quienes señalan que las metodologías de obtención de información, el formato de entrega y la calidad de la misma difiere entre los órganos competentes y genera confusión en los usuarios acerca de cómo obtenerla, integrarla e interpretarla. Esto puede observarse en la siguiente afirmación, obtenida de una de las entrevistas:

“Hay una falta de información de las aguas subterráneas, más que de las aguas superficiales... y también de la falta de información sobre quiénes son los dueños del agua, que también tiene repercusiones luego, cuando queremos organizar a las personas para que tomen decisiones [...] Nos hemos dado cuenta que las metodologías o las modelaciones que hace la DGA no conversan con las que hace al Ministerio de Medio Ambiente, y entonces no se pueden integrar. Debemos tener un sistema unificado de información, en que todo tribute a ese sistema integrado”.

(Académica, cuenca del Biobío)

En ambas cuencas se observaron problemas de ordenamiento territorial. En el caso de Rapel, la pandemia de COVID-19 ocasionó un aceleramiento en la migración de la ciudad al campo, con un aumento de la población rural y de las ventas de terrenos que fueron rápidamente parcelados. Estas múltiples divisiones determinaron la construcción de casas, ocasionando en varios casos, por desconocimiento de los dueños, el borrado de canales de regadío y las consecuentes inundaciones y dificultades de acceso al agua por parte de los pequeños agricultores. Asimismo, se conocieron casos en los que se señaló que hubo irregularidades en el establecimiento de grandes

cultivos extensivos, como la palta y la cereza de exportación, en desmedro de la biodiversidad del bosque esclerófilo del valle del río Cachapoal. En el caso del Biobío, un problema importante es la sensación de desprotección de humedales constantemente amenazados por la construcción de proyectos inmobiliarios. La migración de personas desde Santiago a la zona rural de la región del Biobío, también a causa de la pandemia, ha determinado un aumento de la población y, por ende, un aumento en la demanda de agua a los servicios sanitarios rurales que no dan abasto en algunas zonas.

La construcción de centrales hidroeléctricas también ha sido un tema para ambas cuencas, afectando de forma diferente a su población. El Rapel posee algunas centrales hidroeléctricas en la parte alta de la cuenca, sin embargo, la central más icónica en términos de gobernanza es el embalse del mismo nombre, perteneciente a la empresa ENEL. El embalse Rapel (también llamado lago Rapel) fue construido en la década de los 60s y hoy forma el lago artificial más grande de Chile, con aproximadamente 8 mil hectáreas de superficie y declarado Zona de Interés Turístico (ZOIT) en 2014 (Enel, 2023). El hecho de que este embalse se encuentre en la parte baja y que en él se reúnan las aguas de toda la cuenca, determina que su funcionamiento tenga un rol importante en la regulación de su caudal.

Sin una ley que obligue a los privados a regular el funcionamiento de su infraestructura, los acuerdos voluntarios público-privados han logrado que ENEL esté de acuerdo en bajar la cota del embalse en tiempos de lluvias intensas, para evitar inundaciones aguas arriba en la cuenca. Asimismo, ENEL ha tenido que firmar este tipo de acuerdos con representantes del turismo, regulando su funcionamiento para mantener una cota apta para las actividades recreacionales y el manejo del crecimiento acelerado de algas tóxicas producto de la eutrofización del sistema. Otro problema tiene que ver con la limpieza de las orillas del embalse, las cuales tienen diferentes propietarios, lo que hace difícil para la autoridad competente acceder a éstos para controlar el *bloom* de algas.

En el caso de Biobío, la construcción de un gran número de centrales hidroeléctricas en la parte alta de la cuenca ha traído conflictos históricos e internacionalmente conocidos. La construcción de la Central Ralco y Pangué, entre otras, ha causado desplazamientos forzados de comunidades rurales y Pehuenches, lo que ha mermado su calidad de vida, se han pasado a llevar los derechos humanos indígenas, y existe un sentimiento de pérdida de identidad y fragmentación del ecosistema acuático. Esta situación es comentada por uno de los entrevistados:

“Los temas asociados a este conflicto, básicamente, a mi juicio, eran dos importantes: uno, el que se interviniera en territorio Pehuenche de una manera tan brutal, en el sentido de cambiar drásticamente el paisaje en los ecosistemas, y no sólo eso, sino que cambiar la cultura asociada, entendiendo que el pueblo originario se vincula, desde su cosmovisión, sagradamente a su entorno. Esta es una alteración estructural que hay que entender como un todo, sin separar lo ambiental de lo social”.

