

# LOGRANDO EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL EN ZONAS ÁRIDAS A TRAVÉS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE SUMINISTRO DE AGUA

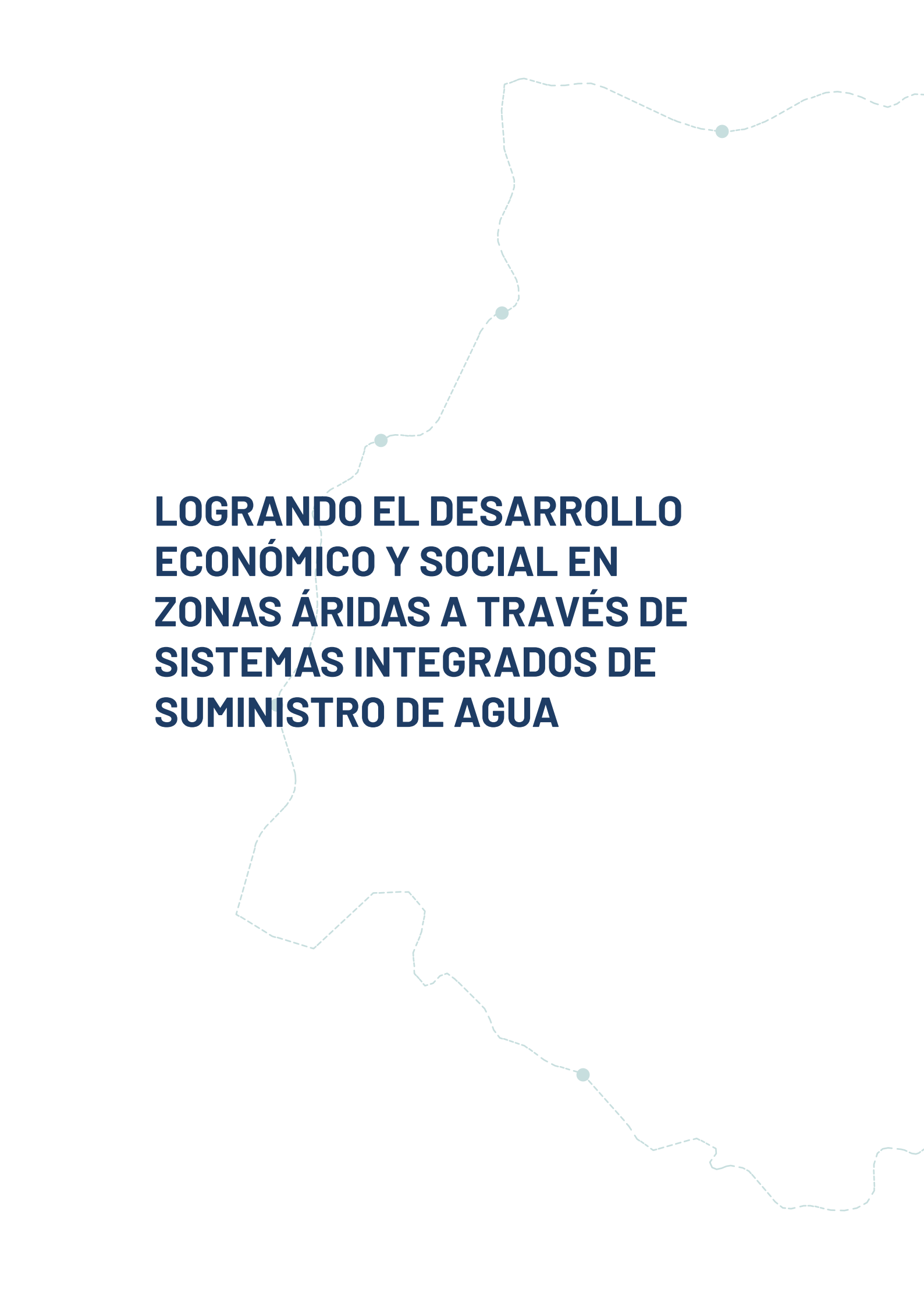


# M.C.Inversiones Limitada

una subsidiaria de  Mitsubishi Corporation



Octubre, 2023  
Santiago, Chile



**LOGRANDO EL DESARROLLO  
ECONÓMICO Y SOCIAL EN  
ZONAS ÁRIDAS A TRAVÉS DE  
SISTEMAS INTEGRADOS DE  
SUMINISTRO DE AGUA**



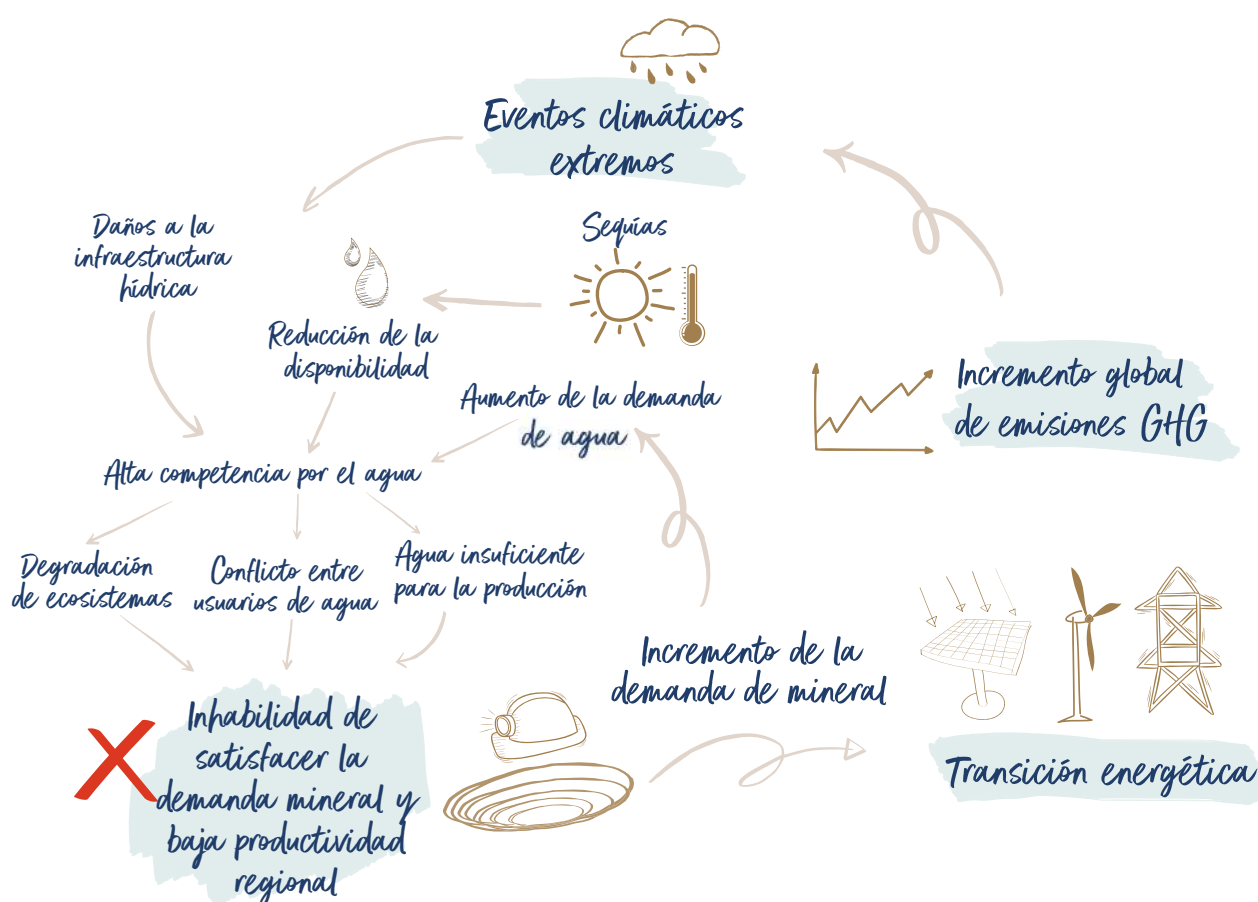
## **CAMBIO CLIMÁTICO, LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y EL AGUA**

**El mundo se está acercando a 1,5°C de calentamiento global por encima de la línea base preindustrial, y los impactos relacionados son cada vez más frecuentes e intensos. Para mitigar los impactos climáticos existe un impulso hacia una mayor electrificación de los sistemas, el uso de energías renovables y los vehículos eléctricos, parte de un proceso llamado “la transición energética”. Para que esto sea posible, la Agencia Internacional de Energía predice que para 2040, la sociedad necesitará producir aproximadamente cuatro veces la cantidad de minerales que se produjeron en 2020.**



Las condiciones actuales de sequía generan una disminución en la disponibilidad de agua, pero la demanda continúa aumentando, lo que resulta en una extracción excesiva de recursos hídricos, conflictos entre usuarios e impactos adversos en los ecosistemas. Esto puede caracterizarse como un círculo vicioso en el que las condiciones están empeorando y los territorios se vuelven más vulnerables a los impactos del cambio climático.

