



# Justicia climática y acceso al agua en San José de Maipo, Chile

Climate justice and water access in San José de Maipo, Chile

## Historial del Artículo

### Recibido:

22 de noviembre de 2024

### Revisado:

26 de diciembre de 2024

### Aceptado:

27 de diciembre de 2024

Kate Altemus Cullen<sup>a</sup>, Arlé P. Kröll<sup>b</sup>, Eduardo Panguinao Roldán<sup>c</sup>,  
Maria Christina Fragkou<sup>d</sup>, Anahí Ocampo-Melgar<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Filiación: UC Berkeley. Correo: kate\_cullen@berkeley.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7624-8964>

<sup>b</sup> Filiación: Investigadora independiente. Correo: arle.kroll.av@gmail.com

<sup>c</sup> Filiación: Ciem Aconcagua. Correo: eduardoroldan90@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0605-1733>

<sup>d</sup> Filiación: Universidad de Chile. Correo: mariac.fragkou@uchilefau.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6831-4549>

<sup>e</sup> Filiación: Universidad de Chile. Correo: anahi.ocampo@uchile.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3135-6037>

## Palabras clave

Adaptación, agua potable,  
cambio climático, planificación

## RESUMEN

Mientras las comunidades de todo el mundo reciben los impactos crecientes del cambio climático, residentes y tomadores de decisiones a nivel local negocian, definen y planifican estrategias de adaptación. En Chile, la Ley Marco de Cambio Climático 21.455 (2022) exige que los municipios desarrollen planes de acción climática. Ante una sequía extrema de 14 años, la disminución del manto de nieve y el retroceso de glaciares, estudiamos el acceso al agua potable y para subsistencia y la adaptación justa al cambio climático en San José de Maipo, municipalidad montañosa ubicada en las cabeceras de Santiago. Realizamos 22 entrevistas con vecinos, asociaciones de agua potable rural (APRs o SSRs), funcionarios, colectivos informales y grupos de defensa del agua y asistimos como observador participante a 12 eventos comunitarios. Encontramos que los participantes están muy preocupados por el cambio climático, que vinculan a la sequía, el retroceso glaciar, la pérdida de nieve y eventos de lluvias extremas que interrumpen fuentes de agua potable y agricultura de subsistencia. La contaminación derivada del extractivismo, el sistema de derechos de agua, el aislamiento geográfico y la capacidad institucional limitada configuran su vulnerabilidad a una realidad cada vez más desafiante para el suministro y acceso del agua. La formación de nuevas APRs, el aumento de la educación medioambiental, las soluciones basadas en la naturaleza, conservación de glaciares y humedales, y los cambios en la gobernanza del agua fueron las soluciones para una adaptación justa propuestas con más frecuencia y están respaldados por la literatura como eficaces.

## Keywords

Adaptation, drinking water,  
climate change, planning

## ABSTRACT

As communities around the world are increasingly impacted by climate change, local residents and decision makers are negotiating, defining, and planning adaptation strategies. In Chile, the Climate Change Framework Law 21.455 (2022) requires municipalities to develop climate action plans. In the context of a 14-year extreme drought, diminishing snowpack and receding glaciers, we studied access to drinking and household subsistence water and just adaptation to climate change in San José de Maipo, a mountainous municipality located at the headwaters of Santiago. We conducted 22 interviews with neighbors, rural drinking water associations (APRs or SSRs), officials, informal collectives, and water advocacy groups, and attended 12 community events as participant observers. We found that participants are very concerned about climate change, which they link to drought, glacial retreat, snow loss, and extreme rainfall events that disrupt drinking water sources and subsistence agriculture. Pollution from extractivism, the water rights system, geographic isolation and limited institutional capacity shape their vulnerability to an increasingly challenging reality for water supply and access. The formation of new APRs, increased environmental education, nature-based solutions, glacier and wetland conservation, and changes in water governance were the solutions for just adaptation most frequently proposed by participants and are supported by the literature as effective.

## Introducción

Este estudio se desarrolla en la municipalidad de San José de Maipo, ubicada en la Región Metropolitana de Chile, en la cual residen 18.189 habitantes según el censo de 2017 (INE, 2017). Como se destaca en la Figura 1, San José de Maipo puede caracterizarse como un entorno montañoso típico de latitudes medias, influenciado principalmente por patrones estacionales de temperatura y precipitaciones (Santis et al., 1999). Es importante entender el rol de esta zona dentro de la Región Metropolitana, al estar en la cabecera de la cuenca del Maipo, fuente de agua para la Santiago, la capital del país (Vicuña & Bustos, 2016), así como para la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica, la minería y otras actividades industriales de la zona (DGA, 2021).

En términos de cambio climático, esta región, al igual que otras zonas andinas, ha experimentado en las últimas décadas una tendencia constante al retroceso de glaciares (Ayala et al., 2020; Dussaillant et al., 2019;). Lo anterior se comprende bajo un contexto donde la región central de Chile ha sido severamente afectada por una megasequía, caracterizada por déficits de precipitación de entre un 20% y un 40% (Garreaud et al., 2020). Esta sequía extrema junto con ser la más prolongada registrada, ha tenido importantes repercusiones en la disminución de los caudales de los ríos, niveles de los lagos, la incidencia de incendios, la salud de la vegetación y otros aspectos clave (Barria et al., 2021; Garreaud et al., 2020; Miranda et al., 2020). La intensidad y duración de la megasequía, vinculadas al cambio climático (Boisier et al., 2016; Boisier et al., 2018), se entrelazan con las decisiones humanas, intensificando en muchos casos los impactos. Entender la proporción de la causa de un impacto al cambio climático versus la acción humana, requiere estudios específicos de atribución y un análisis profundo de la historia de cada contexto que permitan entender el vínculo entre vulnerabilidad e impacto (Barria et al., 2021; Ocampo-Melgar et al., 2022).

Dentro de los esfuerzos institucionales para enfrentar el cambio climático, la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), promulgada en junio de 2022, establece que los 345 municipios del país deben desarrollar planes de acción climática a nivel comunal. Estos planes tienen el propósito de generar iniciativas concretas tanto de mitigación como de adaptación a nivel local, incluyendo la elaboración de diversas iniciativas de planificación a nivel regional y nacional para enfrentar y responder a los déficits hídricos en todo el país. Entre estas se encuentran la Política Nacional de Recursos Hídricos, el Plan Nacional

de Adaptación al Cambio Climático y el Plan Nacional de Sequía (Prieto et al., 2019). A nivel de cuencas, la Dirección General de Aguas (DGA) desarrolló un Plan Estratégico de Gestión de Recursos Hídricos, que tiene un objetivo indicativo y se enfoca principalmente en la gestión de la demanda, aunque también considera escenarios posibles de cambio climático futuro y estrategias que podrían clasificarse como medidas de adaptación (DGA, 2021). Otros esfuerzos han incluido procesos de reflexión entre tomadores de decisión a distintas escalas, aunque estos no han contado con una obligatoriedad en su implementación. Uno de los esfuerzos fue entre la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua y el grupo Promotor del Fondo del Agua de la cuenca del río Maipo que trabajaron desde 2017 para el diseño del Fondo de Agua Santiago Maipo, que fue creado a finales del 2019 (TNC, 2020). Otro esfuerzo fue el proyecto MAPA: Maipo Plan de

Adaptación que desarrolló planes de adaptación con elementos participativos para definir el concepto de vulnerabilidad y su relación con el concepto de seguridad hídrica (Ocampo-Melgar et al., 2016; Vicuña & Bustos, 2016). Finalmente, la empresa sanitaria Aguas Andinas, que abastece a la ciudad de Santiago y que tiene sus fuentes en el Cajón del Maipo, también ha implementado estrategias propias dada la menor disponibilidad de agua de sus fuentes, como el embalse El Yeso, y el aumento en los episodios de aluviones que afectan la turbidez del agua, comprometiendo en gran medida la calidad de las mismas para el consumo humano, especialmente en la población que hace uso de estas de manera directa. Estas estrategias incluyen la construcción de reservas de agua cruda (sin potabilizar) y campañas de educación destinadas a reducir el consumo en la zona urbana (Aguas Andinas, 2023).

En el contexto de la planificación del cambio climático, en este estudio nos enfocamos en la adaptación a los efectos del cambio climático específicamente a la gestión del agua potable en San José de Maipo, siendo este recurso un derecho humano básico y la base de la vida. Nuestro análisis busca reconocer la necesidad de posicionar como eje centrar la equidad y los derechos humanos en la toma de decisiones en las acciones sobre el cambio climático (Harlan et al., 2015), es por esto que nos posicionamos desde la perspectiva de la justicia climática. El término justicia climática engloba varias definiciones a través de diversas corrientes geográficas y escalas que señalan las injusticias desde el quién es responsable de la crisis climática y quién experimenta sus impactos, tensionando a su vez el quién tiene poder en la toma de decisiones sobre las acciones necesarias para responder a dicho

cambio (Dietz et al., 2020). De esta perspectiva, es importante notar en el contexto de nuestro estudio que el cambio climático se superpone a un mundo marcado por desigualdades socioeconómicas y de acceso al agua (Mills-Novoa et al., 2022a), en donde casi una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable segura (UNICEF & WHO, 2019), situación que está en vías de erosionar muchos de los logros de las últimas décadas en torno a la continuidad, seguridad y asequibilidad del acceso al agua potable (Mills-Novoa et al., 2022a; Roy et al., 2018).