(Empleado público, cuenca del Biobío)

En las últimas décadas, el aumento de la población y de la demanda de agua ha agravado los conflictos relacionados a la competencia entre usuarios en ambas cuencas, lo que se relaciona a un sentimiento de in-seguridad hídrica. En el caso de Rapel, el establecimiento de grandes extensiones de cultivos de cerezas y paltos ha causado graves problemas de acceso a agua, tanto para consumo potable de la población rural, como para el pequeño agricultor, que no tiene los recursos para profundizar sus pozos (lo cual tampoco es una solución definitiva). Esto se refleja en lo señalado por esta entrevistada:

“El agua antiguamente tenía un solo curso, pasaba por los canales y los agricultores iban regando a medida que el agua iba pasando. Pero gran parte de esa agua ahora sube y se va a los cerros, entonces nos hemos visto bastante perjudicados por la sequía, pero también porque las aguas no están bien distribuidas. No tenemos estudios de cuencas, entonces se dificulta mucho para los pequeños agricultores hoy día, que el agua llegue a ellos y no se destine para los grandes cultivos. Estamos hablando de miles de hectáreas de sobre todo paltos, limones, naranjas, mandarinas y ahora el mal llamado oro rojo, que pasó por alto el oro verde. El oro verde era la palta y hoy día el oro rojo son los cerezos”.

(Pobladora de la subcuenca de Cachapoal, cuenca de Rapel)

En la cuenca del Biobío, un claro ejemplo de competencia entre usos/usuarios del agua es el caso de los Saltos del Laja, un sitio turístico altamente valorado no sólo por los habitantes de la región, sino a nivel nacional e internacional. La megasequía que afecta al país hace más de quince años (Ministerio de Medio Ambiente, 2022), sumado a la mala gestión de los recursos hídricos, provocó que el río Laja tuviera muy poco caudal en algunas épocas del año, afectando de manera negativa al turismo de la zona. Para resolver este conflicto, y como es la tónica en nuestro país, se recurrió a un acuerdo público-privado entre el gobierno, el sector turístico y los regantes, para que estos últimos no extrajeran toda el agua del río hacia sus bocatomas en ciertos periodos de tiempo.

Los acuerdos voluntarios público-privados para lidiar con la competencia entre usuarios del agua se ha convertido en estrategias comunes en ambas cuencas para avanzar hacia la SH. A pesar de que ha funcionado para resolver conflictos específicos, el hecho de que no exista una instancia formal de resolución de conflictos (una ley de resolución de conflictos hídricos, de participación privada, o un cargo de defensor gubernamental de la ciudadanía, por ejemplo), redundando en que la gobernanza dependa en gran medida de la voluntariedad de los privados y/o dueños del agua, concentrando en cierto grado el poder en la toma de decisiones que afectan a todos los actores de las cuencas. Asimismo, tampoco existe una estrategia formal para avanzar a la SH que actualmente no existe, pero fue mencionada por varios de los actores consultados, es la creación de Consejos de Cuenca como instancia formal de gobernanza. Este tipo de organismos funcionan en países como Brasil y Australia, contando con estatutos claros de participación y representatividad para la toma de decisiones descentralizadas y a nivel de cuenca para la resolución de este tipo de conflictos.

Una estrategia que fue ampliamente mencionada en la cuenca de Rapel, tiene relación con la construcción de embalses, tecnificación de la agricultura y capacitación profesional a empleados públicos y organizaciones de usuarios; que actualmente se está llevando a cabo en la región. Sin embargo, dentro de la cuenca existen organizaciones ciudadanas que reclaman que los embalses benefician más al dueño del predio donde se emplazan que a los agricultores de la zona, por lo que proponen que los embalses sean de menor envergadura y gestionados de forma comunitaria. En sentido opuesto, la crítica por parte de una alta proporción de entrevistados de la cuenca del Biobío, señala que la mayoría de los recursos estatales se orientan a soluciones de mera infraestructura, y que éstos no resuelven problemáticas de escasez hídrica a largo plazo. Esto se refleja con fuerza a la negativa que tienen a una eventual construcción de una carretera hídrica que trasvasaría aguas de esta cuenca al norte, debido a los impactos negativos que tendría a los ecosistemas acuáticos y a la sociedad.

