

Cerrando la brecha de acceso al agua

Rutas de Adaptación
en Regiones Vulnerables



Tejiendo redes para una
gobernanza colaborativa del agua
en la cuenca de Aconcagua

Marco Billi, Bernardo Reyes, Natalia Prieto-Gavilán
Coordinadores



Noviembre, 2023

Colaboradores¹

Catalina Ahuile
Gabriel Barrantes
Roxana Bórquez
Fernando Codoceo
Rodrigo Fuster
Macarena González
Intí Lefort
Elisa Martínez Alvarado
Gonzalo Melej
Bárbara Morales
Ariel Muñoz
Bernardo Reyes
Macarena Salinas
Christine Schnichels
María Ignacia Silva
Joaquín Vilches González

Edición general: José Barraza, M. Giselle Ogaz

Citar este documento como: Billi, M., Reyes, B., & Prieto-Gavilán, N (Coordinadores). (2023). Tejiendo redes para una gobernanza colaborativa del agua en la cuenca de Aconcagua. Santiago, Chile.

¹ En orden alfabético



Índice

Índice	3
1. Introducción	4
2. La conformación del problema hídrico en la cuenca del río Aconcagua.....	5
Cambio climático, sequía y regulación: ¿cómo se expresan en la cuenca?	5
Diversas amenazas vinculadas al cambio climático	6
La desigualdad de los impactos y dificultades para enfrentar la crisis hídrica.....	8
3. Tejiendo redes para transitar a una gobernanza integrada y colaborativa	13
4. Red del proyecto	16
Referencias	19



1. Introducción

La crisis hídrica está afectando a la zona central de Chile desde hace más de una década. Este problema se debe a distintos factores, entre ellos, la influencia del cambio climático en la disminución de las precipitaciones, el aumento en las temperaturas, la prolongación de la estación seca, los problemas en el marco regulatorio del agua y la sobreexplotación de las fuentes hídricas.

La cuenca del río Aconcagua, en particular, es una de las principales afectadas, lo que implica riesgos para los ecosistemas de la zona, así como también para la infraestructura, la economía y más de un millón y medio de habitantes que dependen de sus aguas (Censo, 2017). Considerando esto, se está desarrollando el proyecto *Cerrando la Brecha de Acceso al Agua: Rutas de adaptación en regiones vulnerables*² que busca generar estrategias participativas de adaptación y gobernanza para abordar el cambio climático y los problemas hídricos con un enfoque integrado de cuencas. Su propósito es contribuir a la reducción de los riesgos asociados al cambio climático, principalmente vinculados con la seguridad hídrica en beneficio de la vida y bienestar humanos, los ecosistemas, las actividades productivas primarias e infraestructura, tomando en cuenta la información científica disponible, y las perspectivas y conocimientos de los diversos actores involucrados.

Esta iniciativa es financiada por el Consejo de Investigación de Ciencias Sociales de Canadá a través de la Universidad de Regina, y contempla el estudio de cuatro cuencas en distintos países: Saskatchewan, en Canadá; Laguna del Sauce, en Uruguay; Mendoza, en Argentina; y Aconcagua, en Chile. En este último, el proyecto es dirigido por un equipo de investigación y académico del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 de la Universidad de Chile, con especial apoyo del Centro de Acción Climática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la ONG Vertientes del Sur.

Durante el primer año de trabajo, el proyecto estuvo enfocado en la generación de alianzas con diversos actores vinculados al problema y la revisión de literatura científica, documentos institucionales y de prensa. También se realizaron entrevistas con actores clave, grupos focales en distintas comunas de la zona y trabajo con comunidades educativas de escuelas rurales. Este documento fue realizado con parte de los resultados obtenidos durante este período. Además, se proponen algunos lineamientos y bases que puedan ser utilizados como material para la discusión, generación de acuerdos y colaboración entre distintos actores. Del mismo modo, se busca extender la invitación a participar de la red de trabajo que se está construyendo a partir de este proyecto, que pretende expandirse a través del trabajo y acción conjunta en los territorios.

² Adaptado de su nombre en inglés: "Bridging the Water Adaptation Gap: Pathways to adaptation for vulnerable regions"



2. La conformación del problema hídrico en la cuenca del río Aconcagua

Cambio climático, sequía y regulación: ¿cómo se expresan en la cuenca?

La escasez hídrica es un problema que ha estado presente en el país desde hace más de una década, lo que se refleja en los 226 decretos de escasez hídrica declarados durante los últimos quince años (2008-2023). Este período concuerda con la **megasequía** (2010-2023), que se caracteriza por precipitaciones entre un 25 % y 30 % menores al promedio, y que ha afectado especialmente en la zona central de Chile (Garreaud et al., 2017; Garreaud et al., 2019).

Megasequía: disminución de las precipitaciones de entre 25 a 45%, afectando el caudal de los ríos, una disminución de la productividad vegetal y de su verdor por más de 5 años (Garreaud et al., 2017).

Amenaza: evento posible que puede causar pérdidas u otros efectos negativos sobre la salud, pertenencias, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales (Urquiza et al., 2020).

Sequía: falta o déficit de precipitaciones con respecto al registro histórico (Billi et al., 2021).

En el caso de la cuenca de Aconcagua, en junio de 2019 el río alcanzó su caudal mínimo histórico, según lo registrado hasta la fecha (DGA, 2019). A nivel nacional, los años 2019 y 2021 se ubican entre los cuatro años más secos de la historia, según los registros disponibles.

Amenazas climáticas como la **sequía**, el aumento de temperaturas y la larga duración de la estación seca han contribuido al aumento del estrés hídrico de la cuenca. En la figura 1, se muestra el Indicador de Estrés Hídrico (IEH), que expresa la relación entre la disponibilidad superficial de agua y el consumo de una cuenca en el mediano plazo (5 a 10 años) (Álvarez-Garretón, Boisier, Blanco et al., 2023). A partir de este indicador se observa que la cuenca de Aconcagua presenta un estrés hídrico superior al nivel extremo (100 %) desde el año 2010, con el clima y el uso de agua influyendo en forma equivalente. Esto evidencia la necesidad de actualizar el sistema de gestión hídrica, regulando el uso de agua en base a la disponibilidad actual y de las proyecciones para el futuro.

Las proyecciones de cambio climático para Chile indican que durante el siglo XXI continuará el aumento sostenido de la temperatura media y la disminución de las precipitaciones medias anuales



en la zona central, amenazas que llevarán a una disminución en la disponibilidad de agua (Iturbide et al., 2021; Hodnebrog et al., 2022).

Lo anterior se sitúa en una cuenca donde se han otorgado más derechos de aprovechamiento de agua de la que se puede asegurar a largo plazo (Álvarez-Garretón, Boisier, Billi et al., 2023), lo que configura un escenario desafiante en materia de adaptación a la disponibilidad hídrica presente y futura. Esto es posible de observar en la figura 2, que compara la disponibilidad de agua con los derechos de aprovechamiento otorgados y con el uso consumtivo.