El objetivo principal de la adaptación al cambio climático desde la perspectiva de justicia climática es reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia frente a los peligros asociados a este fenómeno (Adger, 2006). En este contexto, los principales riesgos incluyen la sequía, el retroceso de glaciares y de nieve, los deslizamientos de tierra, los eventos de turbidez y otros acontecimientos similares. La comprensión y abordaje de las causas e implicancias de estas vulnerabilidades mejora significativamente las estrategias de adaptación (Ocampo-Melgar et al., 2022). Por esto, un aspecto clave en este proceso es comprender que esta vulnerabilidad es diferencial en la medida que, incluso dentro de una misma comunidad, el cambio climático tiene impactos desiguales en las poblaciones:

La vulnerabilidad humana diferencial frente a peligros ambientales resulta de una serie de factores sociales, económicos, históricos y políticos, todos los cuales operan a múltiples escalas. Aunque la adaptación al cambio climático ha sido el enfoque dominante en las agendas de políticas e investigación, es esencial también cuestionar por qué algunas comunidades y personas están desproporcionadamente expuestas y afectadas por las amenazas climáticas. (Thomas et al., 2018, p. 1, traducción propia)

Entre los aspectos centrales que se ven afectados se encuentran el acceso a recursos, la gobernanza, la cultura y el conocimiento como elementos clave para entender y responder a estas desigualdades. Por ejemplo, tanto a nivel global como en Chile, las mujeres son más afectadas por la sequía, ya que a menudo tienen la responsabilidad de gestionar el agua, cocinar, cuidar a la familia, esperar la llegada de camiones aljibe y realizar otras tareas domésticas relacionadas (Salinas & Becker, 2022). Hay autoras que señalan una persistencia de roles de feminidad hegemónicos en la zona, particularmente aquellos relacionados a labores domésticas que responden a estereotipos de género tradicionales. A partir de aquello concluyen que existe una presión social sostenida en estas costumbres y roles tradicionales que sostienen roles de género normativizados

(Peralta, 2021). Teniendo en cuenta lo anterior, se puede reconocer que en San José de Maipo las estrategias de adaptación al cambio climático tienden a excluir en gran medida el análisis de la vulnerabilidad diferencial (Mills-Novoa et al., 2017).

Para abordar esta brecha y entender cómo las comunidades son vulnerables de forma diferente a una sequía u otro evento extremo que se intensifica con el cambio climático, primero tenemos que entender cómo acceden al agua las diferentes poblaciones en la actualidad y cómo difieren estos modos. En el caso del territorio que se desarrolla el estudio, la gestión del agua potable ha tenido que ser resuelta por comités voluntarios de vecinos, muchos de los cuales han enfrentado desafíos económicos, organizacionales y tecnológicos, incluso antes del inicio de la megasequía. De acuerdo al censo del INE (2017) y el estudio “Pobres de Agua”, el 59% de la población rural de la región Metropolitana se abastecían de agua potable de algún tipo de organización social, mientras que el resto eran comunidades dispersas con acceso informal a agua potable, como pozos, camiones aljibes y ríos (Morales et al., 2019).

Un plan de adaptación eficaz tiene en cuenta cómo las comunidades y los hogares acceden en estas maneras diferentes al agua potable como un componente de sus diferentes vulnerabilidades y trabaja para reducir estas vulnerabilidades en una manera equitativa. En el desarrollo de estos planes, es importante recordar que los planes de adaptación informan y son informados por procesos sociopolíticos que tienen importantes implicancias para las vidas humanas y no humanas, las cuencas hídricas y los ecosistemas que buscan gobernar, como lo señaló un estudio que comparó la planificación de adaptación climática del agua en la Región Metropolitana y Piura, Perú (Mills-Novoa et al., 2017). La planificación, financiamiento, implementación y mantenimiento de estrategias de adaptación al cambio climático exitosas ocurren en múltiples escalas, desde el nivel internacional hasta el nivel doméstico (Adger et al., 2005; Barrett, 2013; Mills-Novoa, 2022b). En el caso de San José del Maipo, es importante la consideración de la vinculación entre las distintas demandas (agua, minería, energía, turismo, ganadería), la gobernanza y su impacto en el estado de la cuenca (Orellana et al., 2024).

Sin embargo, existe una falta de investigación empírica sobre enfoques de “adaptación basada en comunidades” (Sánchez-Gómez et al., 2024) y participación ciudadana en los planes de adaptación al cambio climático (Fischer et al., 2021) en la zona de estudio. Tomando en cuenta este contexto, un enfoque local que incorpore las perspectivas

de los residentes que viven esta realidad puede abordar los riesgos climáticos de manera más efectiva, fortalecer su capacidad de agencia y reducir su vulnerabilidad (Barrett, 2013). De esta manera, surge la necesidad de que la participación de comunidades sea de carácter vinculante y no meramente consultiva, como está actualmente estipulado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2023). La adaptación está profundamente relacionada con la imaginación y la visión del futuro (Mills-Novoa et al., 2022b). En este sentido, el discurso y las narrativas, como aquellas centradas sobre los glaciares y la pérdida de hielo, influyen en las visiones y planes de adaptación al cambio climático (Moulton et al., 2021) y la manera en que las comunidades se articulan con la temática. Con base en lo anterior, abordar la perspectiva de los actores locales implicados en la gestión hídrica resulta fundamental para comprender la manera en que se comprende esta labor y proponer iniciativas de adaptación que estén enraizadas en los contextos y actores claves de San José de Maipo.

## Materiales y métodos

Mediante una revisión de literatura académica y gris, la realización de entrevistas y observación participante en una serie de instancias colectivas, recopilamos y analizamos percepciones sobre eventos meteorológicos extremos, el cambio climático, problemas del acceso al agua potable y cómo estos problemas han afectado a la vida y gestión del agua en San José de Maipo. A pesar de que el vínculo entre cambio climático y los efectos a escala local requiere de estudios de atribución y seguimiento a largo plazo, este trabajo se enfoca en fenómenos que ya han sido vinculados a este fenómeno, como el aumento de la intensidad de la sequía, la pérdida de glaciares y nieve, y los fenómenos climáticos extremos que causan deslizamientos de tierra o inundaciones.

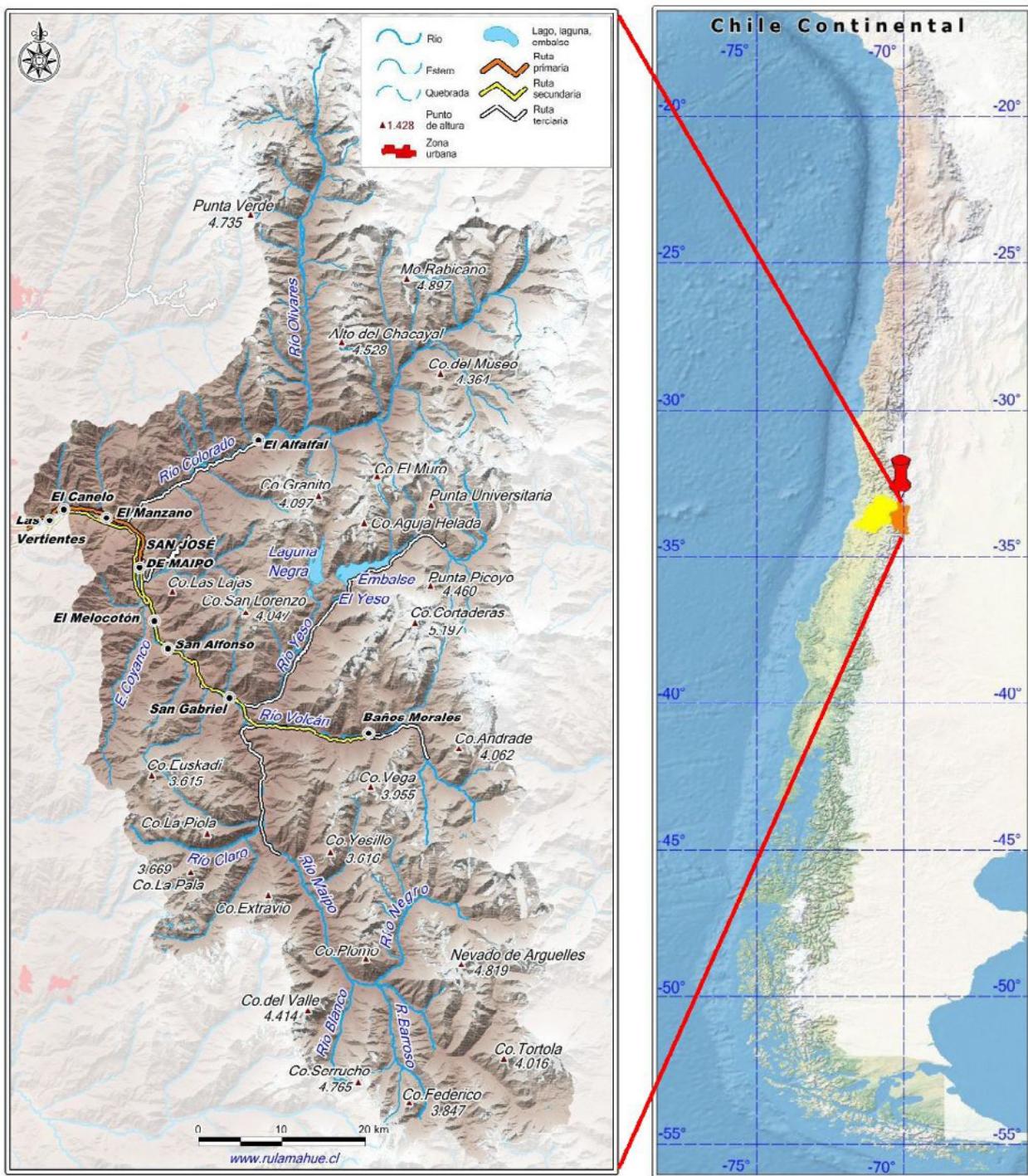
La información se recopiló a través de 22 entrevistas semiestructuradas realizadas durante 2023 y 2024 con asociaciones de agua potable rural (APR), juntas de vecinos, colectivos informales de agua en los barrios, organizaciones de usuarios de agua (OUA), grupos de defensa del agua, funcionarios municipales y una empresa sanitaria, para entender su percepción sobre estos fenómenos y las respuestas de adaptación. Triangulamos y profundizamos estos hallazgos con notas de campo de observación participante de 13 eventos públicos con estos actores, como reuniones comunitarias, ferias comunitarias, recorridos de infraestructura y eventos de monitoreo de ríos con ciencia ciudadana de un grupo local. Bajo la Ley 20.998 de Servicios Sanitarios Rurales de 2020, APRs ahora se llaman Servicios Sanitarios Rurales. En este

artículo nos referimos a ellos como APRs para reflejar la terminología con la que se usan coloquialmente los actores localmente en este momento.