Una característica de la cuenca del Biobío, y que la distingue de la del Rapel, es la fortaleza del desarrollo académico, que descansa en más de un siglo de historia, mientras que en la región de O'Higgins se ha establecido recientemente una Universidad Estatal. En la Región del Biobío se han realizado varios estudios de la cuenca, tanto jurídicos como sociales y de características físico-químicas de sus aguas, entre otros. Por ello, varias de las soluciones propuestas en la cuenca apuntan a la innovación, a nuevas metodologías y a fuentes alternativas de agua, como la desalinización, soluciones que se enfocan más a largo plazo. En esta cuenca también hubo un grupo de actores

que se enfocaron en cambios constitucionales y reformas legales, también como visión de largo plazo. Sin embargo, estas soluciones actualmente necesitan priorización por parte de Estado para concretarse.

A pesar de que algunas de estas soluciones también fueron mencionadas en la cuenca de Rapel, la mayoría de los actores apuntaron por medidas más bien de corto plazo. Esto es esperable, ya que las condiciones de escasez hídrica que actualmente viven, sumado al desarrollo de una red sólida e importante de colaboración entre regantes (que usan aproximadamente un 95% del agua de la cuenca) y el gobierno, son condiciones donde las "mesas del agua" se enfocan en tratar conflictos específicos. Esto se debe a factores como la confianza generada durante años de trabajo entre las Juntas de Vigilancia, algunos entes de gobierno y empresas privadas, que fue observada entre la red de actores. Sin embargo, consideramos igual de importante acabar con la incertidumbre que genera el voluntarismo. Debe existir un respaldo legal para formalizar una gobernanza colaborativa, a través de un Consejo de Cuencas que involucre a más actores relevantes, aparte de los bien organizados titulares de derechos de aguas (organizaciones de usuarios).

EL TRIÁLOGO GOBIERNO-SOCIEDAD-CIENCIA

Con relación a la aplicabilidad del triálogo gobierno-sociedad-ciencia como modelo de buena gobernanza en estas cuencas de estudio, la figura 4 ilustra las relaciones entre los diferentes *clusters* en las cuencas de Rapel (4a) y Biobío (4b). Respecto a la interfase gobierno-ciencia, como ya se mencionó en el punto anterior, una de las fortalezas de la cuenca del Biobío es contar con una gran cantidad de estudios enfocados en la cuenca, realizados por académicos locales. En el caso de la cuenca de Rapel, se cuenta con estudios específicos de gobernanza, los cuales tienen un carácter práctico y participativo, lo que los hace altamente probables de aplicar a la realidad local, sin embargo, los actores señalan que las universidades de esta zona deberían participar más de este tipo de estudios, ya que éstos fueron realizados por universidades externas a la región. Asimismo, se ha observado que las herramientas resultantes de estas investigaciones no han sido apropiadamente internalizadas por los entes de gobierno. Un aspecto relevante y común a ambas cuencas o más bien a la gestión de cuencas y la obligación de Chile como país OCDE, es que no existe GIRH y se destinan muy pocos recursos a la investigación científica (0,34% del PIB para una media del 3% de países OCDE), situación que debilita la interfase gobierno-ciencia en todas sus aristas.

- (-) Industria no difunde resultados de sus estudios
- (-) Poca confianza de usuarios del agua hacia el Estado
- (+) Gran experiencia de la OUAs en gestión hídrica
- (+) Voluntad de la industria en financiar investigación



a



- (-) Institucionalidad fragmentada
- (-) Burocracia
- (-) Gobierno no considera experiencias y saberes locales en la toma de decisiones
- (-) Falta de información de aguas subterráneas y de disponibilidad hídrica real por parte del Estado
- (-) Chile es el país de la OCDE que destina menos recursos a la investigación científica
- (+) Algunos empleados públicos actúan como importantes nodos en la red de actores

- Ciencia no trabaja para el Estado, sino con éste, participando en la toma de decisiones
- Estado entrega recursos a la ciencia para priorizar investigación sobre aguas subterráneas y disponibilidad hídrica
- Sistemas de información permiten predecir condiciones de SH

- (-) Desconocimiento del conocimiento tradicional por parte de la Ciencia
- (-) Varias investigaciones relevantes para la gobernanza se realizan por centros y universidades fuera de la región
- (-) Desconexión entre la ciencia y las necesidades locales
- (+) Se cuenta con estudios sobre gobernanza y gestión hídrica en la ciencia