Esto, a su vez, está afectando la productividad de las operaciones mineras y dificultando el desarrollo de nuevas minas, reduciendo así el suministro de minerales críticos necesarios para la transición energética.



**Figura 2.** El círculo vicioso de la demanda de minerales, el cambio climático y la gestión del agua.

# PRIMER CATASTRO DE PROYECTOS Y PLANTAS DESALINIZADORAS DE AGUA DE MAR

Para enfrentar a escasez de agua en las regiones áridas ricas en minerales de Chile, se ha realizado una inversión considerable en el desarrollo de plantas desalinizadoras e infraestructura relacionada. La Figura 3 presenta todas las plantas desalinizadoras actualmente operativas o en fase de proyecto en el país.

Esto conlleva a una mayor disponibilidad de agua para algunos grupos de usuarios. Sin embargo, muchos de estos proyectos de suministro de agua se desarrollan para usuarios individuales, sin coordinación o con planificación a nivel regional. Esto ha restringido el acceso al recurso y las oportunidades para compartir infraestructura hídrica y crear beneficios regionales a través de sistemas integrados.

22 1,740L/s

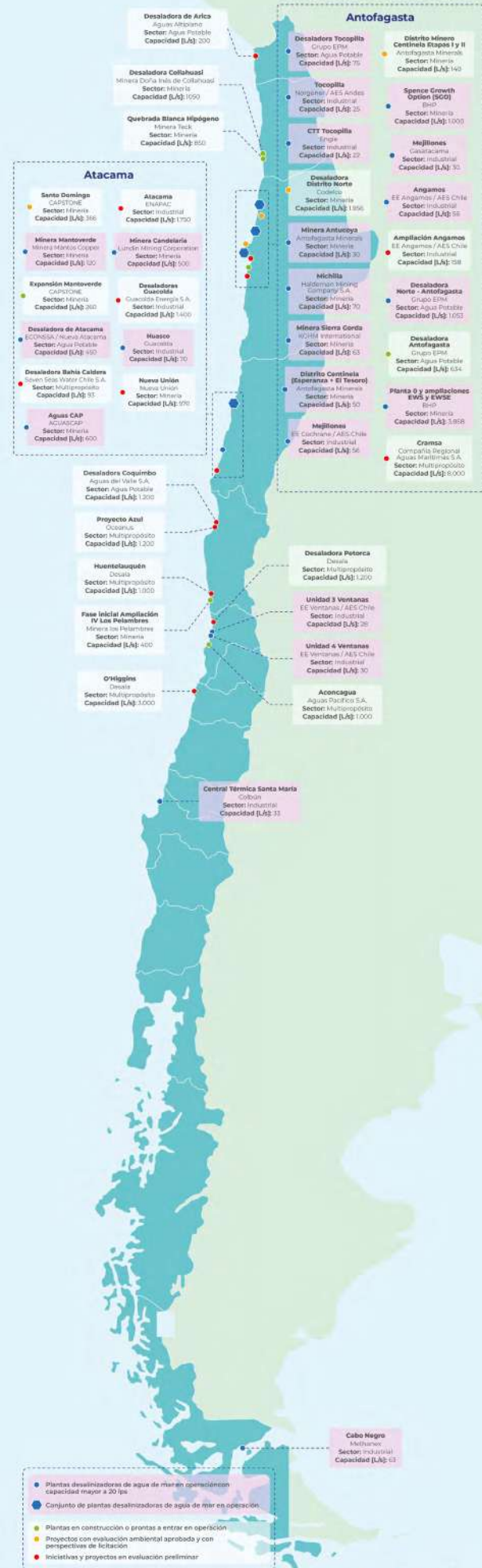
Plantas desalinizadoras operativas en Chile

Capacidad actual de desalinización en la región de Atacama

43 Plantas desalinizadoras operativas y proyectadas en Chile

Hay una clara tendencia al uso de agua de mar desalinizada para aumentar el suministro de agua pero falta una planificación integrada.

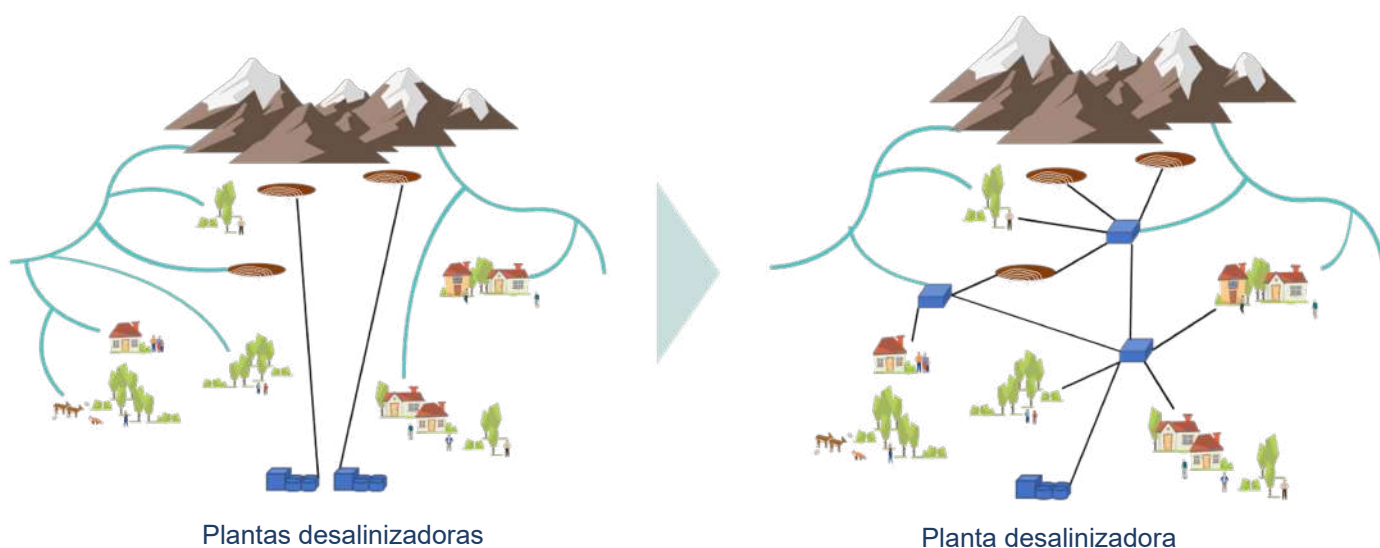
Figura 3. Plantas desalinizadoras en Chile [3]



## EL PROYECTO

La visión detrás del proyecto es el desarrollo generalizado de sistemas integrados de suministro de agua que aumenten el acceso a todos los usuarios, minimizando los costos unitarios y los impactos socio-ambientales asociados con el suministro y el uso del recurso hídrico.

El propósito del proyecto es apoyar la **transición** desde sistemas **individuales** de suministro de agua que aumentan la presión sobre fuentes únicas, a **sistemas integrados** que permitan optimizar el uso de los recursos.



Este proyecto fue desarrollado por M.C. Inversiones Limitada (filial de la Corporación Mitsubishi), SMI-ICE-Chile, el Sustainable Minerals Institute e investigadores de la Universidad de Antofagasta y la Universidad Católica del Norte. El equipo del proyecto identificó la **necesidad de herramientas para comunicar y analizar las oportunidades que entregan los sistemas integrados de suministro hídrico**. El proyecto desarrolló estas herramientas y las utilizó para involucrar a los tomadores de decisiones y otras partes interesadas en la exploración de opciones integradas de suministro de agua para la Región de Atacama de Chile.



# OBJETIVOS

1.

**Desarrollar una herramienta de modelación para apoyar la planificación sostenible de los sistemas de suministro de agua.**

.....

2.

**Desarrollar una herramienta educativa en línea que permita al usuario explorar y analizar sistemas integrados de suministro de agua básicos.**

.....