La toma de muestras de las y los entrevistados fue a través de un muestreo intencional donde elegimos situaciones e individuos claves “a fin de proporcionar información que sea de particular relevancia para tus preguntas y objetivos, pero que no puede obtenerse por medio de otras opciones” (Maxwell, 2019, p. 138). Por tanto, la selección se basó en el conocimiento de nuestros interlocutores sobre el manejo y gestión del agua potable en zonas rurales de la comuna del Cajón del Maipo, lo que nos permitiría responder a nuestras preguntas y objetivos específicos. En este sentido, y dado el carácter intencionado de nuestro muestreo, establecimos algunos criterios de selección (Canales et al., 1994). El primero de estos tiene relación con el cumplimiento de un rol de relevancia dentro de alguna asociación encargada de la gestión y distribución del agua potable, sean estas APR u organizaciones no reguladas. Otro criterio de relevancia fue la presencia o el trabajo de la asociación dentro de las zonas rurales de la comuna de San José de Maipo, siendo el área de estudio y zona principal que abastece de agua potable al resto de la región Metropolitana. Hubo una intencionalidad por aplicar criterios de igualdad de género en la participación, así, considerando el carácter de estas asociaciones y el contexto en el que se ubican, se obtuvo una participación de 16 Mujeres y 17 hombres a través de 22 entrevistas (5 entrevistas eran grupales debido al carácter del liderazgo de sus organizaciones). En cuanto a criterios etarios, intentamos hablar con una amplia variedad de adultos de la región, desde participantes de los 20 a los 80 años. Por otro lado, la participación de eventos públicos se dio dada la conveniencia de las y los investigadores para asistir, ya sea que fuesen invitados directamente o fueran de convocatoria abierta.

En este estudio, seguimos estrictos protocolos de ética en la investigación aprobados por la Junta de Revisión Institucional (Institutional Review Board) de la Universidad de California, Berkeley con el número de aprobación 2022-10-15710. Los/las participantes fueron invitados/as a través de correo electrónico o WhatsApp, con la mitad identificados en línea a través de páginas públicas (por ejemplo, aquellas pertenecientes a la municipalidad y algunas APR) y la otra mitad identificados a través de la recomendación de un participante anterior, siguiendo un método de “snowball”). Antes de comenzar la entrevista, la entrevistadora ofreció a los/las participantes una visión general del proyecto y de los objetivos de la investigación y explicó cómo se guardaría la información de la entrevista

Figura 1. Comuna de San José de Maipo (mapa base con fondo coloreado)



Fuente: adaptado de Dutkiewicz (2024). Mapa creado y publicado para uso abierto y gratuito por Christoph Johannes Albers Dutkiewicz (Geógrafo, Foike SpA). Reproducido con solo el cambio de las líneas rojas conectando los dos mapas y cumpliendo con las normas de reproducción de Creative Commons. Accesible por la página de web “Atlas de las Regiones, Provincias y Comunas de Chile: Mapas y planos para compartir”, <https://www.rulamahue.cl>. (Dutkiewicz, 2024).

de forma segura, anónima y utilizada en la investigación. Preguntó a los participantes si tenían alguna duda, les pidió su consentimiento informado verbal para ser entrevistados y, además, para su voz de ser grabado, y les aseguró que podían pausar la entrevista en cualquier momento si se sentían incómodos/as. Como consideraciones éticas, el presente artículo no nombra a ninguno/a de los entrevistados/as. Las grabaciones anonimizadas se transcribieron inicialmente con el programa Sonix.ai y luego los investigadores hicieron una revisión manual para corroborar la exactitud.

Las transcripciones de entrevistas y los apuntes de la observación participante fueron analizadas en Microsoft Word con una metodología de análisis de contenido a través de una codificación cualitativa de carácter deductivo, donde “las categorías están establecidas a priori, siendo función del investigador adaptar cada unidad a una categoría ya existente” (Rodríguez et al., 2005, p. 141). Elegimos esto porque queríamos responder firmemente a nuestra determinada pregunta de investigación, a la que llegamos para responder a las preguntas, prioridades y solicitudes de información que las/los participantes plantearon consistentemente durante el proceso de las entrevistas y luego en contacto continuo con ellas/os. Para responder a todas las partes de nuestras preguntas, llegamos a cinco categorías de codificación: (1) formas de acceder y gestionar el agua potable e identificación de desafíos, (2) experiencias u observaciones de eventos climáticos extremos, (3) percepciones sobre el cambio climático, (4) adaptaciones y cambios ya realizados en la gestión del agua, así como (5) ideas y prioridades para soluciones futuras.

En cuanto a la revisión bibliográfica realizamos una búsqueda sistemática a partir de palabras claves en los principales portales donde se indexan los artículos y libros de producción científica (Scopus, WoS, Repositorio de la Universidad de Chile, Red de Repositorios Latinoamericanos), además de la revisión de noticias y otros documentos de relevancia para la problemática de investigación, todo esto en un marco de 20 años pues, al tratarse de una temática que ha ido avanzando con el tiempo, consideramos relevante la perspectiva de años pasados. La información bibliográfica, posteriormente a su búsqueda, fue registrada y sintetizada, lo que nos permitió la contextualización de cada entrevista, el contraste de información y el refuerzo científico de algunas opiniones de actores locales, logrando la triangulación de la información. En términos de validación de resultados, nuestro equipo participó en una reunión de la comunidad local a finales de 2024 con varios/as participantes de la investigación presentes para validar nuestros resultados emergentes a un nivel amplio. En 2025, organizaremos

grupos focales (*focus groups*) con las/los participantes para validar y divulgar más formalmente estos resultados como parte del trabajo continuo.

## Resultados

### I. Contexto del acceso al agua potable

El acceso al agua potable en el Cajón del Maipo enfrenta diversos desafíos a pesar de ser una zona que abastece hídricamente a la Región Metropolitana de Santiago. Aunque algunos sectores tienen acceso a APRs con pozos profundos o conexión a la red de la empresa Aguas Andinas, otros dependen de tomas de agua informales (canales, esteros y norias) lo que provoca que estén más expuestos a eventos extremos. En lugares como El Toyo, Baños Morales y Lo Valdés, las captaciones precarias están expuestas a erosión, riesgo de inundaciones y aluviones. Además, el aumento del consumo en verano por el turismo y actividades recreativas, como el uso de piscinas, genera presión sobre este sistema según los entrevistados: “En el verano...muchas vacaciones”, lo que dificulta satisfacer la demanda, aunque la disponibilidad de agua no sea un problema principal.

Las/os entrevistadas/os señalan que “el camión aljibe trabaja mucho”, lo que evidencia la dependencia de este recurso en comunidades que no cuentan con agua potable: “Hay muchas comunidades que no tienen agua potable... se alimentan de agua de vertiente y tienen que buscarla”. Este problema se ha agudizado con el tiempo; el municipio ha pasado de operar un camión aljibe hace 25 años a mantener una flota de cuatro camiones, además de un camión exclusivo arrendado para la APR Santa María del Estero, financiado por el Ministerio del Interior. La falta de gobernanza es señalada como un obstáculo para la adaptación y resiliencia. Un entrevistado destacó: “Lo que me falta para adaptarnos es una visión...un Estado más presente, con soluciones”. Además, desde 2020 el Estado dejó de invertir en la reparación de tomas, alegando altos costos y pérdidas económicas. En este contexto, las variaciones en el acceso al agua reflejan desigualdades significativas entre diferentes zonas del Cajón del Maipo.

Diferentes actores en San José de Maipo contextualizan sus comentarios explicando la importancia de esta comuna como fuente de agua para la Región Metropolitana: “Prácticamente es la reserva del agua de acá de la Región Metropolitana, porque acá el Maipo abastece de agua a toda la región”. Sin embargo, expresan lo injusto de vivir en las nacientes del río y que muchas personas locales no tengan acceso a agua potable, por lo que la municipalidad

ha tenido que pagar a una empresa externa que extrae agua de la zona sin costo, y así brindar una alternativa de acceso al agua a la comunidad. Como mencionó un entrevistado “entonces, hoy día la municipalidad tiene que pagar a la empresa para entregar esta agua a la gente más vulnerable”. Como mencionó otra entrevistada: “Aparte de que tenemos tres centrales eléctricas, pagamos la luz más cara. El agua es vida. Donde hay agua, hay vida. Entonces no podemos, no podemos estar sin agua. Y aquí han llegado muchas empresas a lucrar con el agua.”

## II. Vulnerabilidad a eventos extremos y el cambio climático

A través de las entrevistas, la observación participante y la revisión de la literatura encontramos algunos temas que indican la vulnerabilidad de las poblaciones y la cuenca hidrográfica a la megasequía y al cambio climático. En resumen, estos son: el impacto social y ambiental de la minería y el sector hidroeléctrico, el marco legal de agua, diferencias grandes entre comunidades en el acceso al agua potable, la deficiente capacidad institucional, los recursos limitados y el aislamiento geográfico.