Según se observa, desde el año 2010 los derechos de aprovechamiento otorgados, así como el consumo de agua, son mayores a la disponibilidad, lo que ha producido un marcado descenso en los niveles de agua subterránea durante los últimos cinco años. De esta manera, tanto la Figura 1 y Figura 2 muestran una sobreexplotación del agua en la cuenca.

Diversas amenazas vinculadas al cambio climático

Además de las sequías, y también como consecuencia del cambio climático, los incrementos de temperatura tienen **impactos** directos en la calidad de vida de las personas, especialmente durante las olas de calor. Las personas que trabajan al aire libre y en ocupaciones de alto esfuerzo físico son especialmente vulnerables ante las olas de calor, debido a que están más expuestas tanto a las altas temperaturas como a la intensidad de las tareas que desempeñan, por lo que tienen una mayor probabilidad de sufrir golpes de calor (Gatto et al., 2016; PNUD, 2011; Runkle et al., 2019).

Además, a partir de la información de los grupos focales, se puede inferir que el aumento en la temperatura, sumado a la prolongada sequía, intensifica el riesgo de incendios forestales en la cuenca, favoreciendo la combustión de la vegetación seca. La deshidratación de los materiales combustibles genera condiciones que aumentan la propagación de los incendios al secar completamente el sistema (Van Wagendonk, 2006). Junto con lo anterior, las olas de calor tienen directa relación con la reducción en la humedad relativa, disminución de la nubosidad y vientos fuertes en diferentes regiones del país (González et al., 2020), factores favorables para la

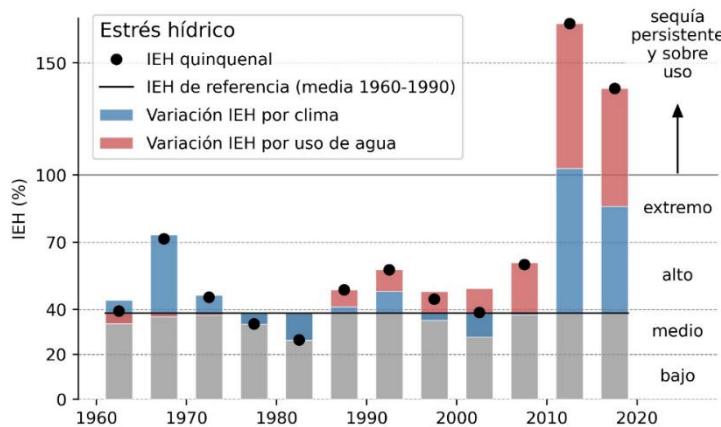
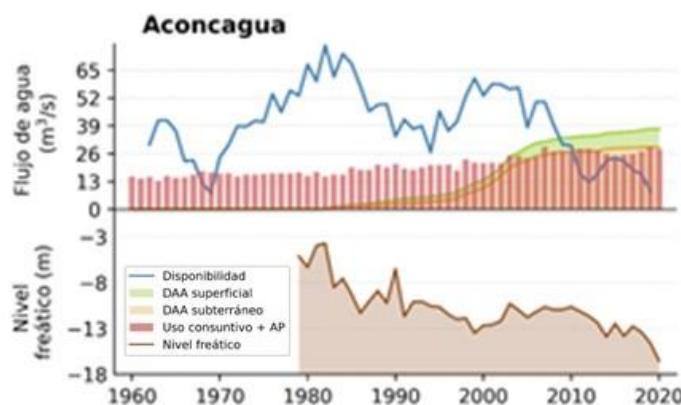


Figura 1. Indicador de estrés hídrico para la cuenca de Aconcagua.

Fuente: Álvarez-Garretón, Boisier, Blanco et al., 2023.





propagación de incendios, mencionados también los grupos focales. Los incendios impactan directamente en los ecosistemas, afectan al desarrollo del bosque esclerófilo y biodiversidad en general, y representan una amenaza sobre los ecosistemas acuáticos (Fierro et al., 2019). Al mismo tiempo, conllevan consecuencias para las comunidades y diversas actividades económicas, como la agricultura. Se observa que cualquier amenaza que afecte a los ecosistemas termina afectando colateralmente a otros sectores debido a la pérdida de los **servicios ecosistémicos** que brindan. Por ejemplo, en el caso de los bosques, estos proporcionan aprovisionamiento de agua y alimentos, regulación climática, regulación de inundaciones y purificación de agua (Smith-Ramírez et al., 2023). Del mismo modo, los humedales permiten regular y suministrar agua, almacenar carbono, purificar agua y preservar la biodiversidad (Cai et al., 2023).

Otra amenaza que ha aumentado su ocurrencia e intensidad debido al cambio climático son los eventos de precipitaciones intensas, que pueden producir crecidas de ríos, inundaciones y eventos de **remoción en masa** o aluviones (Vargas et al., 2020). Se ha vuelto frecuente que estas lluvias se presenten incluso en el verano, como fue el de enero de 2021, cuando llovieron entre 20 y 80 milímetros, afectando fuertemente los cultivos de frutas de temporada (uvas, carozos y otras) (El Aconcagua, 2021). Las precipitaciones intensas tienen impactos directos sobre la actividad agrícola y los cultivos, por una parte, debido a las pérdidas generadas por inundaciones y, por otra parte, debido a que las crecidas y desbordes de los ríos disminuyen la tasa de **infiltración del agua** y la recarga de acuíferos, generando así una menor cantidad de agua disponible en el suelo para la vegetación y los cultivos (Fuentes et al., 2021); y ocasionando problemas en la seguridad hídrica y alimentaria (Suastegui, 2021).

Además, la pérdida de infraestructura también impacta en las comunidades y en los diferentes sectores económicos al alterar la conectividad. En 2012, por ejemplo, se generó un aluvión que causó daños en puentes e interrumpió durante cinco días la carretera internacional (Ruta CH-60) que conecta Chile y Argentina, afectando también a las comunidades de ciudades cercanas debido a los cortes de suministro de agua potable (Sepúlveda et al., 2015; Lauro et al., 2017).

Las precipitaciones intensas, sumadas al aumento de temperaturas, elevan la **Línea de nieve** y, por ende, aumentan los caudales de crecida y con esto la probabilidad de remociones en masa (Duhart et al., 2018; Šilhán, 2021; Xu, 2022). Estos eventos tienen impactos en el medio ambiente, las poblaciones y los recursos circundantes, representando una amenaza para la seguridad de los residentes y la infraestructura a causa de posibles inundaciones, anegamiento y aluviones, además de pérdidas humanas (Xu, 2022). Como consecuencia, hay un colapso en la red de colectores existentes, dejando a las ciudades en una condición vulnerable ante un evento de mayor intensidad y/o un aumento en la frecuencia de estos fenómenos en el futuro cercano (Vargas et al., 2020).