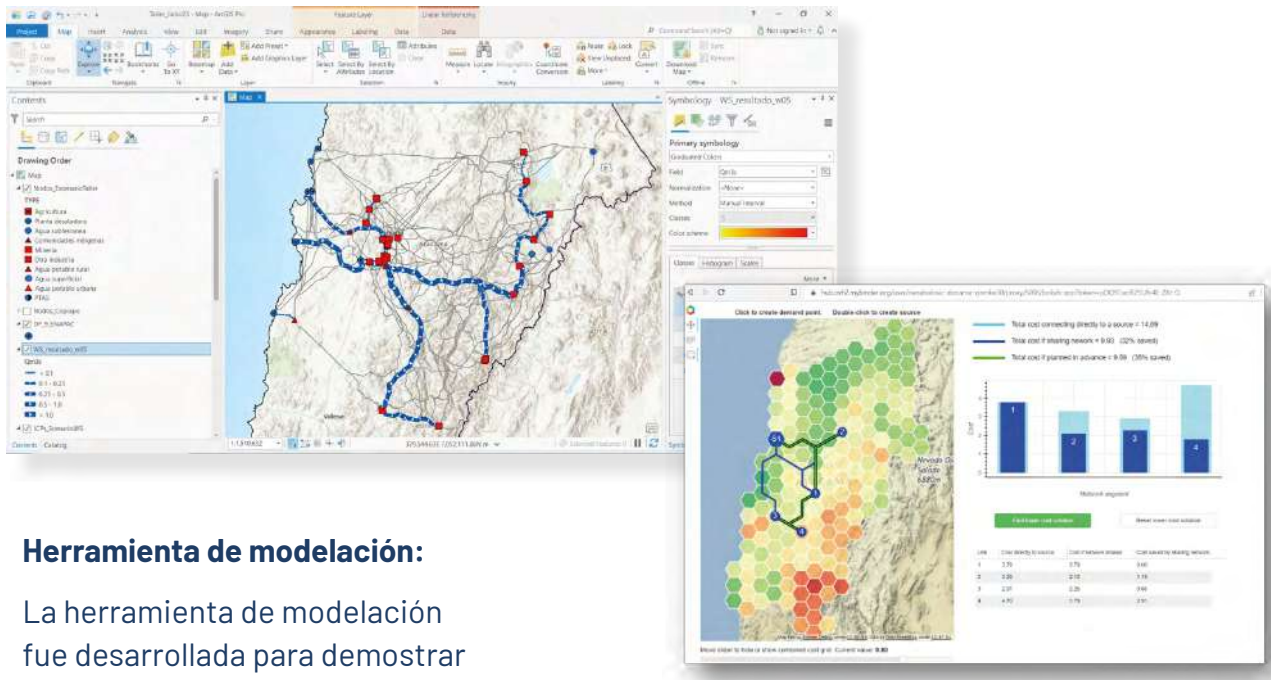
3.

**Identificar e interactuar con partes interesadas relevantes para apoyar el desarrollo y la implementación de las herramientas y el proyecto.**



*El proyecto se desarrolló en tres años tomando como caso de estudio la región de Atacama. Una parte crucial del proyecto fue la interacción con las partes interesadas locales para discutir ideas y recibir retroalimentación. Un análisis de factibilidad permitió estudiar las oportunidades y desafíos que enfrenta la integración de la desalinización del agua de mar en las redes de suministro de agua.*

# LAS HERRAMIENTAS



## Herramienta de modelación:

La herramienta de modelación fue desarrollada para demostrar oportunidades en sistemas regionales integrados y sostenibles de suministro de agua para múltiples usuarios y facilitar el diálogo entre todas las partes interesadas.

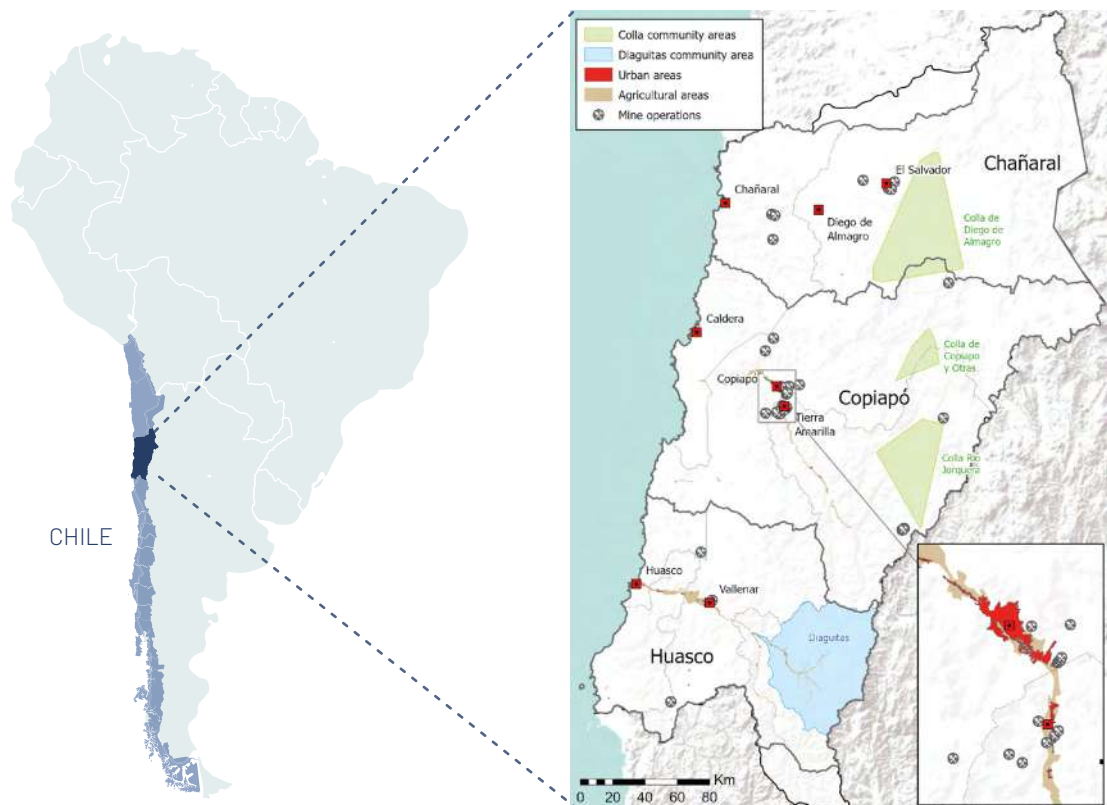
## Herramienta simplificada:

La herramienta simplificada en línea se desarrolló para brindar la oportunidad de aprender sobre el concepto de sistemas integrados de suministro de agua.



# CASO DE ESTUDIO: LA REGIÓN DE ATACAMA

Se seleccionó la Región de Atacama como caso de estudio del proyecto, ya que es un claro representante de la situación actual en el norte del país. Tanto los recursos de aguas superficiales como los subterráneos están sobreasignados y actualmente más de la mitad de los recursos de aguas subterráneas disponibles están declarados restringidos o prohibidos. La región tiene considerables recursos naturales, pero el desarrollo social y económico se ve obstaculizado por la escasez hídrica.



**Figura 4:** La Región de Atacama y la ubicación de minas, zonas urbanas, zonas agrícolas y comunidades indígenas.

8%

De la producción chilena de cobre (2022) [4]

42%

De contribución de la minería al PIB regional (2019) [5]

17%

De la población trabaja en el sector agrícola [5]

7%

De la población trabaja en el sector minero [6]

La Región de Atacama es una zona de transición entre el norte árido de Chile, el desierto de Atacama y los fértiles valles centrales del país. Las condiciones climáticas de la región se caracterizan por bajas precipitaciones que se concentran en unos pocos días durante los meses de invierno.

La Región de Atacama contiene importantes reservas minerales, incluidos importantes depósitos de cobre, oro, plata, hierro, litio y titanio. Es potencialmente una fuente importante de minerales críticos para la transición energética global, pero el desarrollo minero está restringido por la disponibilidad de agua. Esto ha despertado un interés considerable en el desarrollo de sistemas de suministro de agua de mar desalinizada, lo que convierte a la región en un excelente caso de estudio para explorar la implementación de sistemas integrados de suministro hídrico.



**Figura 6.** Efectos claros de la sequía en la cuenca del río Copiapó. Fotografía tomada por el equipo de SMI durante una visita a terreno.