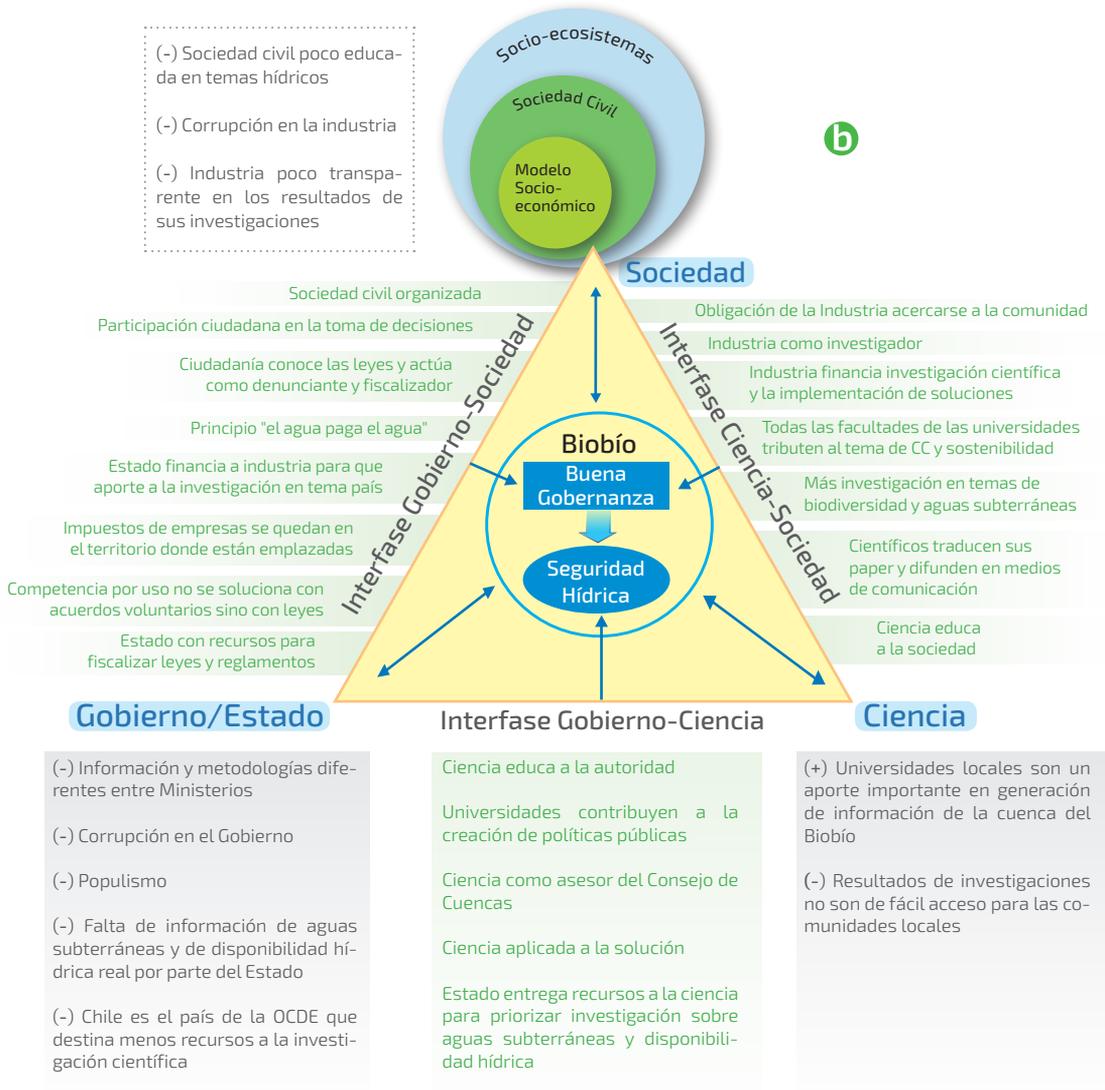


Figura 4.