Presiones locales sobre el agua y la tierra

Impacto: Consecuencias materiales o sociales de un evento (GIZ et al., 2018).

Servicio ecosistémico: contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano. (Ley 21.600, 2023).

Remoción en masa: movilización de suelo, roca o ambos, de manera rápida o lenta (Mardones Flores & Rojas Hernández, 2012).



Infiltración de agua: proceso en que el agua pasa de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra (Úbeda Rivera & Delgado Dallatorre, 2018).

Seguridad Hídrica: Disponibilidad de agua en un nivel aceptable en cuanto a cantidad y calidad para la salud, la subsistencia, los ecosistemas y la producción, junto con un nivel aceptable de riesgos (Grey & Sadoff, 2007).

Línea de nieve o isoterma cero (altura): isoterma cuya temperatura es cero grados, durante una precipitación corresponde la altura desde donde la precipitación cae en forma de nieve (MOP, 2008).

Respecto a los procesos y actividades locales que generan mayor presión en los ecosistemas de la cuenca de Aconcagua, uno de los más influyentes es el cambio de uso de suelo, que se expresa de dos formas principales: el aumento de la actividad agrícola y la expansión urbana.

La agricultura es y ha sido históricamente la principal actividad productiva de la cuenca, con la producción de frutas como su principal cultivo desde finales de los años 80 (Jensen, 2021). El cambio de cereales a frutales aumentó en un 42 % la superficie de frutales entre 1999 y 2018, esto a la vez generó una pérdida alarmante de bosque nativo, disminuyendo su cobertura en, aproximadamente, un 20 % durante el mismo período.

La crisis hídrica ha generado un aumento en la dependencia del riego complementario en la agricultura para mantener la producción y rendimiento de los cultivos (Swett, 2020). Además, la menor cantidad de agua disponible ha afectado y perjudicado la producción de viñedos, frutales y hortalizas (Zúñiga et al., 2021), que son las principales plantaciones en la cuenca de Aconcagua. La falta de

agua también ha impactado la ganadería, con fuertes consecuencias, como la muerte masiva de animales que ocurrió el año 2019 en Putaendo (El Aconcagua, 2019).

Además de la agricultura, la expansión urbana ha sido otra presión creciente en la cuenca de Aconcagua. El crecimiento de las ciudades ha reemplazado lentamente los suelos naturales, lo que ha provocado un aumento del 15 % en la impermeabilización del terreno en las últimas dos décadas. Este proceso no sólo ha transformado el paisaje, sino que también altera los flujos de agua y procesos naturales del territorio (Vargas et al., 2020). Un efecto directo de esto ha sido el aumento de la escorrentía, es decir que el agua proveniente de las lluvias fluye rápidamente hacia ríos y arroyos debido a que el suelo no absorbe el agua adecuadamente, pudiendo provocar desbordes de ríos, aluviones y arrastre de sedimentos, además de la alteración de los sistemas de recarga de los acuíferos subterráneos (Fuentes et al., 2021; Vargas et al., 2020).

La desigualdad de los impactos y dificultades para enfrentar la crisis hídrica

Si bien se puede afirmar que la escasez hídrica ha afectado a toda la cuenca, existe un alto nivel de desigualdad en los impactos que ha traído, y en la capacidad que las personas y territorios han tenido para responder al problema. Esto se ha podido evidenciar notoriamente en el trabajo con establecimientos educativos y en los grupos focales realizados durante el primer año del proyecto.

En términos sociales existen diversos factores que influyen en la generación de estas desigualdades. En las actividades realizadas se identificaron algunas condiciones relevantes, como la ruralidad, el género, la lejanía de las fuentes de agua, la falta de acceso a derechos de aprovechamiento de agua,



la falta de acceso a infraestructura, el bajo nivel de ingresos, la dependencia de aguas superficiales, la dependencia de norias (pozos de poca profundidad), la dependencia de actividades agrícolas, ganaderas y apícolas de pequeña escala y baja tecnología, el acceso al agua, y tecnologías y baja inversión en saneamiento mediante Sistemas Sanitarios Rurales (SSR), entre otros.

La distinción entre habitantes urbanos y rurales es uno de los factores más mencionados en los grupos focales. Al respecto, se percibe que las zonas rurales se han llevado la mayor parte de las consecuencias de la escasez, debiendo limitar el uso de agua de las personas y la agricultura. En cambio, se señala que en las zonas urbanas hay un uso indiscriminado de agua por parte de las personas, vinculado a la percepción de que el agua es infinita mientras se pague por el servicio. Esto, además, refleja el desconocimiento y distanciamiento de las y los habitantes urbanos respecto a las condiciones que se viven actualmente en su mismo territorio. Por ejemplo, en la actividad realizada en Quillota, se señala:

Ellos (los pequeños agricultores) ven que no es autoconsumo y ellos dicen “yo estoy produciendo alimentos y me están restringiendo el agua para producir alimentos y resulta que por tener que pasarle agua de bebida de consumo a las personas” y las personas, como que en fondo ellos ven que las personas despilfarran el agua y el río les corta y hay que llenar el embalse de los Aromos para abastecer Viña y Valparaíso y ellos tienen agua de sobra y para acá no hay agua. Eso es lo que ven los pequeños agricultores, en el fondo sienten que hay una injusticia, porque claro una competencia por los recursos que es cada vez más feroz.

Grupo focal Quillota, sector ecosistemas, 2023.

El acceso o la falta de acceso a infraestructura es percibido como otro de los factores importantes para sobrellevar los impactos de la escasez. A modo de ejemplo, una de las medidas más utilizadas para responder a la falta de agua es la profundización de los pozos, sumado a otras mejoras en infraestructura hídrica y de riego. Sin embargo, se observa una brecha en la implementación de estas tecnologías, debido a que, en gran medida, la agroindustria, grande y mediana, ha tenido recursos suficientes para implementarlas, mientras que para la agricultura de pequeña escala este tipo de infraestructura es mucho menos accesible, debido a la menor cantidad de recursos con los que se cuenta. Ligado a esto, y con respaldo de la legislación vigente, se ha generado un escenario en que los impactos de la sequía se focalizan de manera desigual, siendo las actividades productivas de pequeña escala y los SSR los que se llevan las mayores consecuencias. Al respecto, se señala:



Si el más grande te cortó el agua, no te llegó agua. (...) los derechos de agua, si son cien y mi porcentaje es un cinco por ciento me debiese llegar siempre cinco, si me bajaron de cien litros a la mitad, entonces a mí me baja la mitad, pero al de arriba también le debiese bajar a la mitad, aquí pasa que el de arriba sigue sacando lo mismo y al de abajo no le llega.

Grupo focal San Felipe, sector ecosistemas, 2023.