**Figura 5.** El Salar de Pedernales ubicado en la Provincia de Chañaral, cerca del límite internacional de la Región de Atacama. Fotografía realizada por SMI.



**Figura 7.** Canalización del río Copiapó en la región de Atacama. Fotografía tomada por el equipo de SMI durante una visita a terreno.



# MARCO DE MODELACIÓN PARTICIPATIVO

Se creó un marco de modelación con el objetivo de apoyar el desarrollo de la herramienta de modelación para la planificación participativa, asegurando la incorporación de las partes interesadas durante todo el proceso. El marco constaba de tres etapas:

## PRIMERA ETAPA

COMPRENSIÓN DE LA REGIÓN

Identificar desafíos

Identificar oportunidades

Identificar actores claves

## SEGUNDA ETAPA

HERRAMIENTA DE MODELACIÓN

Cuantificar costos asociados

Cuantificar "trade-offs"

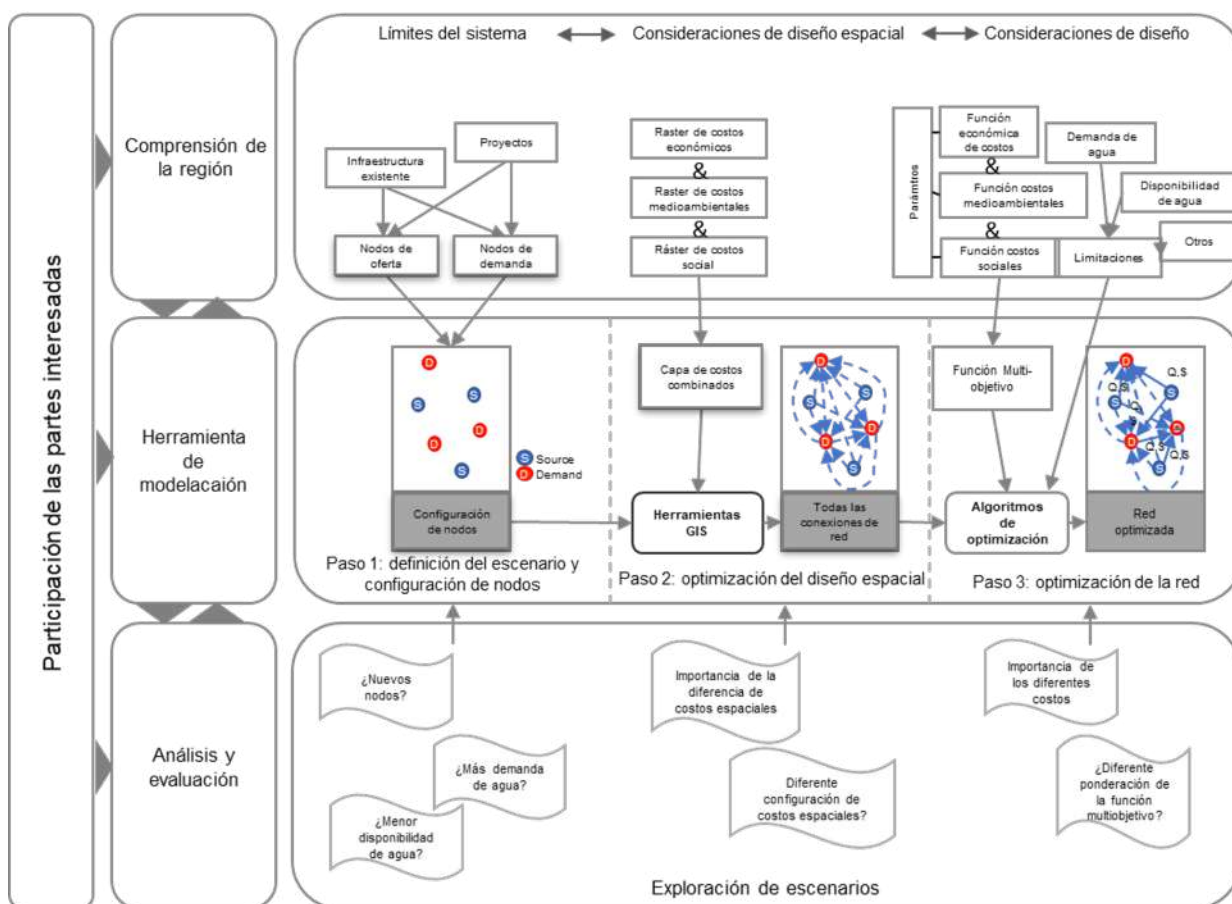
## TERCERA ETAPA

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

Refinar base de datos - incertidumbres

Refinar escenarios de planificación - resultados de modelos

El marco de modelación completo y las interacciones entre etapas se pueden observar en la siguiente figura. La Etapa de Comprensión de la Región incluyó la recopilación y gestión de toda la información relacionada con la disponibilidad y demanda de agua, y los costos ambientales y económicos potenciales de la infraestructura hídrica en la región, con el fin de desarrollar una base de datos regional; la etapa de herramienta de modelación incluyó todos los pasos necesarios para construir la herramienta, incluida la configuración de nodos, la optimización de redes y la implementación de algoritmos de optimización; y finalmente, la Etapa de Análisis y Evaluación incluyó pruebas de escenarios y refinamiento de la herramienta.

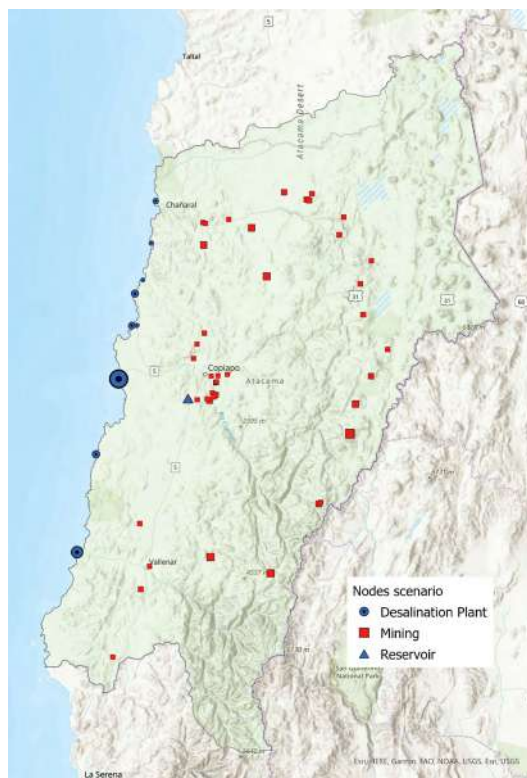




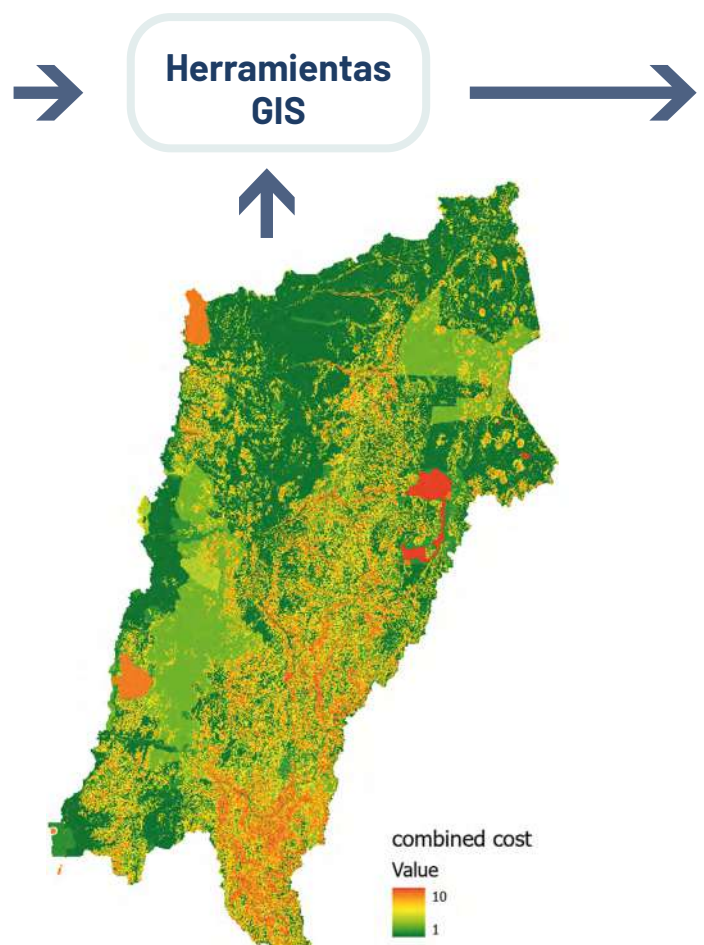
## LA HERRAMIENTA DE MODELACIÓN

La herramienta de modelación fue diseñada para permitir a los usuarios ingresar escenarios potenciales basados en la demanda de agua en múltiples ubicaciones, y explorar las posibles soluciones integradas de suministro de agua optimizadas para minimizar el impacto y el costo ambiental y a la vez visualizar los trade-offs de manera transparente. El proceso está compuesto por tres pasos:

Ejemplo de escenario “industria minera abastecida con agua desalinizada”



**PASO 1**  
Configuración de nodos



## PASO 1

### Desarrollo de escenarios (configuración de nodos)

La definición de escenario incluye la ubicación de los nodos (fuentes de agua, demandas, nodos de unión y almacenamiento), demandas volumétricas de agua, capacidades de las fuentes, el tipo de fuente y el tipo de demanda. El resultado de este paso es la «configuración del nodo».