Uno de los participantes relaciona el extractivismo y el cambio climático como elementos clave que han agravado conjuntamente el problema de acceso al agua, resumiendo la perspectiva de muchos otros: “Nunca habíamos tenido dramas del agua. Y aquí llegan dos casos. Uno, las grandes empresas y el otro el sistema climático, que eso ya lo estamos”. Continuó que el cambio climático está afectando todo el mundo, pero en San José de Maipo hay una culpa adicional de “las grandes empresas... qué pasó cuando vino el Alto Maipo empezó a hacer la construcción, empezó a hacer caminos y a detonar todo empezó a caer al estero, empezó a contaminar el agua”.

De hecho, otros estudios académicos en esta región han llegado a la misma conclusión. Bauer (2015) sostiene que uno de los principales conflictos hídricos en Chile se centra en el uso del agua del río Maipo, disputado entre el proyecto hidroeléctrico Alto Maipo, y los usos históricos, como el abastecimiento de la ciudad de Santiago y de las comunidades locales, como también las necesidades de las actividades económicas de la zona, como el turismo. Este conflicto ha profundizado la vulnerabilidad al cambio climático en la cuenca del Maipo al desestabilizar los sistemas de aguas subterráneas durante su construcción con, por ejemplo, la construcción de túneles, lo que ha afectado a las APRs y las aguas superficiales (Salinas & Becker, 2022), además de debilitar el tejido social en el Cajón del Maipo (Borgias, 2018).

Se estima que el proyecto también reducirá los caudales en las áreas donde se desvíe el agua y contribuirá a la sedimentación del lecho del río, afectando la calidad de vida, el medio ambiente y la economía local en base al turismo. Todo esto se suma a los desafíos ya existentes, como la escasez hídrica y el deshielo acelerado (Cortez, 2019; Salinas & Becker, 2022). En resumen, las perspectivas locales que escuchamos en las entrevistas están también reflejadas en lo planteado por otra literatura académica utilizada para el desarrollo de esta investigación; Alto Maipo ha contaminado las fuentes locales de agua potable y ha desestabilizado glaciares mediante explosiones para la construcción de túneles, profundizando la vulnerabilidad de la población frente al cambio climático.

Al otorgar derechos privados sobre el agua, el Código de Aguas, ha permitido la sobreexplotación de agua por parte de grandes actores de los sectores económicos, dando un mayor control del recurso a los agricultores a gran escala a costa de la equidad social y la sostenibilidad ambiental (Budds, 2004; Prieto et al., 2019), en palabras de un entrevistado:

Y uno ve los cerros plantados paltos, limonero, naranjo, parrones, almendros, nogales. Entonces, claro, si bien es cierto eso produce también actividad, produce empleo, pero, por otro lado, nos ha ido quitando la posibilidad a los que accedíamos al agua, ya no la estamos teniendo.

Esto también ha intensificado la vulnerabilidad a la escasez de agua en San José de Maipo, como señalan Álvarez Garretón et al. (2023) “el mayor uso de agua ha tenido un efecto amplificador en los niveles de estrés hídrico durante 2010-2020, intensificando significativamente el impacto de la megasequía” (p. 22). Además, la pérdida de uso del suelo ha provocado la desaparición de modos de subsistencia tradicionales, como la arriería, y ha hecho que el bosque esclerófilo de Chile central sea más vulnerable a la sequía y los incendios forestales.

Los eventos extremos como lluvias y nevadas intensas representan un desafío para las personas del Cajón del Maipo. En estos casos, la capacidad de respuesta del municipio es limitada. Por ejemplo, la oficina ambiental cuenta con solo dos personas en 2023, mientras que el área que cuida el municipio es aproximadamente la tercera parte del tamaño de la Región Metropolitana. El rápido acceso a carreteras y medios de comunicación son elementos claves para responder frente a las crisis, considerados elementos de capacidad adaptativa (Cinner et al., 2018). El Cajón del Maipo es un claro ejemplo de

cómo los desastres pueden aislar comunidades, atrapando a las personas durante inundaciones y deslizamientos de tierra. En estos casos, los pueblos aislados no pueden acceder a servicios médicos de rutina o emergencias. Por ejemplo, una participante subrayó que pacientes que requieren diálisis o tratamientos contra el cáncer quedan completamente incomunicados.

Participantes de las entrevistas mencionan de manera ocasional los incendios como uno más entre la larga lista de crecientes problemas socioambientales de la región relacionados con el cambio climático. En el contexto de este estudio, centrado en el acceso al agua, no se planteó como una de las principales inquietudes al momento de desarrollar dichas entrevistas. Sin embargo, comprendemos que los incendios son una preocupación creciente dentro de la comunidad local, por lo que deben ser considerados en los planes de adaptación al cambio climático. Por ejemplo, Castillo et al. (2020) muestran que la concentración de vías de acceso, tipo y ubicación de construcción en San José de Maipo contribuyen a una mayor vulnerabilidad frente a los incendios forestales. Además, existe una normativa débil respecto a las actividades de construcción, concentrada en actualización de las reglamentaciones constructivas, el emplazamiento de edificaciones y permisos para la concesión de espacios habitables. Como también las falencias latentes de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial locales (Castillo et al., 2020).

### III. Percepciones y experiencias del cambio climático y eventos meteorológicos extremos

La totalidad de participantes expresó una gran conciencia y preocupación sobre el cambio climático, percibiéndolo como un factor transversal de desafío. Las experiencias en torno al cambio climático más mencionadas fueron la pérdida de nieve, vegetación seca por causa de la sequía e inundaciones extremas, por causa de isothermas altas y lluvias fuertes poco frecuentes. Como dice un participante: “El cambio climático se ha manifestado de varias formas...una es la sequía...también...eventos de turbiedad” que él relaciona con las lluvias. Sobre la frecuencia e intensidad hidrometeorológica de los fenómenos, los estudios científicos confirman que estos han aumentado. A continuación, se detallan cada uno de estos cambios percibidos:

- La pérdida de glaciares en la cuenca del río Maipo fue ampliamente destacada en las entrevistas realizadas. Esta cuenca alberga 1,264 glaciares con una superficie total de 450,84 km<sup>2</sup> y volumen estimado de agua de 14,05 km<sup>3</sup> según el inventario del año 2022 (IPG, 2022).

Las subcuenca (Olivares, Colorado, Yeso, Volcán y el Maipo Alto) presentan variaciones en sus características, pero la tendencia general desde 1955 ha sido negativa. Entre 1955 y 2016, el volumen de los glaciares disminuyó en una quinta parte (Ayala et al., 2020). Sabemos de estudios glaciológicos de la región que, históricamente, el aporte del derretimiento glaciar al caudal del río Maipo oscilaba entre el 11% y el 23% del total, junto con aportes de nieve, precipitaciones y flujo base de aguas subterráneas, pero esta contribución ha disminuido en las últimas décadas (Ayala et al., 2020). Si el cambio climático continúa avanzando al ritmo actual, se proyecta que el volumen de los glaciares se reducirá aproximadamente un 81% en comparación con su volumen en el año 2000. Además, el caudal proveniente de estos glaciares sería aproximadamente un 78% del promedio registrado entre 1955 y 2016 (Ayala et al., 2020).

- La pérdida del manto de nieve fue mencionada frecuentemente por las participantes del estudio. La disminución de las precipitaciones, junto con el incremento de las temperaturas, está provocando que las cuencas dependientes de la nieve pasen a estar dominadas por lluvias, un cambio que podría observarse en la cuenca alta del río Maipo. Este fenómeno conlleva una reducción en la capacidad natural de almacenamiento de agua en forma de nieve, lo que resulta en, particularmente cuando la demanda de agua es más alta, una menor disponibilidad hídrica durante la primavera y el verano.

Participantes de toda la comuna destacaron que las fuertes lluvias generan una alta turbiedad afectando la calidad del agua superficial y a veces también los pozos. Existe una experiencia compartida entre los participantes en relación al agua potable, señalando que “hay problemas cuando pasa el tema de los aluviones y la turbiedad”. Como resultado en algunos sectores “no podemos utilizar los filtros, quedamos sin servicio. Tenemos que acudir a ayuda de aljibes...últimamente ha pasado mucho...cuatro veces al año, quizás un poco más...siempre en invierno”. En este sentido, Díaz (2018) señala que la geomorfología del Cajón del Maipo, con sus valles glaciales y fluviales, incrementa la vulnerabilidad a eventos meteorológicos extremos, debido a que las fuertes lluvias pueden provocar aluviones, deslizamientos y escorrentía turbia, con graves consecuencias para la población y el ecosistema. Además, fenómenos como aluviones, crecidas de ríos y cortes de rutas generan aislamiento, aumentando las amenazas para la comuna. Durante el reciente episodio de inundaciones de junio de 2023, se registraron eventos que superan ampliamente los niveles históricos en la cuenca alta del río Maipo, incluyendo 256 puntos de remoción en masa

tipo flujos, 553 de erosión superficial, y docenas más de deslizamientos, caídas de rocas, e inundaciones fluviales (CIGIDEN, 2023). En lugares como Baños Morales, las/los participantes destacan que estas inundaciones han interrumpido las carreteras y los puentes, impidiendo a los residentes su libre desplazamiento. Es importante señalar que, además de los fenómenos meteorológicos extremos que se intensifican con el cambio climático, la hidromorfología y geomorfología de la cuenca, otros factores importantes para comprender la vulnerabilidad y el riesgo en este caso son la forma en que se construyen y mantienen las infraestructuras, los cambios en el uso del suelo y la densidad de vegetación que modifica la retención e infiltración de suelo.