En términos administrativos, además, la cuenca de Aconcagua tiene la particularidad de estar dividida en cinco secciones: sección I, II, III, IV y sección Putaendo. En un contexto donde la demanda de agua supera la cantidad disponible, las y los representantes de cada sección establecen acuerdos entre sí para asegurar la disponibilidad de agua en todas las secciones del río. Al margen de esto, cada sección tiene sus propias dinámicas internas de organización, distribución y toma de decisiones.

Sin embargo, algunas personas consideran que la primera sección cuenta con más agua y, por tanto, menos problemas de disponibilidad en comparación con las otras secciones. Esto es debido a que su cercanía con las fuentes de agua le permite ser la primera en asegurar una cantidad adecuada según sus necesidades y derechos de aprovechamiento. Las zonas más bajas de la cuenca (secciones II, III y IV) dependen de la cantidad de agua que les entreguen las secciones de más arriba y del cumplimiento de los turnos al interior de sus mismas secciones.

Producto de condiciones como las anteriores, muchos hogares dedicados a la pequeña agricultura, ganadería y apicultura han perdido su fuente de ingresos y de alimentación, debiendo buscar otras fuentes de trabajo que, con frecuencia, implican migrar hacia otros lugares del país. Entre otras cosas, esto ha significado la reducción de la pequeña agricultura, lo que ha llevado a la venta de terrenos, principalmente a las grandes empresas agrícolas, de generación de energía solar o al sector inmobiliario.

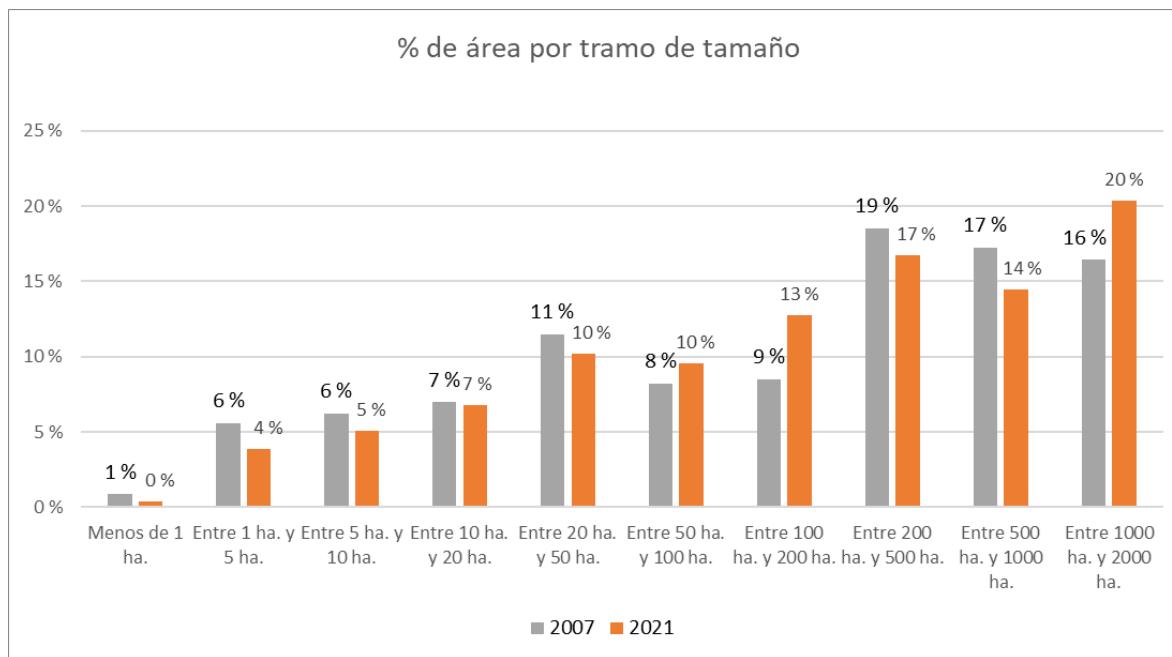


Figura 3. Comparación de tamaño de predio agrícola entre 2007 y 2021. Fuente: Elaboración propia en base a Censo Nacional Agropecuario y Forestal.

La figura 3 compara el tamaño de predios agrícolas entre 2007 y 2021 respecto al total de la superficie agrícola (en porcentajes), es decir, para el año 2007 el 16% de la tierra agrícola se concentraba en predios de entre 1.000 y 2.000 hectáreas (ha.) frente a un 20% para el año 2021. En la figura se observa, además, una disminución de los terrenos menores a diez ha. y un aumento en los predios de más de mil, evidenciando un proceso de concentración de la propiedad agrícola.

En el ámbito educativo, los establecimientos escolares son considerados infraestructura crítica debido a la importancia de los servicios que entregan, por lo cual, es fundamental que cuenten con las medidas necesarias para su funcionamiento ante situaciones inesperadas. Sin embargo, a partir del diagnóstico realizado se identifica que las escuelas carecen de preparación ante desastres, siendo vulnerables frente a las amenazas mencionadas anteriormente. Esto se refleja, por ejemplo, en los Planes Integrales de Seguridad Escolar (PISE), que consideran sólo medidas ante incendios estructurales y sismos. Si bien desde el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (Senapred) y el Ministerio de Educación (Mineduc) se promueve la preparación de acuerdo con el contexto de cada establecimiento, en la práctica esto no está incluido en las escuelas de la zona. Esto conlleva una serie de riesgos que no son contemplados por las comunidades educativas, y, por consiguiente, la falta de preparación de las escuelas para responder de manera oportuna. Por ejemplo, ante cortes de agua, las escuelas suspenden las clases, pero la familia y en particular la mujer debe resolver qué hacer con las niñas y los niños, especialmente, si debe salir a trabajar.

El equipo docente muestra interés en incluir en el currículum contenidos sobre medioambiente y cambio climático, y las cinco escuelas que participan del estudio cuentan con algún tipo de taller relacionado a educación ambiental. Sin embargo, los contenidos del Currículum Nacional vinculados a la sequía y cambio climático son pocos, y en muchos casos no se incluyen en la enseñanza porque



no tienen prioridad. Aunque existe un conocimiento amplio respecto a la crisis hídrica en la cuenca, no se visibiliza o no se tiene conocimiento sobre los impactos que podría tener el cambio climático más allá de la sequía, ni de acciones preparatorias. Dentro de esto, hay pocos o nulos contenidos asociados a otras amenazas que tienen ocurrencia en la zona, tales como inundaciones o aluviones, y las consecuencias que pueden tener.



3. Tejiendo redes para transitar a una gobernanza integrada y colaborativa

Gobernanza: estructuras, procesos y acciones utilizadas para el intercambio, coordinación, control y toma de decisiones sobre los objetivos, y las formas en que las sociedades los definen (Billi et al., 2021).