Relaciones entre los diferentes clusters en las cuencas de a) Rapel y b) Biobío. Con signos (-) se destacan las debilidades y signo (+) las fortalezas percibidas en torno al rol que cada cluster tiene en las interfaces gobierno-sociedad, gobierno-ciencia y ciencia-sociedad. En verde se ilustran las condiciones ideales que plantearon los actores para concebir una buena gobernanza que avance hacia la seguridad hídrica. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la interfase ciencia-sociedad, en ambas cuencas se mencionó el rol de la industria como investigador de temáticas relacionadas a los recursos hídricos. En la cuenca de Rapel, se ha reconocido que la industria participa, a través de una mesa voluntaria público-privada, en la entrega de recursos para monitorear parámetros de calidad desde el año 2006, generando valiosa información para el anteproyecto de NSCA, sin embargo, a 10 años permanece como tal y no existe una norma oficial para la protección de la calidad de las aguas. La cuenca del Biobío cuenta con un sistema similar para financiar el "Programa de Monitoreo de Calidad del Biobío (PMBB)" que ha sido coordinado por el Centro EULA y con apoyo de algunas empresas usuarias desde 1994. No obstante, los actores señalan que esto no es suficiente, y que la industria debe tener también un rol más activo, apoyando a la ciencia.

"Encuentro pésimo que las industrias investiguen poco, y que cuando mandan a hacer investigaciones ellas ponen cláusulas de lo que se puede o no publicar acerca de aquello. Yo creo que ellos deberían tener una obligación de investigar, de contribuir a la investigación y que la autoridad decida en qué investigaciones gastar recursos".
(Académica, cuenca del Biobío)

Por otro lado, la cuenca del Biobío si posee una NSCA vigente desde el 27 de noviembre de 2015 (D.S N°9/2015 MMA), la cual debería generar información relevante para facilitar su gestión en términos del estado de la calidad de sus aguas, declaración de zonas latentes y/o saturadas, y su consecuente elaboración de planes de prevención y/o descontaminación, si fuera necesario. Sin embargo, no se conocen resultados al respecto, a pesar de que han pasado más de 5 años de su dictación.

Con relación a la interfase gobierno-sociedad, aparte de las ya mencionadas mesas público-privadas, en la cuenca de Rapel se observó una sociedad civil fuerte y bien organizada, que ha logrado visibilizar algunas problemáticas ambientales y, además, evitar el establecimiento de proyectos industriales que consideraban dañinos para el territorio, por ejemplo, la deforestación:

"Estaban cortando el bosque nativo para poner paltos, y ahí hubo una fuerte organización. Fuimos a ver las reuniones. Estaba la gente súper empoderada. 'Esto no lo podemos permitir, que esto sea un nuevo Petorca' decían, muy claros que el bosque nativo mantiene y cuida el agua dulce en este sector. Pero las máquinas ya estaban trabajando. Se hizo un cambio de uso de suelo de una forma muy extraña, porque se mandó simplemente al SII el cambio de uso de suelo, siendo que había bosque nativo ahí, diciendo que era un lugar donde había sólo espino, que sí se puede cortar. Entonces la gente se organizó. 'Mañana mismo vamos a la Seremi de Agricultura' dijeron, y fueron todos... y nosotros también llegamos. Exigieron hablar con ellos, y ellos no sabían dónde meterse. La gente exigiendo respuesta. Si se ha frenado un poco, pero dijeron que iban a regresar los antecedentes, pero creo que ese sector sí se sigue deforestando para poner paltos".

(Mujer miembro de ONG, cuenca del Rapel)

Respecto a la cuenca del Biobío, se ha observado que existe una diversidad de organizaciones de la sociedad civil que buscan resolver y/o visibilizar problemáticas, con algunos resultados concretos, especialmente evitando el establecimiento de proyectos en la zona costera. En el caso de los proyectos hidroeléctricos, aunque el caso emblemático de la resistencia pehuenche al proyecto Ralco fue comentado internacionalmente en los 90s, actualmente, a pesar de la fuerte presencia de organizaciones de la sociedad civil, existe un sentimiento de impotencia ante la fuerza de un modelo de gobernanza que consideran débil a la hora de proteger los ecosistemas acuáticos:

"Algunas organizaciones de la sociedad civil, organizaciones medioambientalistas, se han dado la tarea de ir buscando todos los mecanismos que ofrece la institucionalidad pública para nosotros frenar proyectos, para interpelar, cuestionar el impacto que estos proyectos tienen, pero todo, pero todo eso no ha sido posible porque la normativa es tremendamente débil. Las posibilidades de presión social que tenemos son las menos".