Sobre incendios, un estudio reciente encontró que los incendios extremos en Chile durante el verano de 2023, así como la tendencia general en las últimas décadas de eventos de incendios más frecuentes e intensos, están relacionados con el cambio climático (Cordero et al., 2024).

Esto se debe al mayor potencial de ignición y propagación de incendios causado por altas temperaturas, baja humedad, sequedad y fuertes vientos, lo que aumenta la probabilidad de que, una vez iniciados, los incendios forestales se propaguen rápidamente (Cordero et al., 2024). Salinas & Becker (2022) recogen también la percepción de que en los últimos años, el Cajón del Maipo ha enfrentado incendios forestales de gran magnitud que han durado varios días, causando una pérdida significativa de patrimonio ambiental y natural, elementos clave para la crisis climática. Dicen: “En esto llevamos ya 8 años, 8 años en que todos los veranos hay un aluvión o un incendio” (Salinas & Becker, 2022, p. 115). En la comuna de San José de Maipo durante los años 1985 y 2022, se han producido aproximadamente 215 incendios, considerando un área de afectación total de 4.171,31 hectáreas, esto según los datos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (Escanilla, 2023, p. 29). Los sectores con mayores niveles de vulnerabilidad “están asociadas a los principales poblados de la Comuna...El Canelo – El Manzano – Guayacán – El Melocotón y San José de Maipo” (Castillo et al., 2020, p. 18).

#### IV. Adaptaciones y soluciones

Entre las adaptaciones que las/los entrevistadas/os consideran necesarias, se mencionaron iniciativas como la formación de APRs, mejoras en las redes de infraestructura hídrica, y la recolección de agua de lluvia, que ya se utiliza en algunos lugares. Sin embargo, los entrevistados señalaron la falta de apoyo para crear un nuevo APR (SSR) y cumplir con las nuevas exigencias de la Ley 20.998 de Servicios

Sanitarios Rurales. Se destaca la importancia de sensores, telemetría y acuerdos entre usuarios para redistribuir el agua en caso de escasez, tal como lo estipula el nuevo Código de Aguas: “Cuando se dicta un decreto de escasez... los usuarios tienen la obligación de sentarse y llegar a un acuerdo para asegurar el consumo humano”.

Además, campañas de educación, el uso de soluciones basadas en la naturaleza en la cuenca alta, y el fortalecimiento del Comité Ambiental Municipal para ampliar sus capacidades, la protección de glaciares y ecosistemas de una mayor extracción, y acceso a derechos de agua y tierra y una planificación territorial más justa y centrada en el ser humano fueron propuestos. Como ejemplo, la Ordenanza Municipal en Prevención y Mitigación de Incendios Forestales en San José de Maipo (2019) parece ser una forma importante y eficaz de utilizar políticas y planificación para reducir la vulnerabilidad.

En la Tabla 1 presentamos tres estudios de casos en diversos tramos geográficos de San José de Maipo para corroborar nuestros resultados e ilustrar en una forma más tangible la experiencia localmente.

#### Discusión y conclusiones

Este estudio presenta la problemática del acceso al agua potable en San José de Maipo, bajo un contexto de discusiones sobre una adaptación al cambio climático justa y el avance de una sequía extrema. Basándonos en un análisis de entrevistas y observación participante que captura las percepciones de actores locales claves en la gestión del agua potable en la comuna con la diversidad de formas en la que se lleva a cabo, identificamos un acceso desigual al recurso, lo cual se condice con lo propuesto por la bibliografía. Este acceso desigual, que se ve formado por factores como la minería, proyectos de hidroelectricidad, el aislamiento geográfico, la problemática legislación sobre el agua y la limitada capacidad de las instituciones del Estado en el manejo del servicio, hace que algunas poblaciones sean más vulnerables y expuestas a eventos cada vez más extremos vinculados con el cambio climático. Como resultado de lo anterior, un número cada vez mayor de comunidades entrevistadas dependen de los camiones aljibe para suministrar el recurso en algunos casos de forma continua y en otros durante períodos significativos cuando su fuente de agua está demasiado turbia o contaminada. Además, dado el carácter de sitio turístico del lugar, la presión sobre los sistemas suele incrementarse durante el verano debido al mayor uso de las redes y fuentes de agua.

**Tabla 1**

Estudios de caso de diversos tramos de San José de Maipo

**1. Camino principal del Cajón del Maipo (Camino al Volcán)**

**Percepciones y experiencias del cambio climático:** los habitantes y dirigentes de las APRs han expresado que el cambio climático es un problema grave en general y que han visto cambios grandes a través de sus vidas en las condiciones climáticas, pero que hasta la fecha no ha afectado a las APR que se abastecen de agua subterránea. Las temperaturas y la disponibilidad de nieve han cambiado drásticamente en las últimas décadas. Una participante expresó un punto que se planteó a menudo: "Los inviernos antes eran inviernos, ya hace 30 años había nieve hasta aquí... no hay nieve en la alta cordillera". Una otra participante dijo que "el cambio climático es un problema grande" y también que "no ha habido cambios" significativos en el acceso al agua durante la megasequía. Varias participantes respondieron que los efectos del cambio climático son visibles en otros aspectos. Las altas temperaturas están afectando el ciclo de la nieve: "Estos calores se nos derrite la nieve antes de tiempo".

**Percepciones y experiencias de eventos extremos, más ampliamente:** en el caso de las APRs que utilizan pozos subterráneos, no reportaron problemas significativos tras las inundaciones de junio de 2023: "con la última lluvia que hubo, el 23 de junio, subió considerablemente el nivel del pozo." Dos APRs que dependen de agua subterránea señalaron no haber enfrentado problemas graves de fallas en el suministro. Además, los aluviones han dejado una huella significativa en comunidades como San Alfonso donde el 30 de enero de 2021 un evento extremo causó graves daños: "Un aluvión muy grave...fue tremendo... bajaron torrentes de agua, tierra, piedra y dejaron así de alto...fue gravísimo...perdimos mucha infraestructura". Aunque han implementado nuevas medidas de ingeniería, la turbiedad del agua sigue siendo un desafío constante: "Si hay una lluvia muy fuerte o lo que sea, ya se enturbia el agua y nosotros no podemos funcionar". En el caso de una APR que usa agua superficial, indicaron que este problema ocurre con mayor frecuencia en invierno, hasta cuatro veces al año.

**Adaptaciones y soluciones:** algunas APRs atribuyen su relativa resiliencia, en comparación con otras APRs, a una combinación de infraestructura adecuada e institucionalidad. Indicaron que un pozo profundo de 52 metros, recursos recibidos para un proyecto con la DOH en 2022, y la capacidad organizativa a través de la asociación APRIN (Asociación de Agua Potable Rural Intercomunal Región Metropolitana) han sido clave. Además, han implementado campañas para promover el uso responsable del agua, destacando su enfoque en la educación y la sostenibilidad. Entre las ideas de adaptaciones y soluciones futuras, mencionaron iniciativas como la recolección de agua de lluvia, la reutilización del agua, que consideran "algo fundamental", y la incorporación de sistemas de reutilización en las nuevas viviendas. Enfatizaron la necesidad de formar un directorio de canalistas para mejorar la comunicación y la gestión del agua a nivel local. Estas propuestas reflejan un compromiso con la adaptación frente a los desafíos actuales y futuros.

**2. Los Maitenes y El Alfalfal**

**Percepciones y experiencias del cambio climático:** en términos de nieve, caudal de los afluentes y verdor de la vegetación, los residentes han observado cambios significativos a lo largo del tiempo. Un entrevistado señaló que en la zona "antes eso era pura nieve. Si ahora ya no hay nieve en ninguna parte...no ha nevado en todo el año." También que: "aquí los viejitos...conocen todo para adentro y dicen que ya no los glaciares ya se van a perder con los años". Un otro residente de forma parecida señaló: "El año pasado, 12 años que aquí en esta fecha no había nieve en esos cerros...uno antes veía agua todo el año po, ahora ya en febrero, marzo, los esteros ya están muy chiquititos... todo el año traía como harta agua, pero ahora no, ya en febrero, marzo ya estamos peliglando para empezar no la temporada".

**Percepciones y experiencias de eventos extremos, más ampliamente:** sin embargo, las lluvias de 2023 han traído algo de alivio: "El otro día no más fui hacia la cordillera y vi cosas que no veía hace años, por ejemplo, aguas corriendo, que yo muchos años que no veía. El campo verde por todas las lluvias que hubo este año... el año pasado y el antepasado se secaron muchos árboles donde no llovió, pero este año uno ve y todo lindo porque todo verde". Aunque este año las lluvias mejoraron temporalmente la situación, las preocupaciones persisten: "Por suerte este año ha estado más, no tan al debe con el agua porque llovió. Llovió mucho, pero con el calor se derrite rápido la nieve... las empresas han atentado contra los glaciares que han dinamitado".

**Vulnerabilidad a eventos extremos y el cambio climático:** los sistemas de agua de los residentes, que históricamente eran sistemas artesanales que captan agua directamente de vertientes y esteros, sin cantadores o estanques adecuadas, enfrentan problemas cada vez más frecuentes debido al deshielo estacional y eventos de lluvia intensa. Según un residente: "Siempre los problemas del estero es el deshielo, que ya empieza en diciembre, enero... con los calores... empieza la turbiedad del agua y cuando llueve mucho o nieva también se nos pone turbia o se nos corta porque se tira la toma". En Los Maitenes, los residentes destacan la vulnerabilidad y desigualdad en el acceso al agua, así como el impacto de la extracción en los recursos hídricos, la biodiversidad y el clima. Según un residente: "La empresa acá lucra con el agua, la energía y nosotros los pueblos, nada. La empresa que está allá... lleva prácticamente 100 años generando electricidad y sin pagar ni un peso por el agua... Con los túneles que han hecho, se han secado las quebradas. También muere la biodiversidad. Ya no hay caudal ecológico, ya no hay vida en los esteros".