Tanto en la literatura trabajada como en las actividades realizadas en los distintos lugares de la cuenca se han identificado diferentes problemas en la **gobernanza** del cambio climático y el agua. Uno de ellos es la división de los elementos naturales: agua, aire, fuego y tierra, a través de la regulación individual de cada uno, lo que no permite comprender sus interacciones y procesos naturales. Por ejemplo, la normativa chilena separa la administración de la tierra de la gestión del agua, y esta, a su vez, es dividida entre aguas superficiales y subterráneas, sin considerar los glaciares. Por este motivo, los procesos asociados al agua y el suelo no quedan regulados en la gobernanza del agua y las acciones buscan afectar a uno de los elementos sin observar los efectos en el otro o el proceso completo (Billi et al., 2021).

En los grupos focales realizados se señala que la coordinación institucional para enfrentar el cambio climático en Chile es muy baja. En relación con el cambio climático, existe una multiplicidad de agencias, normas e instrumentos que buscan enfrentar los mismos problemas, pero desde perspectivas distintas, sin que necesariamente conversen entre ellos, por lo que producen una fragmentación institucional (Álvarez-Garretón, Boisier, Billi et al., 2023). En el caso del agua, existen más de 40 organismos públicos con atribuciones en su gestión y con pocos o nulos canales de comunicación para la coordinación de medidas. Las y los participantes de los grupos focales señalan que esta fragmentación institucional y la falta de participación limitan la coordinación y gestión de los riesgos climáticos y políticas que buscan abordarlos, según lo señalado en los grupos focales. Un ejemplo de lo anterior puede ser visto en cuanto a la enseñanza del cambio climático en las escuelas. Las instituciones estatales reconocen la importancia de la temática, sin embargo, actores relevantes como el Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente y el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres abordan el mismo problema desde acciones fragmentadas, y no logran implementar una política eficaz e integral. Además, se señala que para la implementación de medidas se requiere la autorización de organismos estatales (varía dependiendo de la medida), los cuales no responden a sus solicitudes, lo que impide que las medidas se puedan aplicar.

Las divisiones por sectores productivos y la fragmentación del Estado dificultan la colaboración efectiva en planes y acciones que promuevan transformaciones hacia el bienestar de la población. Incluso, estas divisiones muchas veces se transforman en obstáculos para el desarrollo de políticas. Por ello, la coordinación y diálogo institucional es indispensable para abordar las problemáticas que surgen a raíz del cambio climático de manera integrada.

En esta línea, el conocimiento científico es también una herramienta fundamental. Las ciencias del clima nos permiten conocer las tendencias y proyectar escenarios de disponibilidad hídrica a futuro (Álvarez-Garretón et al., 2018; Gupta et al., 2014), algo indispensable para prepararse ante los cambios en las precipitaciones y temperaturas que afectan de forma directa la disponibilidad



hídrica. Por otra parte, la topografía, la geología, o conocer los tipos y usos del suelo son fundamentales para comprender el ciclo del agua en una cuenca (Oudin et al., 2008; Sepúlveda et al., 2022). Así, el conocimiento científico permite contar con información para aplicar medidas de adaptación pertinentes a un territorio con el objetivo de alcanzar la seguridad hídrica, como son las **soluciones basadas en la naturaleza**, iniciativas caracterizadas por su eficiencia en cuanto al costo y el rendimiento que otorgan, integrando los ciclos naturales de los lugares donde son aplicadas, beneficiando la biodiversidad nativa y promoviendo una administración a cargo de la comunidad local (Keesstra et al., 2018; Vivas, 2022).

Si bien la ciencia es una herramienta importante para abordar la escasez, el conocimiento que genera cuenta con sus propias limitaciones que impiden abordar el problema en su totalidad y complejidad (Amigo & Urquiza, 2022; Morales & Muñoz, 2021). Problemas complejos como la escasez hídrica y el cambio climático requieren de la participación de distintos actores, y que se integren sus conocimientos, contextos y propuestas, lo cual no es una tarea rápida ni sencilla (Amigo & Urquiza, 2022; Billi et al., 2021).

Sin embargo, es fundamental para la generación de conocimiento robusto, sensible a las particularidades del territorio, tanto en términos sociales como ecosistémicos, económicos y políticos. En este punto, se hace especialmente necesario el reconocimiento y la integración de las personas que no han sido consideradas en los procesos de toma de decisión respecto al territorio que habitan (Billi et al., 2021). Para ello, es clave contar con la voluntad de colaborar bajo un ambiente de respeto y de apertura hacia los distintos saberes y perspectivas (Morales & Muñoz, 2021, Urquiza et al., 2019) y, de este modo, construir de manera conjunta las posibles rutas en torno a los desafíos futuros.

Es importante relevar, además, que los problemas vinculados a la escasez de agua en la cuenca de Aconcagua son ampliamente conocidos por sus habitantes, sobre todo por las personas que habitan en los sectores rurales. Sin embargo, hay una fuerte percepción de que sus conocimientos, propuestas y perspectivas respecto al problema no son representadas ni se toman en consideración. Incluso, muchas veces son las mismas personas las que le restan importancia a sus propios conocimientos, pero, al tener la gentileza de apoyar iniciativas de investigación o intervención, facilitan información clave para realizar los diagnósticos y emplear medidas adecuadas al contexto del territorio. En esta línea, es importante que las personas que habitan la cuenca tengan espacios para incidir e integrar sus saberes al conocimiento científico, la toma de decisiones y la gobernanza, pues son ellas las que se llevan gran parte de los impactos. Además, son las que tienen un mayor conocimiento sobre el territorio y conviven día a día con los problemas hídricos; es decir, tienen un manejo preciso, completo y detallado sobre cada lugar, de los ciclos ecosistémicos, de los cambios a través del tiempo, y de las relaciones socioeconómicas y normativas, debido a que son quienes lo experimentan, observan o aplican de manera concreta en el territorio, hogares, trabajos y espacios comunes. Por lo tanto, el tránsito hacia una gobernanza colaborativa, integrativa y adaptada a las condiciones del territorio requiere que las personas que habitan en la cuenca de Aconcagua y sus conocimientos sean valorados y validados en las esferas del conocimiento y la toma de decisiones, pudiendo, además, incidir directamente en estas.

Soluciones Basadas en la Naturaleza: iniciativas orientadas a la gestión sostenible de los ecosistemas, que busca conciliar el bienestar humano con la protección y restauración de la biodiversidad (Cohen-Shacham et al., 2016).



Un espacio óptimo para generar puentes entre conocimientos y actores son los establecimientos educativos, especialmente en las zonas rurales. Las escuelas rurales, además de funcionar como recintos educativos, también actúan como centros de las comunidades o sectores en donde se ubican. Además de ser espacios de educación formal, son importantes en la socialización y alimentación de sus estudiantes, favorecen el diálogo y la convivencia entre diversos actores a través de las comunidades educativas y su cercanía con la comunidad en general. Por ejemplo, algunas escuelas han sido fundamentales para reconstruir la historia social, ambiental y cultural de sus localidades, basándose en la información disponible y en los conocimientos de la comunidad. Por este motivo, tienen gran potencial para funcionar como puentes para el intercambio de saberes, la coconstrucción de conocimientos y la sensibilización de niños, niñas y adolescentes ante las condiciones hídricas presentes y futuras.