## PASO 2

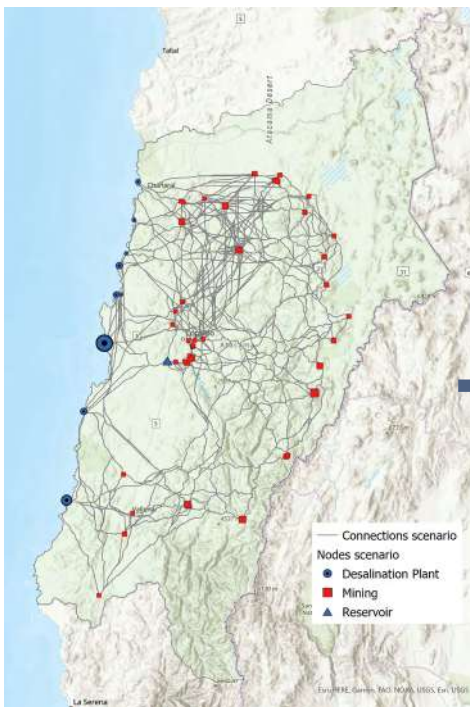
### Optimización espacial (identificación de rutas de menor costo)

Los algoritmos de optimización espacial en ArcGIS PRO se utilizan para encontrar las rutas de canalización de menor costo en función de una capa de costo específica. La capa de costos se compone de costos económicos y/o ambientales y/o sociales, que se seleccionan y combinan según lo especificado por el usuario.

## PASO 3

### Optimización de la red (red de suministro de agua óptima)

Este paso identifica si se utiliza una ruta determinada de la red de todas las conexiones y, de ser así, cuánta agua se transporta y los costos económicos, ambientales y sociales relacionados. Los algoritmos de optimización se utilizan para encontrar, dentro de la red de todas las conexiones, las rutas óptimas de suministro de agua bajo un conjunto de condiciones específicas y la configuración óptima de las fuentes de agua.



**PASO 2**  
Optimización del diseño espacial

### RESTRICCIONES

- Disponibilidad de agua en nodos fuente.
- Demanda de agua en nodos de demanda.

### Optimización de la red

### FUNCIÓN OBJETIVO

$$\min \sum \left( \frac{w Ec. cost + (1-w) Env. cost}{(1-w) Env. cost} \right)$$



**PASO 3**  
Optimización de la red

# LA HERRAMIENTA SIMPLIFICADA

La herramienta simplificada es una herramienta en línea disponible públicamente y dirigida a instituciones educativas y no expertos. El objetivo de esta herramienta es educar al público sobre los conceptos de infraestructura hídrica compartida y permitir la exploración inicial de soluciones integradas de suministro de agua.

## CARACTERÍSTICAS CLAVES:

- Demuestra el concepto de colaboración y planificación.
- Una representación simplificada de la realidad mediante celdas hexagonales.
- Una interfaz altamente interactiva.

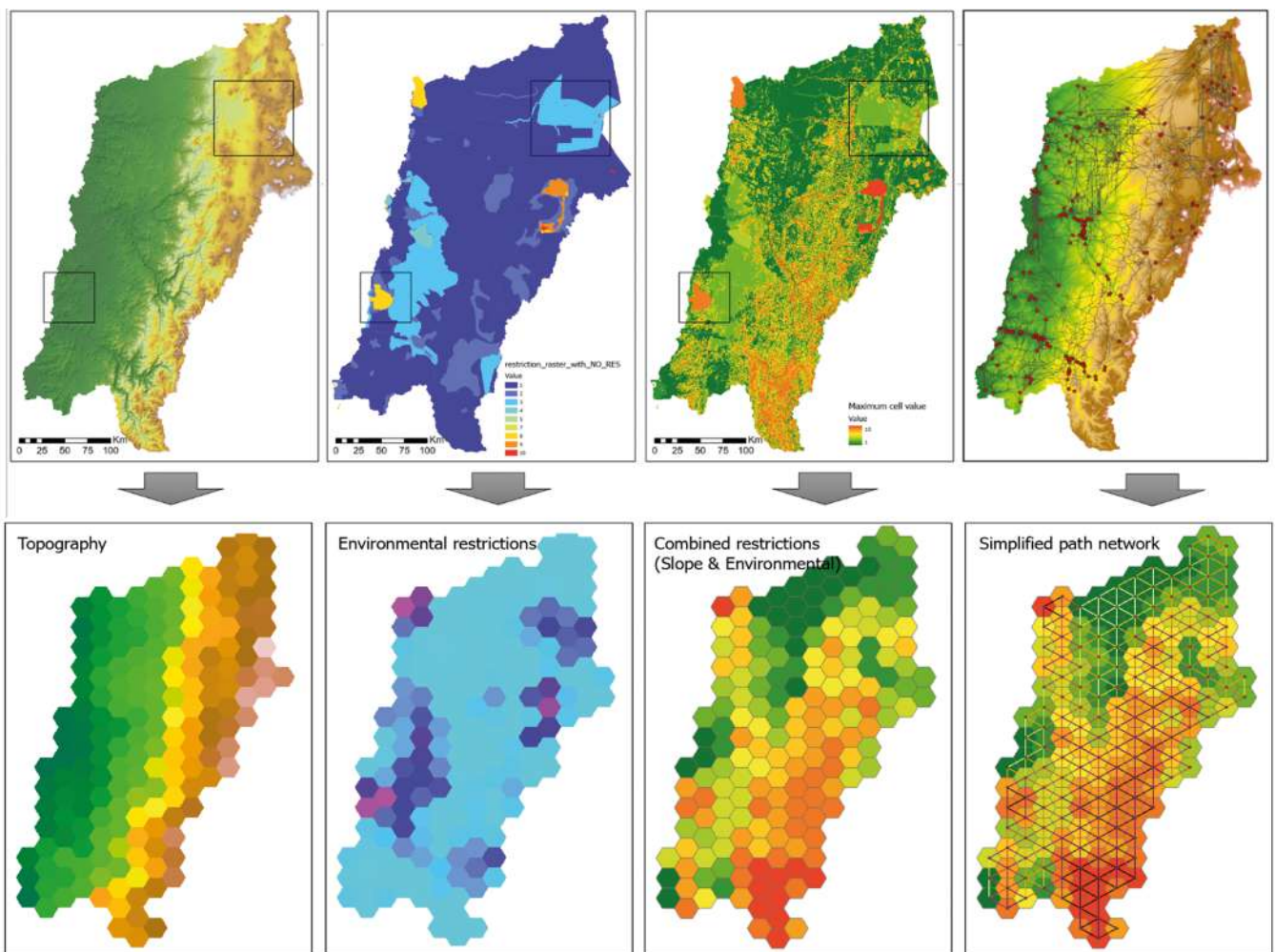


Figura 8. Capas ráster utilizadas para la herramienta simplificada.

Durante el proyecto se desarrollaron una serie de prototipos que se perfeccionaron con la retroalimentación de las partes interesadas. La herramienta permite comparar soluciones con diferentes niveles de planificación; soluciones individuales (azul claro); conexión a infraestructura existente (azul); y planificación previa óptima (verde).