**Adaptaciones y soluciones:** el objetivo común declarado por los participantes para el futuro era: "agua para todos" a través de terminar formar una APR. Para facilitar este objetivo, llevan años trabajando para la regularización de los títulos de dominio: "Nosotros siempre anhelamos que nos den los títulos de dominio para vivir tranquilos". También destacan la importancia de encontrar soluciones más humanas y creativas para responder a desafíos específicos, como la designación de la zona de El Alfalfal como "zona de riesgo". Estas aspiraciones reflejan el deseo de construir un futuro más estable y resiliente para las comunidades del Cajón del Maipo.

### 3. Baños Morales

**Percepciones y experiencias del cambio climático:** en las últimas décadas, los residentes de Baños Morales han observado varios cambios en el clima, especialmente en la nieve y las lluvias. Un residente recordó cómo era el paisaje hace 40 años cuando llegó a la zona: "Había agua por todos lados. Y mucho antes había más todavía... los glaciares eran inmensos... la laguna del Morado, donde el colgante del Morado llegaba a la laguna abajo y tenía 40 metros más o menos de altura". En términos de vegetación, las transformaciones también son notables. Un residente comentó: "Antes era todo verde, era muy hermoso. Ahora es entre verde y desértico. Hay muchas partes que no hay una gota de agua". Otro participante expresó: "Todavía nosotros no vemos cambios, porque a diferencia de los cambios de las estaciones, de que ya el invierno no es como era antes, que el otoño no es como era antes y todo eso y que veranos más calurosos". Durante los inviernos en el pasado, la nieve alcanzaba alturas impresionantes: "La nieve no bajaba de un metro, un metro y medio, dos metros... se ve el puro techo... y eso se mantenía". Sin embargo, en la actualidad, además de la menor cantidad de nieve, un residente destacó otro problema relacionado con las lluvias en invierno: "Lugares donde en verano todavía hay nieve, vamos a tener lluvias y eso hace que el derretimiento se acelere más aún, más aún".

**Percepciones y experiencias de eventos extremos, más ampliamente:** a pesar de estas preocupaciones, algunos residentes advierten que la situación en Baños Morales no es tan grave como en otras áreas de la cuenca del río Maipo: "No hay sequía que haya eliminado, por ejemplo, una laguna, como pasa en otros lugares que están mucho más abajo". Además, señalaron que el sistema de agua potable no se ha visto afectado de forma significativa por la sequía: "Aquí no hay problema. El problema tenemos de repente cuando no fluye tanta agua en la vertiente".

**Adaptaciones y soluciones:** los participantes hablaron con frecuencia de una mejor educación ambiental sobre el uso responsable del agua y conservación del medio ambiente, refiriéndose tanto a las campañas de educación para los residentes de San José de Maipo como también al ecoturismo responsable en el Cajón como una oportunidad para la educación de los de Santiago. Los participantes también hablaron de la necesidad de invertir en carreteras y puentes que sean resistentes a las inundaciones y otros fenómenos extremos. El pueblo ha visto continuos problemas con el puente que conduce al pueblo, que ha sido arrasado por las crecidas del río, cortando su acceso a la carretera principal.

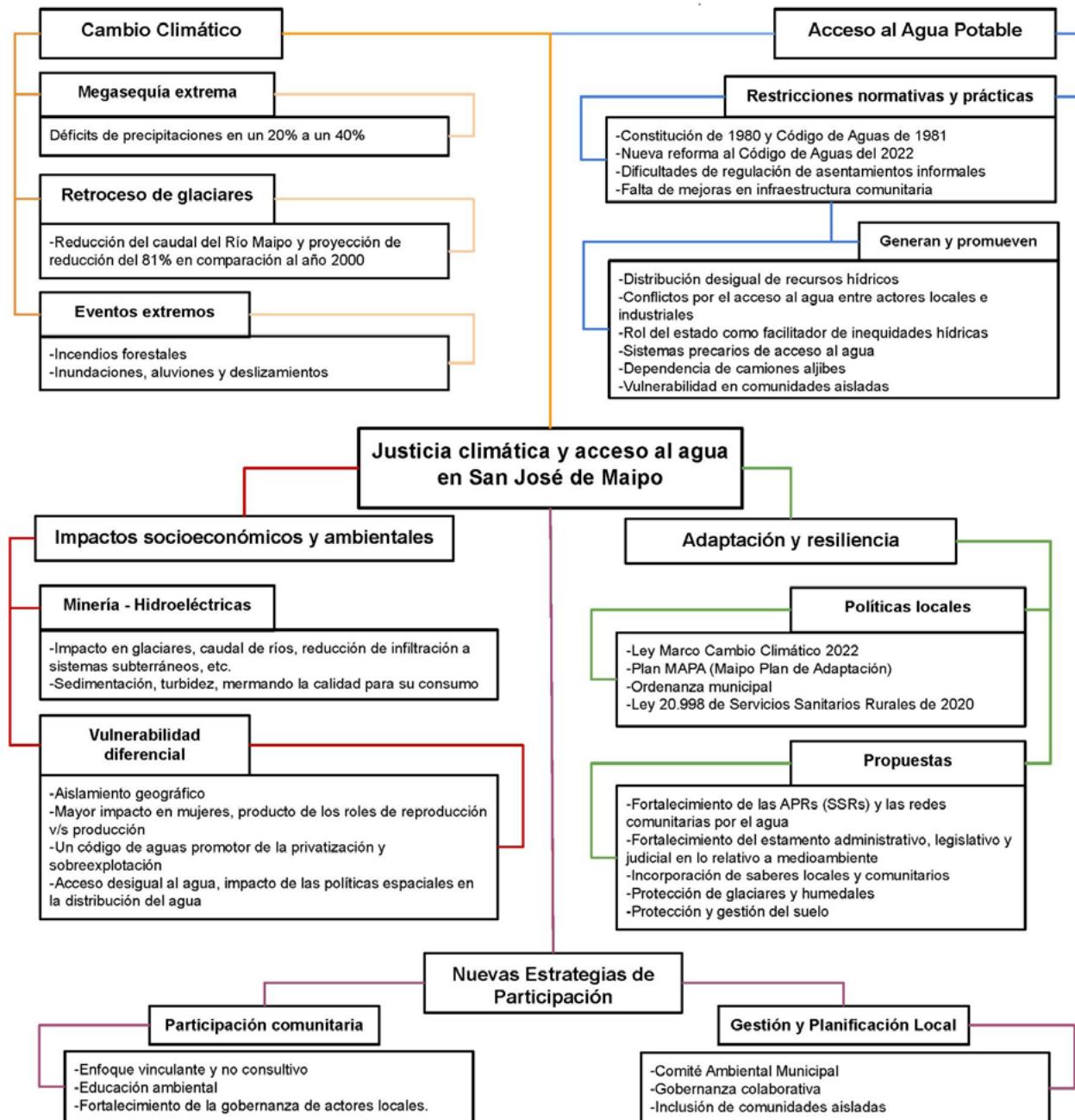
Las personas entrevistadas reconocen el cambio climático como un problema grave y crónico, relacionándolo como el causante de eventos extremos como las inundaciones, aluviones y, por supuesto, la megasequía. Hablaron sobre los impactos del cambio climático en los ecosistemas naturales como bosques esclerófilos, humedales altoandinos, mayor riesgo de incendios forestales, y más que nada el impacto a nivel de fuentes de agua potable, sobreexplotación de acuíferos y derretimiento acelerado de glaciares y nieve que pueden resultar en daños al tejido social de la comuna y la pérdida de modos de subsistencia tradicional. Las/las participantes reportan que ha agravado la disponibilidad de aguas tanto para la vegetación, los ecosistemas y los caudales ecológicos, que ha afectado su agricultura de subsistencia y calidad de vida. El suministro de agua potable por parte de APRs o de organizaciones vecinales informales de agua (algunas de las cuales están en formación para convertirse en APR) se ha visto más afectada en los últimos años por la contaminación proveniente de actividades mineras e hidroeléctricas o por la alta turbidez y deslizamientos de tierra asociados con lluvias más fuertes y más precipitaciones en forma de lluvia que de nieve.

Para adaptarse a una realidad cada vez más desafiante para el suministro y acceso del agua potable, algunos sectores están luchando para formar APRs (SSRs) y las APR existentes buscan nuevas inversiones del estado para mejorar sus redes, pozos y otra infraestructura. El cambiante contexto legislativo de las APR, así como el complejo y largo proceso burocrático del Estado para formar una APR, complican aún más el proceso. Además,

a través del área de estudio, diversos tipos de participantes plantearon la necesidad de campañas de educación, el uso de soluciones basadas en la naturaleza, un sistema de derechos de agua y tierra más justa, y el fortalecimiento de la gobernanza institucional y la inversión estatal para enfrentar estos desafíos.