En concordancia con expuesto, avanzar hacia una gobernanza integrativa en la cuenca del río Aconcagua requiere la generación de espacios intersectoriales que reúnan a las diversas instituciones del sector público (Seremis, Gobiernos Regionales, Municipios, etc.), el sector privado, la sociedad civil y la academia. Estos espacios deben ir más allá de las mesas de diálogo, permitiendo un entendimiento profundo que facilite tanto la coordinación entre los diferentes actores que componen la cuenca, así como la toma de decisiones basadas en los distintos territorios, siempre buscando la integración entre las condiciones del ecosistema y las necesidades de los sectores. De esta forma, se pueden generar acciones efectivas para enfrentar los diversos impactos que el territorio está teniendo y que puede tener frente al cambio climático y otros fenómenos socioambientales.



4. Red del proyecto

La Red del proyecto "Cerrando la brecha de acceso al agua" se presenta como un espacio colaborativo para conectar conocimientos y acciones, articulando estrategias conjuntas para superar las brechas de adaptación a las nuevas condiciones hídricas de la cuenca de Aconcagua.

Para avanzar en esta línea, se ha trabajado en la conformación de un consorcio compuesto por socias y socios representantes de diversas comunidades de interés (ej. usuarios de agua, comunidades locales, ONG ambientales, agencias públicas, agricultura, academia y otros sectores económicos), buscando generar puentes hacia una visión común que fundamente estrategias de adaptación colaborativa. En esta línea, la red se compondría de tres tipos de participantes:

1) Equipo científico:

Reúne un equipo multidisciplinario con más de 20 investigadoras, investigadores y asistentes de investigación del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 de la Universidad de Chile, el Centro de Acción Climática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y la ONG Vertientes del Sur.

Junto con lo anterior, el proyecto ha trabajado en conjunto con estudiantes de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables y del Magíster en Gestión Territorial de Recursos Naturales, ambos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

2) Socios:

Durante su primer año, el proyecto se enfocó en establecer una plataforma de integración que involucra la colaboración con instituciones a nivel nacional, regional y local, así como actores privados y comunidades locales. Este enfoque busca fortalecer el consorcio y compartir las perspectivas y conocimientos de todas las partes interesadas.

A partir de este proceso, se establecieron diálogos con alrededor de 30 actores provenientes de municipios, instituciones públicas y privadas, pequeños productores, organizaciones de regantes, organizaciones sociales, centros de investigación y universidades (distintos al equipo científico), entre otros. Estos actores cuentan con experiencia y conocimientos sobre el contexto de escasez hídrica en la cuenca de Aconcagua, por lo que ha sido fundamental contar con su disposición a colaborar y contribuir a la creación de una red de trabajo sinérgica.

Se espera que participen en la creación de posibles soluciones y en la integración de vías de adaptación para futuros más sostenibles en términos sociales, económicos y ambientales en el territorio. Se consideran un eje fundamental en la movilización del conocimiento que se genera, extendiendo y compartiendo los resultados de la investigación a otras partes interesadas. Por esta razón, se busca que puedan involucrarse de diferentes maneras, tomando los compromisos y acciones que les sean posibles de acuerdo con sus capacidades e intereses.

Con lo anterior, las y los participantes podrán aumentar sus posibilidades de incidencia en políticas públicas, planes, programas y procesos como la conformación de los Consejos de Cuenca y Mesas Provinciales de Agua. Además, tendrán la oportunidad de replicar iniciativas de interés en otros contextos y generar aprendizajes que contribuyan a la agenda de adaptación del país y el territorio.



Igualmente, se destacarán y visibilizarán sus aportes y contribuciones al proyecto. Al mismo tiempo, los contactos que se establecen en la red pueden abrir oportunidades para generar acuerdos públicos de colaboración a través de planes de acción conjuntos.

Finalmente, se busca apoyar y difundir las actividades y proyectos de las y los participantes, que sean atingentes a la red, de manera de contribuir y generar sinergias.

3) Consejo Asesor del Proyecto (PAC)³:

El consejo tiene como objetivo central integrar una diversidad de miradas y voces para crear posibles rutas y estrategias para superar las brechas de adaptación y avanzar hacia un uso adaptativo y sustentable del agua. Además, el PAC supervisa regularmente el progreso del proyecto de acuerdo con los objetivos y la planificación establecida, y presenta informes sobre su avance al Comité Asesor Internacional del Proyecto (IPAC). Este comité incluye representantes de los equipos de Canadá, Uruguay, Argentina y Chile, lo que facilita el intercambio de conocimientos y experiencias basadas en buenas prácticas, con el propósito de abordar de manera colaborativa los desafíos vinculados a la adaptación al cambio climático.

Actualmente, el Consejo Asesor está integrado por:

- Sara Larraín, Fundación Chile Sustentable
- Andrés Robles, Fundación Somos Agua
- Guillermo Vásquez, Export Mi Fruta
- Maritza Jadrijevic, Ministerio del Medio Ambiente
- Fernando Codoceo*, ONG Vertientes del Sur
- Nicolás Bujes, Gobierno Regional de Valparaíso
- Ariel Muñoz*, Centro de Acción Climática PUCV / CR2
- Marco Billi*, Universidad de Chile / CR2

³ Por su nombre en inglés, “Partner Advisory Committee”.

* También forman parte del equipo científico

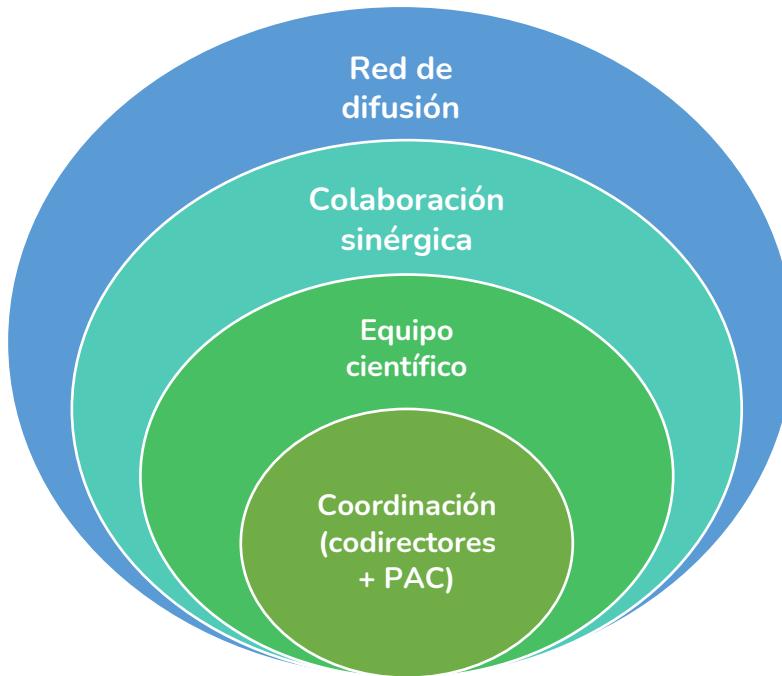


Figura 4. Organización red de socios del proyecto durante el año 1.