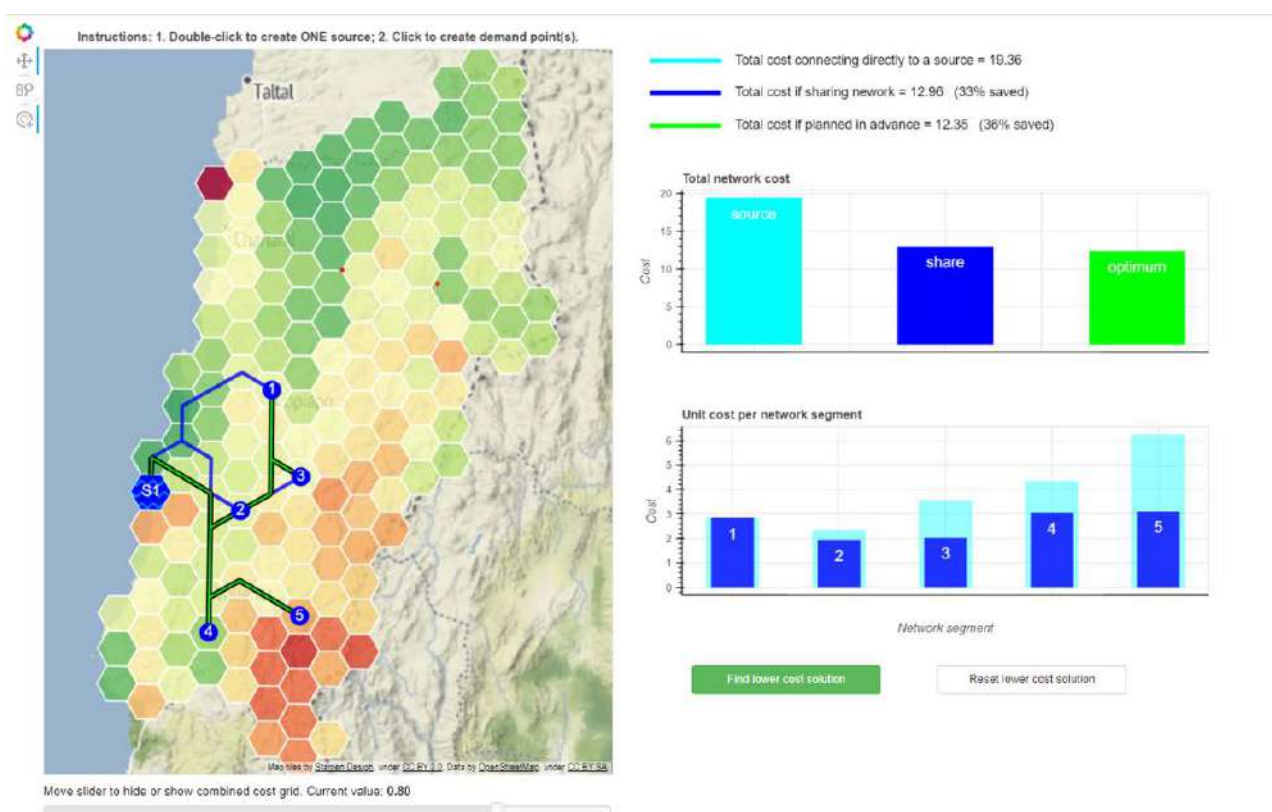


Figura 9. Una captura de pantalla de la herramienta simplificada.



ESCANEA EL CÓDIGO PARA  
PROBAR LA HERRAMIENTA  
SIMPLIFICADA

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Se llevó a cabo un estudio de factibilidad para identificar los principales problemas que pueden afectar la implementación de sistemas integrados de suministro de agua en Chile. Los temas clave explorados fueron la viabilidad económica, social, institucional y regulatoria. Los hallazgos clave se resumen aquí:



## FACTIBILIDAD ECONÓMICA

---

El argumento económico para el suministro de agua de mar desalinizada a las minas es claro, como también lo es el desarrollo de una red que conecte las plantas desalinizadoras a un depósito de almacenamiento central y desde allí a las minas.

Para los usuarios agrícolas, un suministro de agua de mar desalinizada, incluso a través de una red eficiente, probablemente requeriría subsidios.

Falta evidencia sobre la factibilidad económica de abastecer a las comunidades rurales desde una red regional, aunque en algunos casos se benefician de las menores extracciones de agua dulce de la industria minera.



## FACTIBILIDAD SOCIAL

---

Los problemas asociados al agua son inseparables de los aspectos culturales y ambientales.

La aceptación del suministro de agua integrado regionalmente depende no sólo de si los usuarios del agua ven mejoras en el acceso al agua y ganancias económicas, sino también de cómo se incluye a los usuarios de agua en el proceso de toma de decisiones.

Si bien existe voluntad de las partes interesadas, persiste un desafío importante con respecto a cómo construir e implementar procesos inclusivos e incorporar distintos objetivos y prioridades entre los usuarios del agua.



## FACTIBILIDAD INSTITUCIONAL Y REGULATORIA

---

Actualmente existe una falta de regulación y política en torno al intercambio y comercialización de agua de mar desalinizada.

Existen debates en la Cámara de Diputados de Chile sobre la posibilidad de obligar el uso de agua de mar desalinizada para operaciones mineras. Si esto sucede, dependiendo del resultado de la discusión constitucional, es posible que la regulación promueva el suministro de agua de mar desalinizada.

La revisión de los asuntos institucionales muestra un margen considerable para las redes de suministro integradas, pero se necesitan políticas y regulaciones mejor definidas.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

**El proyecto se desarrolló durante tres años y las actividades técnicas, la participación de las partes interesadas y la difusión se llevaron a cabo en paralelo. La interacción continua con las partes interesadas fue un aspecto clave del proyecto que permitió recibir comentarios y utilizarlos para mejorar ambas herramientas. Las siguientes secciones presentan las principales actividades y resultados clave de cada año del proyecto.**

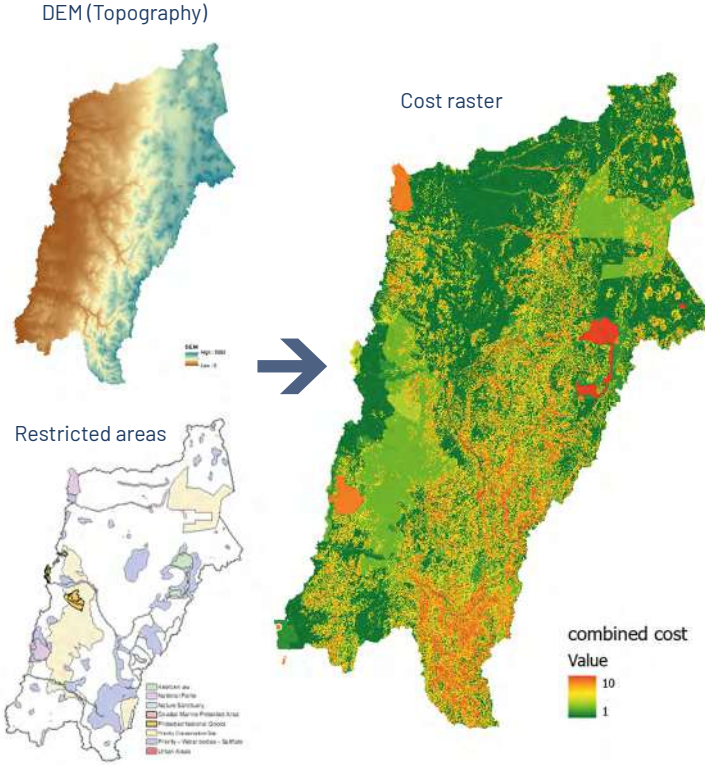


# PRIMER AÑO

## RECOPIACIÓN DE DATOS Y DESARROLLO DE METODOLOGÍAS



- Actualización de bases de datos con fuentes recientemente identificadas.
- Continuación del desarrollo del marco de modelado y la herramienta de modelado. Implementación de herramientas utilizando ArcGIS como interfaz.
- Desarrollo de escenarios relevantes para los stakeholders.
- Desarrollo continuo de la herramienta simplificada.
- Relacionamiento directo con stakeholders de la región de Atacama. Se realizaron un conjunto de cuatro talleres en Copiapó, Vallenar y Diego de Almagro.
- Proyecto presentado en Congreso del Water Congress (09/2022).
- Difusión de resultados en taller en Copiapó.