(Pobladora del Alto Biobío, cuenca del Biobío)

Un alto grado de coordinación y colaboración también se observa en las OUAs, en ambas cuencas. En Rapel, la fuerte organización y cohesión entre las Juntas de Vigilancia permitió la formación de una federación, donde intercambian información clave para la gestión. Algunas Juntas de Vigilancia cuentan con programas educacionales, realizando labores que escapan en cierta medida de las obligaciones impuestas por el Código de Aguas. Respecto de la cuenca del Biobío, recientemente se ha formado la Junta de Vigilancia del mismo nombre, quienes se han propuesto abarcar casi la totalidad de la cuenca, evitando su seccionamiento. Esta organización, según los entrevistados, nació a partir de la amenaza latente de la construcción de una carretera hídrica (que trasvasaría aguas de la cuenca del Biobío hacia el norte),

pudo crear sus estatutos y ser reconocida de forma pública en corto tiempo.

Relacionado a esta interfase gobierno-sociedad, en ambas cuencas, el acontecimiento del estallido social, seguido del fallido primer intento de redactar una nueva constitución, fue comentado por varios de los entrevistados. Algunos señalaron la falta de educación cívica por parte de la población, otros se refirieron al rol de algunos medios de comunicación, quienes son una parte importante de la sociedad, en términos de su influencia en la creación y aceptación de, por ejemplo, políticas públicas por parte de la sociedad civil.

CONCLUSIONES

Rapel y Biobío son cuencas de uso múltiple que entregan importantes servicios ecosistémicos para la sociedad que usa sus aguas y habita en ellas. Ambas difieren en sus condiciones socio-ecológicas, presentando una gran variedad de usuarios y grupos de interés, así como diferentes actividades económicas y diferentes discursos o posiciones valóricas frente a las problemáticas relacionadas a la SH, a una buena gobernanza del agua y a una correcta GICH.

Dentro de las problemáticas que se destacaron en la cuenca de Rapel, se encuentran la megasequía de los últimos 15 años y el crecimiento acelerado de la agroindustria de cerezas y paltos de exportación. Esta situación ha causado problemas de acceso a agua, tanto para consumo potable, como para la agricultura familiar campesina y de subsistencia. Además, problemáticas como el *bloom* de algas en el embalse Rapel y la eutrofización de algunos cuerpos de agua, debido a un problema de contaminación difusa, que tendría su origen principalmente en un uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes provenientes de la actividad agrícola.

En el caso de Biobío, la construcción de un gran número de centrales hidroeléctricas en la cuenca ha traído conflictos históricos e internacionalmente conocidos. En la actualidad, estos conflictos están lejos de acabar, debido a nuevos proyectos hidroenergéticos planteados en la zona, que son parte de la agenda nacional, pero muchos de ellos ingresados después del 2015 con la Norma de Protección de la Calidad del Agua Superficial aprobada, pero que no ha sido considerada en la evaluación del proyecto. Asimismo, la competencia entre usuarios del agua ha ido aumentando en esta cuenca, lo que se ha reflejado en los conflictos entre los regantes y el turismo por el

bajo caudal del río Laja y los saltos del mismo nombre.

A pesar de las diferencias, existen problemáticas comunes: aumento de la demanda de agua, contaminación, dispersión e inadecuada producción y acceso a la información, inadecuadas estrategias de ordenamiento territorial, reemplazo de flora nativa por monocultivos forestales o frutales y una alta burocracia debido a una institucionalidad fragmentada, lo que genera falta de confianza en las instituciones públicas. En este sentido, consideramos que la causa más importante de los problemas y conflictos relacionados a la SH en ambas cuencas, se debe al alcance de diversas leyes y reglamentos que no consideran los efectos del cambio climático (ej. Ley 19.300, Reglamento SEIA), generan baja resiliencia y alta incertidumbre ante riesgos como sequías e inundaciones y entrega poco poder a la institución pública para fiscalizar robos de agua y contaminación puntual. De esta forma, que ambas cuencas estén regidas por un modelo de gobernanza altamente jerarquizado, centralizado y aplicado de igual forma a lo largo de todo el territorio nacional, presenta un obstáculo para avanzar hacia la SH. Asimismo, a pesar de que se ha señalado internacionalmente que el conocimiento y percepción de los actores locales provee información valiosa para la gestión del recurso hídrico, y que el modelo de triálogo gobierno-sociedad-ciencia promueve su involucramiento en la toma de decisiones, actualmente en ambas cuencas existe una baja participación de la sociedad civil, presentando también un obstáculo para avanzar hacia la SH.