Durante el primer año del proyecto, la organización de la red se llevó a cabo a través de los codirectores del proyecto y el PAC, seguidos por el equipo científico. Posteriormente, se encuentran los socios que colaboran directamente en el proyecto y, finalmente, socios interesados con un menor grado de involucramiento en el proyecto, que reciben información de este (ver figura 4). De manera transversal, los socios se benefician de las experiencias y conocimientos del equipo internacional del proyecto, que incluye representantes de Uruguay, Argentina y Canadá.

Durante el año 2024 se espera sumar a más actores de distintos sectores de la sociedad, nuevas y nuevos integrantes del PAC y consolidar el vínculo entre las y los socios del proyecto. Junto a esto, está el desafío de darle forma a la red, trabajando de manera conjunta para definir su organización, metas y objetivos a corto, mediano y largo plazo.



Referencias

- Álvarez-Garretón, C., Mendoza, P. A., Pablo Boisier, J., Addor, N., Galleguillos, M., Zambrano-Bigiarini, M., Lara, A., Puelma, C., Cortes, G., Garreaud, R., McPhee, J., & Ayala, A. (2018). The CAMELS-CL dataset: Catchment attributes and meteorology for large sample studies-Chile dataset. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), 5817–5846. <https://doi.org/10.5194/hess-22-5817-2018>
- Álvarez-Garretón, C., Boisier, J. P., Billi, M., Lefort, I., Marinao, R., & Barría, P. (2023). Protecting environmental flows to achieve long-term water security. *Journal of Environmental Management*, 328(November 2022), 116914. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116914>
- Álvarez-Garretón, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023). *Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, (ANID/FONDAP/1522A0001), 72 pp. Disponible en www.cr2.cl/seguridadhidrica.
- Amigo, C., Urquiza, A. (2022). Transdisciplina e interfaz: dos lados de una misma forma. En J. Labraña, & A. Urquiza. *Inter y Transdisciplina en la Educación Superior Latinoamericana*. Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile. <https://libros.uchile.cl/1293>.
- Billi, M., Moraga, P., Aliste, E., Maillet, A., O’Ryan, R., Sapiains, R., Bórquez, R., Aldunce, P., Azócar, G., Blanco, G., Carrasco, N., Galleguillos, M., Hervé, D., Ibarra, C., Ibarra, C., Gallardo, L., Inostroza, V., Lambert, F., Manuschevic, D., Martínez, F., Osses, M., Rivas, N., Rojas, M., Seguel, R., Tolvett, S., Ugarte, A. (2021). *Gobernanza Climática de los Elementos. Hacia una gobernanza climática del Agua, el Aire, el Fuego y la Tierra en Chile, integrada, anticipatoria, socio-ecosistémica y fundada en evidencia*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/ FONDAP/15110009), 69 pp. <https://www.cr2.cl/gobernanza-elementos/>.
- Cai, Y., Zhang, P., Wang, Q., Wu, Y., Ding, Y., Nabi, M., Fu, C., Wang, H., & Wang, Q. (2023). How does water diversion affect land use change and ecosystem service: A case study of Baiyangdian wetland, China. *Journal of Environmental Management*, 344, 118558. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118558>
- Censo (2017). Censo Nacional de Población y Vivienda 2017. Instituto Nacional de Estadísticas.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.
- Dirección General de Aguas [DGA]. (2019). Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Boletín Nro. 494 Junio 2019. [pdf] Disponible en: http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacion%20Mensual/boletin_06_junio_2019.pdf.
- Duhart, P., Garrido, N., Sepúlveda, V., Mella, M., Fernández, J., Quiroz, D., & Hermosilla, G. (2018). *Remoción en masa de Villa Santa Lucía (16.12.17), Chaitén-Chile: características e impactos*. XV Congreso Geológico Chileno, actas, Concepción, Chile.
- El Aconcagua. (20 de agosto de 2019). Más de 5.000 animales han muerto por la sequía en Putaendo. *Diario digital ElAconcagua.cl*. <https://www.elaconcagua.cl/2019/08/20/mas-de-5-000-animales-han-muerto-por-la-sequia-en-putaendo/>.
- El Aconcagua. (1 de febrero de 2021). Intensas lluvias en Aconcagua provocan crecida de caudales en río, cortes en el Camino Internacional y daños en frutales. *Diario digital ElAconcagua.cl*. <https://www.elaconcagua.cl/2021/02/01/intensas-lluvias-en-aconcagua-provocan-crecida-de-caudales-en-rio-cortes-en-el-camino-internacional-y-danos-en-frutales/>.
- Fierro, P., Valdovinos, C., Arismendi, I., Díaz, G., Ruiz De Gamboa, M., & Arriagada, L. (2019). Assessment of anthropogenic threats to Chilean Mediterranean freshwater ecosystems: Literature review and expert opinions. *Environmental Impact Assessment Review*, 77(April), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.02.010>
- Fuentes, I., Fuster, R., Aviles, D., & Vervoort, W. (2021). Water scarcity in central Chile: the effect of climate and land cover changes on hydrologic resources. *Hydrological Sciences Journal*, 66(6), 1028-1044. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1903475>