**Figura 10.** Construcción del ráster de costos combinando áreas ambientales protegidas y topografía.

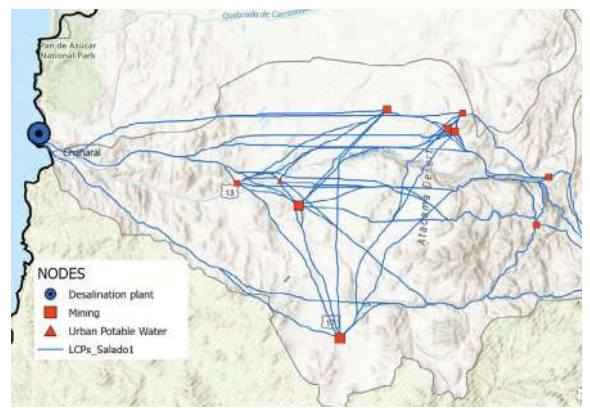
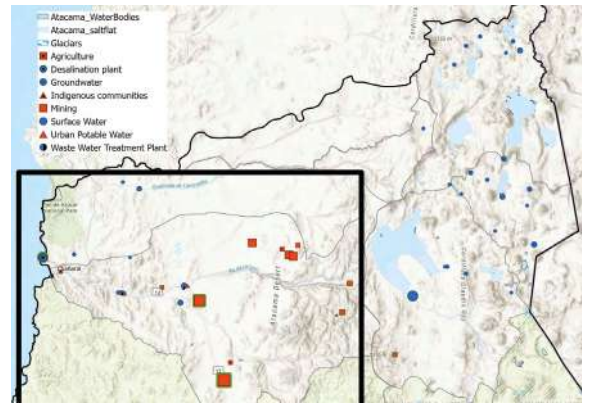


## SEGUNDO AÑO

### DESARROLLO DE LAS HERRAMIENTAS

- Actualización de bases de datos con fuentes recientemente identificadas.
- Continuación del desarrollo del marco y la herramienta de modelación. Implementación de herramientas utilizando ArcGIS como interfaz.
- Desarrollo de escenarios relevantes para los stakeholders.
- Desarrollo continuo de la herramienta simplificada.
- Relacionamiento directo con stakeholders de la región de Atacama. Se realizaron un conjunto de cuatro talleres en Copiapó, Vallenar y Diego de Almagro.
- Proyecto presentado en Water Congress en Chile (09/2022).
- Difusión de resultados en taller en Copiapó.

**Figura 11.** Escenario para la Cuenca del Río Salado: agua desalinizada para abastecer a la minería y al pueblo de Diego de Almagro.



## ENTREGA DEL PROYECTO Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

.....

- Refinamiento y actualización de las funciones de costos de la herramienta de modelación.
- Refinamiento y actualización de códigos de las herramientas.
- Elaboración del manual de usuario.
- Presentación del proyecto en congresos: Congreso Latino Americano de Hidráulica - Brasil (11/2022); Simposio de Hidrología y Recursos Hídricos - Australia (11/2022); Congreso Economía Circular - Perú (12/2022); Congreso Mundial de Minería - Australia (06/2023).
- Sumisión de la publicación “Integración sostenible de agua de mar desalinizada en redes regionales de suministro de agua utilizando un marco de modelación participativo”.
- Taller con las partes interesadas en Santiago.
- Talleres de finalización de proyecto en Copiapó y Santiago.





# DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La actual tendencia en la gestión de los recursos hídricos en Chile hacia sistemas de suministro de agua individuales y competencia entre usuarios está creando conflictos, impactos en los ecosistemas locales, retraso en el crecimiento económico regional, aumento de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y poniendo en riesgo cadenas de suministro de minerales críticos. El concepto de suministro integrado de agua ofrece una dirección alternativa, en la que los sistemas de suministro de agua se planifican en función de la disponibilidad de agua, las necesidades de los usuarios y la optimización de costos e impactos ambientales. La implementación de este concepto puede garantizar que los sistemas de suministro de agua estén diseñados para maximizar los beneficios sociales y económicos y al mismo tiempo minimizar los costos económicos y los impactos sociales y ambientales adversos.

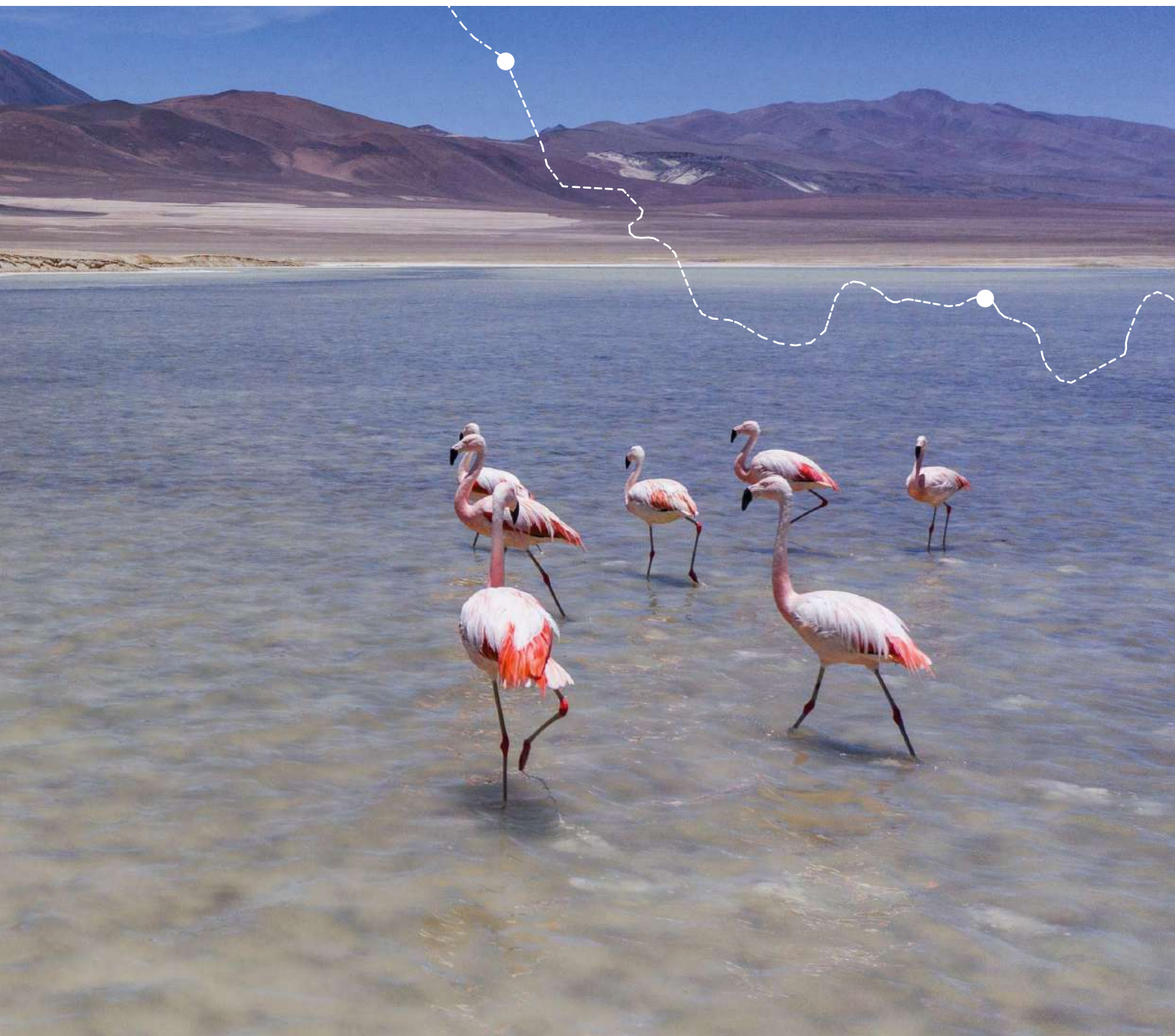
A través del compromiso con representantes de múltiples sectores antes y durante el proyecto, el equipo del proyecto encontró que el concepto resonaba en cada uno de los diferentes sectores, pero la percepción general era que la implementación sería un desafío debido a la falta de coordinación entre los sectores. Este es precisamente uno de los temas que este proyecto pretende abordar mediante el desarrollo de herramientas que faciliten el diálogo y la colaboración. Uno de los aspectos interesantes de

los talleres de los años dos y tres fue que muchos de los representantes de diferentes sectores de la Región de Atacama nunca antes se habían reunido para discutir los desafíos y oportunidades de la gestión de recursos hídricos. Muchos de los participantes también llegaron a los talleres con nociones preconcebidas sobre los otros sectores y su posible reticencia a involucrarse y considerar sistemas integrados. Sin embargo, el equipo descubrió que todos los sectores demostraron un interés considerable en el concepto y una voluntad de colaborar entre sectores para abordar los desafíos relacionados con los recursos hídricos.