Se vuelve crucial entonces, incorporar en los planes de adaptación para la cuenca del río Maipo, las problemáticas que ya han quedado constatadas en los antecedentes propuestos por la bibliografía y que se corroboran en los testimonios de quienes conocen de cerca la historia y todas las implicancias de la gestión del agua en el territorio actualmente. De otra manera, las estrategias de adaptación pueden mantener, profundizar y ser promotoras de estas condiciones adversas, generando injusticia hídrica y climática, con resultado irreversible que no solo afectará a la cuenca alta donde se encuentra San José del Maipo, sino también a todo el ecosistema y población de la cuenca. En esta línea, se podrían recurrir a alternativas que han ido apareciendo como efectivas en la planificación de la adaptación al cambio climático y la mejora de los sistemas hídricos, por ejemplo, el municipio podría incorporar enfoques como la Gestión Adaptativa (Ocampo-Melgar & Urquiza, 2024), la gobernanza colaborativa (Koebele et al., 2024) (a través de la creación de un Comité Ambiental y la inclusión de comunidades aisladas) y el desarrollo resiliente al clima (Schipper et al., 2022). Como también generar un fortalecimiento de las APRs (SSRs) y las redes comunitarias por el agua, un fortalecimiento institucional en su conjunto relativo a medioambiente, protección de

Figura 2. Mapa conceptual del marco analítico y las conclusiones



Fuente: DANE (2023).

humedales, protección de glaciares, protección y gestión de uso de suelo como también la incorporación de los saberes locales y comunitarios en las políticas públicas y gestión territorial.

Aunque este tipo de plan no pueda resolver todos los problemas, es fundamental identificar y señalar las causas profundas de las amenazas climáticas y las razones por las que las personas se ven obligadas a adaptarse, para diseñar un plan de adaptación eficaz (Thomas et al., 2018), que contenga un enfoque vinculante y no consultivo y que incentive una educación ambiental temprana. Todas estas medidas de adaptación promueven territorios con una mayor resiliencia y un menor riesgo, entendiendo el contexto de vulnerabilidad frente a los impactos socioeconómicos y ambientales de eventos en un país neoliberal en un contexto de cambio climático. Como recordó un participante: un plan y una política pueden ayudarnos a visualizar, soñar, priorizar, colaborar y crear una visión cohesionada e integrada. Sin embargo, “aunque se incluya en la constitución o en legislación, política, etc., eso no significa que sucederá. Tenemos que hacerlo realidad con líderes comunitarios”. La participación pública sostenida en la planificación y formulación de políticas de adaptación es un desafío, pero resulta crucial (Ryan & Bustos, 2019).

### Financiamiento

Beca Fulbright-Hays de investigación doctoral en el extranjero del Departamento de Educación de Estados Unidos; Beca Lau de Investigación sobre Equidad Climática de la Universidad de California, Berkeley; Premio de Estudios en Terreno del Grupo de Especialidad Latinoamericano de la Asociación Americana de Geógrafos.

### Declaración de autoría

Kate Altemus Cullen: Conceptualización, Metodología, Adquisición de fondos, Curación de datos, Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original, y Redacción - revisión y edición.

Camila Arlé Poblete Kröll: Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.

Maria Christina Fragkou: Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.

Anahí Ocampo-Melgar: Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.

Eduardo Panguinao Roldán: Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.

### Agradecimientos

Nos gustaría extender un especial agradecimiento a nuestros/as colegas que han sido parte del equipo de investigación desde la cual nace el presente artículo: Tamara Escobar, Daniel González Díaz y Sebastián Orellana. Muchas gracias a cada uno/a de los/las participantes que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos para lograr desarrollar este proyecto. Ha sido un placer colaborar y aprender de manera conjunta, nutriéndonos interdisciplinariamente y planteándonos cuestionamientos propios de un quehacer investigativo en pos de un futuro más equitativo y responsable con el medioambiente. Esperamos seguir colaborando en un futuro y así poder trazar una ruta que una todos nuestros conocimientos.

### Referencias

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Aguas Andinas. (2023). Reporte Integrado 2023. <https://www.aguasandinasinversionistas.cl/~media/Files/A/Aguas-IR-v2/2023/Reporte/aguas-2023-alta.pdf>
- 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). [www.cr2.cl/seguridadhidrica](http://www.cr2.cl/seguridadhidrica)
- Ayala, Á., Fariñas-Barahona, D., Huss, M., Pellicciotti, F., McPhee, J., & Farinotti, D. (2020). Glacier runoff variations since 1955 in the Maipo River basin, in the semiarid Andes of central Chile. *The Cryosphere*, 14(6), 2005-2027. <https://doi.org/10.5194/tc-14-2005-2020>
- Barrett, S. (2013). Local level climate justice? Adaptation finance and vulnerability reduction. *Global Environmental Change*, 23(6), 1819-1829. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.07.015>

- Barría, P., Chadwick, C., Ocampo-Melgar, A., Galleguillos, M., Garreaud, R., Díaz-Vasconcellos, R., Poblete, D., Rubio-Álvarez, E., & Poblete-Caballero, D. (2021). Water management or megadrought: What caused the Chilean Aculeo Lake drying? *Regional Environmental Change*, 21(1), 19. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01750-w>
- Bauer, C. J. (2015). Water Conflicts and Entrenched Governance Problems in Chile's Market Model. *Water Alternatives*, 8(2), 147-172. <https://www.wateralternatives.org/index.php/all-abs/285-a8-2-8/file>
- Boisier, J. P., Álvarez-Garretón, C., Cordero, R. R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R. D., Lambert, F., Ramallo, C., Rojas, M., & Rondanelli, R. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 6(74). <https://doi.org/10.1525/elementa.328>
- Boisier, J. P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., & Muñoz, F. (2016). Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile. *Geophysical Research Letters*, 43(1), 413-421. <https://doi.org/10.1002/2015gl067265>
- Borgias, S., & Bauer, C. J. (2018). Trajectory of a divided river basin: Law, conflict, and cooperation along Chile's Maipo River. *Water Policy*, 20(1), 127-145. <https://doi.org/10.2166/wp.2017.250>
- Borgias, S. L. (2018). "Subsidizing the State:" The political ecology and legal geography of social movements in Chilean water governance. *Geoforum*, 95, 87-101. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.06.017>
- Budds, J. (2004). Power, Nature and Neoliberalism: The Political Ecology of Water in Chile. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 25(3), 322-342. <https://doi.org/10.1111/j.0129-7619.2004.00189.x>
- Bury, J. T., Mark, B. G., McKenzie, J. M., French, A., Baraer, M., Huh, K. I., Zapata Luyo, M. A., & Gómez López, R. J. (2011). Glacier recession and human vulnerability in the Yanamarey watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*, 105(1), 179-206. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9870-1>
- Canales, F. H. D., Alvarado, E. L. D., & Pineda, E. B. (1994). *Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud*. Organización Panamericana de la Salud.
- Castillo, M., Garay, R., Tapia, R., Garfias, R., & Orell, M. (2020). *Metodología de evaluación de infraestructuras críticas en zonas de riesgo de incendios forestales*. Repositorio Académico. Universidad de Chile.
- CIGIDEN (2023). Informe post desastres CIGIDEN: Inundaciones 21-26 junio 2023, Cuenca Río Maipo. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres. <https://www.cigiden.cl/informe-post-desastres-cigiden-inundaciones-21-26-junio-2023-cuenca-rio-maipo/>
- Cinner, J.E., Adger, W.N., Allison, E.H. et al. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. *Nature Clim Change* 8, 117-123. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>
- Cordero, R.R., Feron, S., Damiani, A. et al. (2024). Extreme fire weather in Chile driven by climate change and El Niño–Southern Oscillation (ENSO). *Sci Rep*, 14, 1974. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52481-x>
- Cortez, M. (2019). Resultados políticos de los conflictos socio-ambientales eléctricos en Chile. *Revista de Sociología*, 34, 102. <https://doi.org/10.5354/0719-529X.2019.54266>
- Decreto Exento 675 de 2019 [Ilustre Municipalidad de San José de Maipo]. Por el cual se establece la ordenanza municipal en prevención y mitigación de incendios forestales en San José de Maipo. 03 de diciembre de 2019.
- DGA. (2021). Plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca del Maipo: informe final (S.I.T. N° 471). Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/items/fd935d78-5b7d-4b48-a1fa-9cf77503a8b3>
- Díaz Valdivieso, G. (2018). *Evaluación de la susceptibilidad de remoción en masa en la localidad de El Ingenio, comuna de San José de Maipo, Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170450>