- Garreaud, R. D., Álvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010 – 2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and earth system sciences*, 21(12), 6307–6327. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>
- Garreaud, R. D., Boisier, J.P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., Veloso-Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*. 2020; 40: 421–439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>.
- Gatto, M. P., Cabella, R., & Gherardi, M. (2016). Climate change: The potential impact on occupational exposure to pesticides. *Ann Ist Super Sanità*, 52, 374–385. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_09
- GIZ, EURAC, & UNU-EHS .(2018). *Climate Risk Assessment for Ecosystem-based Adaptation – A guidebook for planners and practitioners*. Bonn: GIZ.
- González, M. E., Muñoz, A. A., González-Reyes, Á., Christie, D. A., & Sibold, J. (2020). Fire history in Andean Araucaria–Nothofagus forests: coupled influences of past human land-use and climate on fire regimes in north-west Patagonia. *International Journal of Wildland Fire*, 29(8), 649. <https://doi.org/10.1071/WF1917>
- Grey, D. and Sadoff, C.W. (2007) Sink or Swim? Water Security for Growth and Development. *Water Policy*, 9, 545–571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>.
- Gupta, H. V., Perrin, C., Blöschl, G., Montanari, A., Kumar, R., Clark, M., & Andréassian, V. (2014). Large-sample hydrology: A need to balance depth with breadth. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 18, 463–477, <https://doi.org/10.5194/hess-18-463-2014>
- Hodnebrog, Steensen, B. M., Marelle, L., Alterskjær, K., Dalsøren, S. B., & Myhre, G. (2022). Understanding model diversity in future precipitation projections for South America. *Climate Dynamics*, 58(5–6), 1329–1347. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05964-w>
- Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J.M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanas, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A.S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D., Yelekci, Ö. (2021). *Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas*. Zenodo, DOI: 10.5281/zenodo.3691645. Available from: <https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>
- Jensen, M. (2021). Transformación de los sistemas alimentarios en Chile. *Estudios Internacionales*, 53(199), 61. <https://doi.org/10.5354/0719-3769.2021.59273>
- Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 610–611, 997–1009. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077>
- Lauro, C., Moreiras, S., Junquera, S., Vergara, I., Tournal, R., Wolf, J & Tutzer, R. (2017) Summer rainstorm associated with a debros flow in the Amarilla gullo affecting the international Agua Negra Pass (30200S), Argentina. *EnvironEarthSci*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/64519>
- Ley 21.600 de 2023. Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional De Áreas Protegidas. 21 de agosto de 2023. D. O. No 43.646
- Mardones Flores, M., & Rojas Hernández, J. (2012). Procesos de remoción en masa inducidos por el terremoto del 27F de 2010 en la franja costera de la Región del Biobío, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (53), 57-74. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022012000300004>.
- Ministerio de Obras Públicas [MOP]. *Manual de nieve y nivometría*. Vol. 1. <https://snia.mop.gob.cl/sad/GLA5146v1.pdf>.
- Morales, B., & Muñoz, C. (2021). *Manual de interdisciplina*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009). 25 pp. Disponible en: <https://www.cr2.cl/manual-de-interdisciplina-cr2>.
- Oudin, L., Andréassian, V., Perrin, C., Michel, C., & Le Moine, N. (2008). Spatial proximity, physical similarity, regression and ungauged catchments: A comparison of regionalization approaches based on 913 French catchments. *Water Resour. Res.*, 44, 1–15, <https://doi.org/10.1029/2007WR006240>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2011). *Fortalecimiento de Capacidades de los Encargados de la Formulación de Políticas para hacer frente al Cambio Climático en Iberoamérica. Evaluación del Impacto Social del Cambio Climático en Chile*. <https://cambioglobal.uc.cl/proyectos/61-evaluacion-del-impacto-social-del-cambio-climatico-en-chile>

- Sepúlveda, U. M., Mendoza, P. A., Mizukami, N., & Newman, A. J. (2022). Revisiting parameter sensitivities in the variable infiltration capacity model across a hydroclimatic gradient. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(13), 3419–3445. <https://doi.org/10.5194/hess-26-3419-2022>.
- Sepúlveda, S. A., Moreiras, S. M., Lara, M., & Alfaro, A. (2015). Debris flows in the Andean ranges of central Chile and Argentina triggered by 2013 summer storms: characteristics and consequences. *Landslides*, 12, 115–133.
- Šilhán, K. (2021). A new tree-ring-based index for the expression of spatial landslide activity and the assessment of landslide hazards. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 3409–3428. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.2011790>
- Smith-Ramírez, C., Grez, A., Galleguillos, M., Cerdá, C., Ocampo-Melgar, A., Miranda, M., Muñoz, A., Rendón-Funes, A., Díaz, I., Cifuentes, C., Alaniz, A., Seguel, O., Ovalle, J., Montenegro, G., Saldes-Cortés, A., Martínez-Harms, M., Armesto, J., & Vita, A. (2023). Ecosystem services of Chilean sclerophyllous forests and shrublands on the verge of collapse: A review. *Journal of Arid Environments*, 211, 104927. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104927>.
- Suastegui Cruz, S. (2021). Estrategias para la seguridad hídrica ante los cambios de precipitación por efectos del cambio climático. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1039>
- Swett, C. (2020). Managing Crop Diseases Under Water Scarcity. *Annual Review of Phytopathology*, 58. Pag 387 - 406. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-030320-041421>.
- Runkle, J., Cui, C., Fuhrmann, C., Stevens, S., Pinal, J., & Sugg, M. (2019). Evaluation of wearable sensors for physiologic monitoring of individually experienced temperatures in outdoor workers in southeastern U.S. *Environment International*, 129, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.026>.
- Úbeda Rivera, J. S., & Delgado Dallatorre, Y. (2018). La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 4(7), 889–896. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6299>
- Urquiza, A., Billi, M., Amigo, C., Faúndez, V., Neira, C., Henríquez, y A., Sánchez, D. (2019). Transdisciplina en la Universidad de Chile: Conceptos, Barreras y Desafíos. Documento de trabajo Plan de fortalecimiento Universidades Estatales UCH1799.
- Urquiza, A., Billi, M., Calvo, R., Amigo, A., Navea, J., Monsalve, T., Álamos, N., Neira, C., Rauld, J., Allendes, Á., Arrieta, D., Barrera, V., Basoalto, J., Cárdenas, M., Contreras, M., Fleischmann, M., Horta D., Labraña, J., Larragubel, C., Muñoz, A., Oyarzún, T., Palacios, G., Peña, D., Plass, M., Prieto, N., Salinas, S., Smith, P., Vargas, J., Videla, M., & Winckler, P. (2020). *Informe Proyecto ARCLim: Asentamientos Humanos*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Red de Pobreza Energética, Iniciativa ENEAS: Energía, Agua y Sustentabilidad y Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios, coordinado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile. https://arclim.mma.gob.cl/media/informes Consolidados/04 AsentamientosHumanos_B.pdf.
- Van Wagtendonk, J. W. (2006). *Fire as a physical process. Fire in California's Ecosystems*. University of California Press, Berkeley, USA, 38–57.
- Vargas, X., Ricchetti, F., Jerez, C., & Mendoza, P. (2020). *Informe Proyecto ARCLim: Hidrología*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el MMA a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago. <https://arclim.mma.gob.cl/media/informes Consolidados/09 Hidrologia.pdf>.
- Vivas, D. (2022). Siembra y cosecha de agua. Crianza del paisaje andino a través de infraestructura natural para la seguridad hídrica. *Arquitecturas vivas, Decolonizar*. Vol 110. 72-83. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962022000100072>.
- Xu, Q. (2022). Theory and practice of landslide monitoring and early warning. *Disaster Reduct.* 19, 34–37.
- Zúñiga, F., Jaime, M., & Salazar, C. (2021). Crop farming adaptation to droughts in small-scale dryland agriculture in Chile. *Water Resources and Economics*, 34, 100176.

Cerrando la brecha de acceso al agua

Rutas de Adaptación en Regiones Vulnerables



Socios estratégicos en Chile



Socios internacionales



Financian

Proyectos ANID Fondecyt 3220447 // SSHRC n° 895-2022-1016



SSHRC CRSH