Durante los talleres, a los participantes también les resultó fácil comprender el propósito de las herramientas y cómo podrían usarse. El principal desafío ahora es apoyar su uso por parte de todas las partes potencialmente interesadas en desarrollar soluciones integradas de suministro de agua en la Región de Atacama. Esto se logrará poniendo la herramienta a disposición del público y el compromiso continuo con las partes interesadas clave, incluidos el gobierno regional, el sector minero, el sector agrícola, los municipios y muchos otros. El plan también es expandir el proyecto más allá de la Región de Atacama para fomentar la implementación del concepto en otras regiones de Chile y potencialmente en otros países.

En las próximas décadas, el agua será un recurso que causará conflictos y obstaculizará el desarrollo en zonas con escasez como el norte de Chile, o bien, un recurso que reúne a los distintos sectores para su gestión eficiente y sostenible. Es imperativo, en beneficio de la sociedad global, que se hagan esfuerzos para fomentar la gestión colaborativa del agua, ya que esto puede apoyar el desarrollo socioeconómico, la resiliencia territorial

y permitir abordar el cambio climático a través de la conservación de los ecosistemas y el suministro de minerales críticos necesarios para la transición energética. El propósito de este proyecto fue apoyar el movimiento hacia la gestión colaborativa del recurso hídrico y los resultados obtenidos se utilizarán como plataforma para continuar fomentando ese movimiento.





## PRÓXIMOS PASOS - PLAN DEL PROGRAMA

El proyecto presentado en este informe ha recibido un interés considerable de múltiples sectores, incluida la industria minera, el gobierno nacional y regional, grupos agrícolas y comunidades. El tipo de interés ha variado, algunos grupos industriales han solicitado aplicar las herramientas a sus operaciones y cuencas locales, algunos representantes de gobiernos regionales han pedido apoyo para implementar herramientas similares en sus regiones para ayudar a la planificación regional, y representantes de agencias gubernamentales han preguntado si las herramientas pueden ser utilizadas para apoyar varias iniciativas gubernamentales actuales que tienen como objetivo mejorar los procesos de gestión integrada de cuencas.

Debido al nivel de interés y el potencial para apoyar la implementación del concepto de sistema integrado de abastecimiento de agua en otras regiones de Chile, se decidió desarrollar un Programa de I+D en SMI-ICE-Chile. La idea detrás del programa es utilizarlo como plataforma para desarrollar nuevos proyectos con una amplia gama de objetivos. Por ejemplo, el desarrollo de proyectos comerciales para abordar requisitos industriales específicos, proyectos de investigación para perfeccionar las herramientas y proyectos desarrollados en colaboración con agencias gubernamentales para probar el concepto en diferentes regiones.

El siguiente diagrama presenta cómo el programa se dividirá en líneas comerciales y de I+D con posibles oportunidades de proyectos en cada área para apoyar el trabajo hacia el objetivo final de la implementación generalizada de sistemas integrados de suministro de agua y una mejor gestión del agua de captación a nivel nacional. El diagrama también presenta la importancia de los socios del programa y de qué grupos es más probable que provengan para cada línea del programa.



*El programa proporcionará una plataforma para crear nuevas asociaciones y oportunidades de proyectos para continuar trabajando hacia sistemas de gestión del agua más eficientes que generarán un mayor desarrollo socioeconómico y apoyarán una sociedad global más sostenible.*



**Si está interesado en formar parte de esta plataforma de colaboración, escribanos a: [contacto@smiicechile.cl](mailto:contacto@smiicechile.cl)**

# EQUIPO DE PROYECTO



**PROF. NEIL MCINTYRE**

Asesor Técnico



**DR LILIANA PAGLIERO**

Lideresa Técnica



**DR DOUG AITKEN**

Líder del Proyecto



**PROF. DAVID MULLIGAN**

Asesor Técnico



**DR PASCAL ASMUSSEN**

Investigador SIG y Mapeo



**DR NATHALIE JAMETT**

Investigadora Optimización y Desarrollo de Herramienta



**PROF. GUILLERMO DONOSO**

Investigador Factibilidad del Concepto



**DR. MARTIN STRINGER**

Investigador Visualización de la Herramienta



**DR SEBASTIÁN HERRERA**

Investigador Optimización y Desarrollo de Herramienta



**FRANCISCA RIVERO**

Investigadora Relaciónamiento con Actores Locales



**PROF. LUIS CISTERNAS**

Investigador Optimización y Desarrollo de Herramienta



**CLAUDIA MORENO**

Investigadora PhD Costos Ambientales



**BABAK ZOLGHADR-ASLI**

Investigador PhD Suministro de Agua para Agricultura



**RODRIGO RIVAS**

Gerente de Finanzas



**DR GABRIEL PÉREZ MURILLO**

Investigador Implementación de la Herramienta



**GIOVANA GARCÍA**

Investigadora recursos Hídricos



**DR. CARLOS MIRALDO**

Investigador Recursos Hídricos



**NIGEL WIGHT**

Investigador Relaciónamiento con Actores Locales



**LEVI CAMPOS**

Investigador Desarrollo de la Herramienta



**VICKY MARTÍNEZ**

Diseñadora Gráfica



**SEBASTIÁN ANDRADE**

Investigador Desarrollo de la Herramienta



**CONSTANZA PANTALEÓN**

MCI Gerente de Sostenibilidad



**TADASHI MIZUNO**

CEO y Director



**TAKEAKI DOI**

MCI Gerente General



**JAIME GONZÁLEZ**

MCI Líder de Minería



**VIOLETTA UDOVIK**

MCI Coordinadora de Proyectos



**KENTARO OGURA**

MCI Líder de Marketing



**ALVARO ALIAGA**

MCI Gerente General

# AGRADECIMIENTOS

## PATROCINADORES DEL PROYECTO

Gracias al equipo de M.C. Inversiones Chile por su patrocinio del proyecto, su continuo involucramiento y apoyo, y por las siempre amenas y enriquecedoras reuniones del equipo del proyecto.

## UNIVERSIDADES ASOCIADAS

Gracias a nuestros colaboradores académicos de la Universidad de Antofagasta, la Universidad Católica del Norte y la Pontificia Universidad Católica de Chile por sus valiosos aportes al proyecto. El equipo también quisiera agradecer a la Universidad de Atacama por ayudar a respaldar la actividad del proyecto que tuvo lugar en Copiapó y a la Universidad del Desarrollo por apoyar la actividad del proyecto que tuvo lugar en Santiago.

## LOS PARTICIPANTES DEL TALLER

Gracias excepcionales a los participantes de los talleres que nos acompañaron en Copiapó, Vallenar, Diego de Almagro y Santiago por tomarse el tiempo para conocer el proyecto, hablar con el Equipo, probar las herramientas y brindar retroalimentación.

## PATROCINADORES SMI-ICE-CHILE

SMI-ICE-Chile y la Universidad de Queensland agradecen el apoyo del Gobierno de Chile a través del Programa de Centros Internacionales de Excelencia. SMI y SMI-ICE-Chile agradecen las alianzas con CORFO y ANID que permitieron la plataforma y presencia local desde la cual se pudo desarrollar este importante proyecto y la relación con MCI.





# REFERENCIAS

[1] United States Geological Survey (2023) Mineral Resources Online Spatial Data. Accessed on: 17/10/2023, from: <https://mrdata.usgs.gov/general/map-global.html>

[2] World Resources Institute (2022) WRI Aqueduct. Accessed on: 17/10/2023, from: <https://www.wri.org/aqueduct>

[3] Asociación Chilena de Desalación y Reúso (2023) Reúso y Desalinización en Chile. Accessed on 17/10/2023, from: <https://www.acades.cl/proyectos/>

[4] SERNAGEOMIN (2023) Servicio Nacional de Geología y Minería. Anuario de la Minería de Chile 2022. Servicio Nacional de Geología y Minería, 235 p. Santiago

[5] Instituto Nacional de Estadísticas (2020) Estadísticas Regionales. Accessed on 17/10/2023, from: <https://regiones.ine.cl/atacama/estadisticas-regionales>

[6] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2019) Información Regional 2019. Accessed on 17/10/2023, from: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/Atacama.pdf>