A partir de las estrategias propuestas por los actores para promover un triálogo gobierno-sociedad-ciencia en ambas cuencas, consideramos necesario que el país comience a integrar las funciones institucionales, a través de una institucionalidad menos fraccionada (ej. Agencia del Agua), e integre tanto los elementos físicos de la cuenca (incluso la zona marítima adyacente) como a los representantes de todos los sectores, a través de un Organismo de Cuenca, como unidad territorial de gestión. Dicho organismo debe contar con el triálogo gobierno-sociedad-ciencia que tenga una estrategia de desarrollo a mediano y largo plazo y que no dependa de las voluntades de los gobiernos de turno.

AGRADECIMIENTOS

- Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM). ANID/FONDAP/15130015
- ANID/Subdirección de Capital humano/doctorado nacional/ folio N°21221448.
- Proyecto 20TECGH-145896

REFERENCIAS

- Ashton, Peter. 2007. Governance as a Dialogue: Government-Society-Science in Transition. Editado por A. R. Turton, H. J. Hattingh, G. A. Maree, D. J. Roux, M. Claassen, y W. F. Strydom. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Banco Mundial. 2020. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=OE>
- Banco Mundial. 2020. Recursos de agua dulce internos renovables per cápita (metros cúbicos). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/ER.H2O.INTR.PC?locations=CL>
- Bryman, A. 2012. Social Research Methods (4th Edition). New York: Oxford University Press
- Cornell, S., Berkhout, F., Tuinstra, W., Tábara, D., Jager, J., Chabay, I., d Wit, B., Langlais, R., Mills, D., Moll, P., Otto, I., Petersen, A., Pohl, C. y van Kerkhoff, L. 2013. Opening up knowledge systems for better responses to global environmental change. Environmental Science and Policy, 28, 60-70 pp.
- De Loë, R.C., Varghese, J., Ferreyra, C. y Kreutzwiser, R.D. 2007. Water Allocation and Water Security in Canada: Initiating a Policy Dialogue for the 21st Century. Report prepared for the Walter and Duncan Gordon Foundation. Guelph, ON: Guelph Water Management Group, University of Guelph.
- DGA. 2016. Atlas del Agua. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- DGA. 2023. Informe Hidrometeorológico semanal. Disponible en: https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informe%20HidroMeteorolgico%20Semanal/Informe_semanal_03_07_2023.pdf
- ENEL. 2023. Central Rapel. Disponible en: <https://www.enel.cl/es/sostenibilidad/creacion-valor-compartido/centrales-enel-y-proyectos-comunidades/central-rape.html>
- Escenarios Hídricos 2030 – EH2030. 2021. Gobernanza desde las cuencas: institucionalidad para la Seguridad Hídrica en Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile.

- EULA. 2016. Monitoreo para la vigilancia de la norma secundaria de calidad de aguas de la cuenca del Río Biobío. Informe Final. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. 183 pp.
- Fischer, J., Manning, A., Steffen, W., Rose, D., Daniell, K., Felton, A., Garnett, S., Gilna, B., Heinsohn, R., Lindenmayer, D., MacDonald, B., Mills, F., Newell, B., Reid, J., Robin, L., Sherren, K., y Wade, A. 2007. "Mind the Sustainability Gap". *TRENDS in Ecology and Evolution* 22(12):621–24 pp.
- Fundación Amulen. 2019. Pobres de agua: radiografía del agua rural en Chile, visualización de un problema oculto.
- Gerlak, A. K., House-Peters, L., Varady, R. G., Albrecht, T., Zúñiga-Terán, A., de Grenade, R. R., Cook, C., y Scott, C. A. 2018. Water security: A review of place-based research. *Environmental Science & Policy*, 82, 79–89 pp. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.009>
- Gerlak, A. K., y Mukhtarov, F. 2015. 'Ways of knowing' water: integrated water resources management and water security as complementary discourses. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 15(3), 257–272 pp. <https://doi.org/10.1007/s10784-015-9278-5>
- Global Water Partnership. 2014. Ecosystem services and water security. Global Water Partnership.
- Guba, EG y Lincoln, YS. 1998. Competing paradigms in qualitative research. Editado por Denzin, NK & Lincoln, YS (eds), *The landscape of qualitative research: theories and issues*, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Hirsch G., Hoffmann-Riem, H., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Joye, D., Pohl, C. (Eds.). 2008. *Handbook of Transdisciplinary Research*. Springer.
- Instituto Nacional de Estadísticas. 2017. Resultados Censo 2017. Disponible en: <http://resultados.censo2017.cl>
- James, L. D., y Shafiee-Jood, M. 2017. Interdisciplinary information for achieving water security. *Water Security*, 2, 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2017.10.001>
- Jiménez, S. y Wainer, J. 2017. Realidad del agua en Chile: ¿escasez o falta de infraestructura?. *Serie Informe Económico*, 263, Libertad y Desarrollo.