- Dietz, T., Shwom, R. L., & Whitley, C. T. (2020). Climate Change and Society. *Annual Review of Sociology*, 46, 135-158. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-121919-054614>
- Dussaillant, I., Berthier, E., Brun, F., Masiokas, M., Hugonnet, R., Favier, V., Rabatel, A., Pitte, P., & Ruiz, L. (2019). Two decades of glacier mass loss along the Andes. *Nature Geoscience*, 12(10), 802-808. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0432-5>
- Dutkiewicz, C. J. A. (2024). *Comuna de San José de Maipo del Atlas de las Regiones, Provincias y Comunas de Chile: Mapas y planos para compartir* [Base de datos]. Rulamahue. <https://www.rulamahue.cl>
- Eakin, H., & Lemos, M. C. (2006). Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity-building under globalization. *Global Environmental Change*, 16(1), 7-18. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.10.004>
- Errázuriz, A. M., Geisse, M. G., & Arenas, H. S. (1999). El medio ambiente y la calidad de vida en la comuna de San José de Maipo. *Revista de Geografía Norte Grande*, (26), 57-68. <https://revistanortegrande.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/42779>
- Errázuriz, A. M., Gangas Geisse, M., & Santis Arenas, H. (2021). El medio ambiente y la calidad de vida en la comuna de San José de Maipo. *Revista De Geografía Norte Grande*, (26), 57-68. <https://revistachilenadederecho.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/42779>
- Escanilla, M. (2023). *Gestión de riesgo de desastres: el caso de los incendios forestales en la localidad de El Canelo, San José de Maipo, Región Metropolitana*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/196266>
- Fischer, H. W. (2021). Decentralization and the governance of climate adaptation: Situating community-based planning within broader trajectories of political transformation. *World Development*, 140, 105335. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105335>
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2020). The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>
- Garreaud, R., Paulina Aldunce, Gabriel Araya, Gustavo Blanco, Juan Pablo Boisier, Deniz Bozkurt, Alejandra, Carmona, Duncan Christie, Laura Farias, Laura Gallardo, Mauricio Galleguillos, René Garreaud, Mauro González, Paulo Herrera, Nicolas Huneeus, Dana Jiménez, Antonio Lara, Daniela Latoja, Gloria Lillo, Ítalo Masotti, Pilar Moraga, Laura Nahuelhual, Pablo Paredes, Jorge Ossandón, Maisa Rojas, Anahí Urquiza, Mariela Yévenes, Mauricio, & Zambrano. (2015). *Report to the Nation: The 2010-2015 mega-drought: A lesson for the future*. Center for Climate and Resilience Research. <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>
- Gibson-Carpintero, S., Ocampo-Melgar, A., & Venegas-González, A. (2024). Diversity and growth patterns of woody species in the Mediterranean Coastal range of Chile: A case study in Altos de Cantillana. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 54. <https://doi.org/10.33494/nzjfs542024x318x>
- Harlan, S. L., Pellow, D. N., Roberts, J. T., Bell, S. E., Holt, W. G., & Nagel, J. (2015). Climate Justice and Inequality. In R. E. Dunlap & R. J. Brulle (Eds.), *Climate Change and Society: Sociological Perspectives*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199356102.003.0005>
- INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*.
- IPG. (2022). *Inventario Público de Glaciares de Chile del año 2022* (Versión IPG2022\_v1) [Base de datos]. Dirección General de Aguas. <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/InventarioGlaciares.aspx>
- Koebele, E. A., Méndez-Barrientos, L. E., Nadeau, N., & Gerlak, A. K. (2024). Beyond engagement: Enhancing equity in collaborative water governance. *WIREs Water*, 11(2), e1687. <https://doi.org/10.1002/wat2.1687>
- Matskovsky, V., Venegas-González, A., Garreaud, R., Gutiérrez, A., Muñoz, A., Quesne, C., Klock-Barriá, K., & Canales-Cornejo, C. (2020). Tree growth decline as a response to projected climate change in the 21st century in Mediterranean mountain forests of Chile. *Global and Planetary Change*, 198, 103406. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103406>
- Maxwell, J. (2019). *Diseño de Investigación Cualitativa*. Editorial Gedisa.

- Mills-Novoa, M., Boelens, R., & Hoogesteger, J. (2022a). Climate change and water justice. In *Water and Climate Change* (pp. 399-418). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99875-8.00014-8>
- Mills-Novoa, M., Boelens, R., Hoogesteger, J., & Vos, J. (2022b). Resisting, leveraging, and reworking climate change adaptation projects from below: Placing adaptation in Ecuador's agrarian struggle. *The Journal of Peasant Studies*, 0(0), 1-29. <https://doi.org/10.1080/03066150.2022.2144252>
- Mills-Novoa, M., Borgias, S. L., Crootof, A., Thapa, B., de Grenade, R., & Scott, C. A. (2017). Bringing the Hydrosocial Cycle into Climate Change Adaptation Planning: Lessons from Two Andean Mountain Water Towers. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 393-402. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1232618>
- Miranda, A., Lara, A., Altamirano, A., Di Bella, C., González, M. E., & Julio Camarero, J. (2020). Forest browning trends in response to drought in a highly threatened mediterranean landscape of South America. *Ecological Indicators*, 115, 106401. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106401>
- Morales, D., Vicuña, S., & Cid, F. (2019). *Pobres de Agua: Radiografía del agua rural en Chile*. Fundación Amulén. <https://cambioglobal.uc.cl/proyectos/289-pobres-de-agua-radiografia-del-agua-rural-en-chile>
- Motschmann, A., Huggel, C., Carey, M., Moulton, H., Walker-Crawford, N., & Muñoz, R. (2020). Losses and damages connected to glacier retreat in the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*, 162(2), 837-858. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02770-x>
- Moulton, H., Carey, M., Huggel, C., & Motschmann, A. (2021). Narratives of ice loss: New approaches to shrinking glaciers and climate change adaptation. *Geoforum*, 125, 47-56. <https://doi.org/10.1016/J.GEOFORUM.2021.06.011>
- Ocampo-Melgar, A., Barria, P., Chadwick, C., & Diaz-Vasconcellos, R. (2022). Rural transformation and differential vulnerability: Exploring adaptation strategies to water scarcity in the Aculeo Lake basin (Chile). *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.955023>
- Ocampo-Melgar, A., Vicuña, S., Gironás, J., Varady, R. G., & Scott, C. A. (2016). Scientists, Policymakers, and Stakeholders Plan for Climate Change: A Promising Approach in Chile's Maipo Basin. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 58(5), 24-37. <https://doi.org/10.1080/00139157.2016.1209004>
- Ocampo-Melgar, A., & Urquiza, A. (2024). *Estudio de la Gestión Adaptativa en Chile: descubriendo elementos para la resiliencia*. Universidad de Chile. <https://doi.org/10.34720/rtpf-7h40>
- Orellana, S.L., Hohl, J., & Delgado L. (2024). Aplicación de un modelo socioecológico para la zona de la cuenca alta de la cuenca del río Maipo en Chile Central: Una contribución a la gobernanza adaptativa del recurso hídrico. En A. Ocampo-Melgar & A. Urquiza, *Estudio de la Gestión Adaptativa en Chile: descubriendo elementos para la resiliencia*. Universidad de Chile.
- Orrego, J.P., Urtubia Salinas, M., Concha Sahli, C., & Urrutia Barceló, P. (2021). Usos y Abusos Humanidad en Las Cuencas: Río Maipo . Ecosistemas. <https://www.ecosistemas.cl/wp-content/uploads/2021/02/Usos-y-abusos-Humanidad-en-las-cuencas-Rio-Maipo-web.pdf>
- Peralta, A. (2020). *Procesos de subjetivación de la femineidad en jóvenes secundarias residentes de la comuna de San José de Maipo, a través de un estudio de caso* [Tesis de pregrado, Universidad Academia de Humanismo Cristiano]. Biblioteca digital - Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Prieto, M., Frakou, M. C., & Calderón, M. (2019). Water Policy and Management in Chile. *Encyclopedia of Water*, 1-11. <https://doi.org/10.1002/9781119300762.wsts0055>
- Rodríguez Sabiote, C., Lorenzo Quiles, O., & Herrera Torres, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. *Proceso general y criterios de calidad. Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, SOCIOTAM, XV(2),133-154.
- Roy, J., Tschakert, P., Waisman, H., Abdul Halim, S., Antwi-Agyei, P., Dasgupta, P., Hayward, B., Kanninen, M., Liverman, D., Okereke, C., Fernanda Pinho, P., Riahi, K., Suarez Rodriguez, A. G., & Henrique, K. P. (2018). Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities. En *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*,

- in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty IPCC. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-5/>
- Ryan, D., & Bustos, E. (2019). Knowledge gaps and climate adaptation policy: a comparative analysis of six Latin American countries. *Climate Policy*, 19(10), 1297-1309. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1661819>
- Salinas, M., & Becker, I. (2022). *Guardianas del agua: (in)seguridad hídrica en la vida cotidiana de las mujeres*. Fundación Heinrich Böll. <https://cl.boell.org/es/2023/01/04/guardianas-del-agua>
- Sánchez-Gómez, E., Madrid-Jaramillo, A.M., & Mejía-Escalante, M. (2024). Adaptación basada en Comunidades al cambio climático. *Abordajes. Bitácora Urbano Territorial*, 34(II), 50-62.
- SEA (Servicio de Evaluación Ambiental). (2023). *Guía para la Participación Ciudadana Temprana en proyectos que se presentan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*.
- Thomas, K., Hardy, R. D., Lazarus, H., Mendez, M., Orlove, B., Rivera-Collazo, I., Roberts, J. T., Rockman, M., Warner, B. P., & Winthrop, R. (2019). Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. *WIREs Climate Change*, 10(2), e565. <https://doi.org/10.1002/wcc.565>
- TNC. (2020). *Plan Estratégico del Fondo de Agua Santiago-Maipo* (1ra Ed.). The Nature Conservancy. [https://fondodeaguasantiago.cl/wp-content/uploads/2024/04/18\\_PLAN-ESTRATEGICO-2021-2025-FDA.pdf](https://fondodeaguasantiago.cl/wp-content/uploads/2024/04/18_PLAN-ESTRATEGICO-2021-2025-FDA.pdf)
- UNICEF & WHO. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities*. <https://www.unicef.org/reports/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2019>
- Vergara, I., Garreaud, R., & Ayala, A. (2022). *Ánálisis (CR)2 | De agua a chocolate: Efectos del cambio climático sobre la turbidez del río Maipo*. <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-de-agua-a-chocolate-efectos-del-cambio-climatico-sobre-la-turbidez-del-rio-maipo/>
- Vicuña, S. & Bustos, E. (2016). *Vulnerability and Adaptation to Climate Variability and Change in the Maipo Basin, Central Chile: Final Technical Report*. Centro de Cambio Global UC, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. [https://cambioglobal.uc.cl/wp-content/uploads/2023/09/Informe\\_Tecnico\\_Final\\_Proyecto\\_MAPA-Maipo\\_Plan\\_de\\_Adaptacion.pdf](https://cambioglobal.uc.cl/wp-content/uploads/2023/09/Informe_Tecnico_Final_Proyecto_MAPA-Maipo_Plan_de_Adaptacion.pdf)