- Julio, N., Figueroa, R., y Ponce Oliva, R. D. 2022. Advancing toward water security: addressing governance failures through a metagovernance of modes approach. *Sustainability Science*. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01125-y>
- MINAGRI. 2023. Emergencia agrícola por déficit hídrico. Disponible en: <https://minagri.gob.cl/emergencia-agricola-por-deficit-hidrico/>
- Ministerio de Medio Ambiente – MMA. 2022. Cambio climático: Chile sumará 14 años consecutivos de sequía y proyectan aumento en olas de calor. Disponible en: [https://mma.gob.cl/cambio-climatico-chile-sumara-14-anos-consecutivos-de-sequia-y-proyectan-aumento-en-olas-de-calor/#:~:text="No%20solo%20es%20un%20año,otros%20meses%20fueron%20bastante%20secos.](https://mma.gob.cl/cambio-climatico-chile-sumara-14-anos-consecutivos-de-sequia-y-proyectan-aumento-en-olas-de-calor/#:~:text=)
- Norman, Emma, Karen Bakker, Gemma Dunn, y Diana Allen. 2010. *Water Security: a primer. Developing a Canadian Water Security Framework as a tool for improved governance in watersheds*. Vancouver: University of British Columbia.
- OCDE. 2015. *OECD Principles on Water Governance*. OECD Water Governance Programme.
- ONU. 2023. Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Ruiz Olabuénaga, J. 1996. *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Santibáñez, F. 2018. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. En *Agricultura Chilena Reflexiones y Desafíos al 2030* (147-178 pp.). ODEPA.
- Schulz, C., Martin-Ortega, J., Glenk, K., y Ioris, A. 2017. The Value Base of Water Governance: A Multi-Disciplinary Perspective. *Ecological Economics*, 131, 241–249 pp. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.009>
- Sen, S. M., y Kansal, A. 2019. Achieving water security in rural Indian Himalayas: A participatory account of challenges and potential solutions. *Journal of Environmental Management*, 245, 398–408 pp. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.132>
- Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P., Spierenburg, M. 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *Ambio* 43 (5), 579–591 pp.

- Tinoco, C., Julio, N., Meirelles, B., Pineda, R., Figueroa, R., Urrutia, R., y Parra, Ó. 2022. Water Resources Management in Mexico, Chile and Brazil: Comparative Analysis of Their Progress on SDG 6.5.1 and the Role of Governance. *Sustainability*, 14 (10). <https://doi.org/10.3390/su14105814>
- Turton, Anthony, J. Hattingh, Dirk J. Roux, Marius Claassen, y Peter Ashton. 2007. A New Perspective: The Trialogue Model of Governance. En *Governance as a Trialogue: Government-Society- Science in Transition*. Ed. A. Turton, J. Hattingh, G. Maree, D. J. Roux, M. Claassen, y W. Strydom. Berlin, Heidelberg: Springer.
- UN. 2015. Sustainable Development Goals. Sustainable Development Knowledge Platform. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sustainabledevelopmentgoals>
- UN Water. 2013. Water Security and the Global Water Agenda. United Nations University Press.
- Valles, M. 1999. Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Madrid: Síntesis
- World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*, Oxford University Press, New York USA.
- World Resources Institute. 2015. "Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040". Disponible en: <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>.



Universidad de Concepción

ROLES Y PERSPECTIVAS DE LOS ACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TRIÁNGULO GOBIERNO-SOCIEDAD-CIENCIA: CUENCAS DE RAPEL Y BIOBÍO



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Serie Comunicacional CRHIAM