

**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS**

**ESTUDIO BÁSICO
“ANÁLISIS REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA
DE LARGO PLAZO 2025-2055”**

ETAPA 4 – REGIÓN ANTOFAGASTA

REV. 0

Preparado para:



marzo de 2025

CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE

En la región de Antofagasta destaca el Río Loa como el principal recurso hídrico de la región. Las demandas hídricas de la región se sitúan predominantemente en la cuenca Río Loa (BNA 021) y en las zonas bajas de las cuencas Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022), Q. Caracoles (BNA 027), Q. La Negra (BNA 028) y Costeras entre Q. La Negra – Q. Pan de Azúcar (BNA 029). Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1. El sector minero presenta la mayor demanda. Se proyecta una disminución del 15% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, asociado principalmente a la reducción del 75% de la demanda del sector agrícola⁶, seguido por una reducción en la demanda minera⁷ del 19%.

De manera simultánea, se prevé un aumento de los caudales en todas las cuencas regionales, siendo las más favorecidas las Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022) y Costeras entre Q. La Negra – Q. Pan de Azúcar (BNA 029), con aumentos del 50% y 61%, respectivamente. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que las cuencas Río Loa (BNA 021), Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022), Salar de Atacama (BNA 025), Q. Caracoles (BNA 027) y Q. La Negra (BNA 028) presentan un déficit hídrico estructural, donde, a excepción de Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022), todas las cuencas con déficit hídrico presentan al menos una restricción de uso en sus fuentes, lo que las vuelve especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. En particular, para las cuencas Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022), Q. Caracoles (BNA 027) y Q. La Negra (BNA 028), el déficit se caracteriza por demandas que superan la oferta disponible con un 50% de probabilidad de excedencia. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁸, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 95,9%, los sistemas de

⁶ Atribuible a las tendencias de disminución de la superficie de cultivo de forrajeras permanentes y frutales, proyección fundamentada en los registros de los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021).

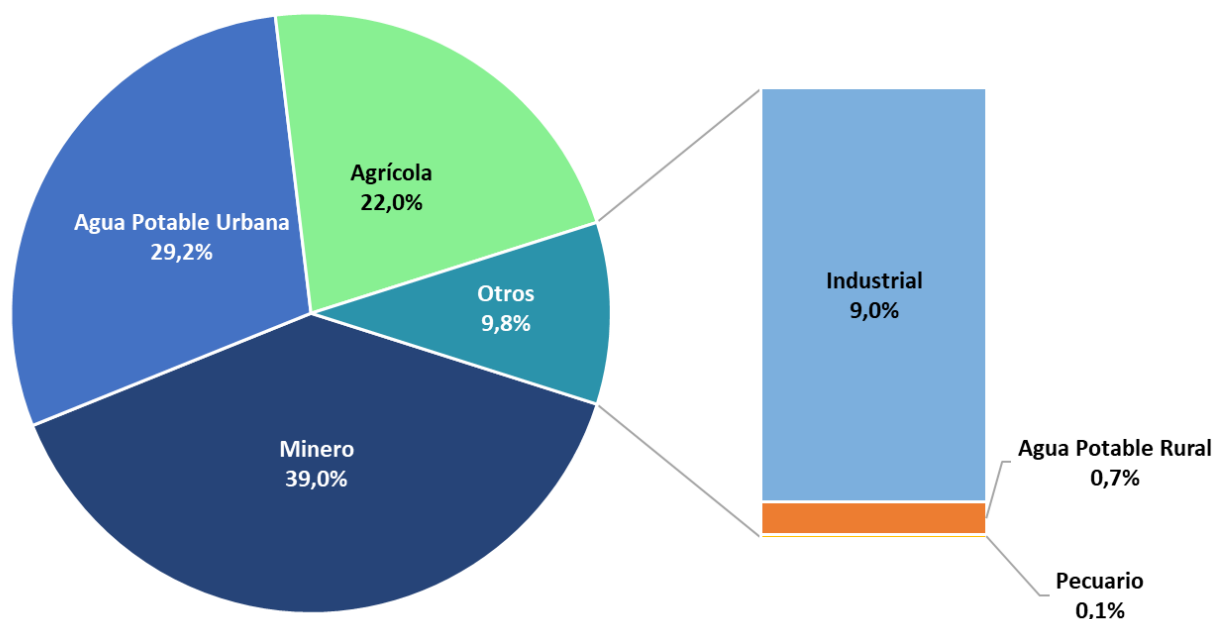
⁷ Basado en las tendencias históricas de reducción del consumo unitario de agua continental por tonelada mineral de cobre procesado.

⁸ Entendidos como brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

distribución registran pérdidas físicas del 28% en promedio⁹. En las áreas rurales, entre el 14% y 36% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que la falta de información afecta hasta el 66,2% de las viviendas rurales, limitando el desarrollo de estrategias integrales. Además, entre un 6 y 36% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. La región enfrenta limitaciones significativas en la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua. Se estima la eficiencia de riego en un 45% en promedio, donde las cuencas Costeras Q. Pan de Azúcar – R. Salado (BNA 031) y Río Loa (BNA 021) presentan los valores más bajos. Se observan limitaciones en torno a las Organizaciones de Usuarios de Aguas, solo se observan Comunidades de Aguas para las cuencas Río Loa (BNA 021) y Salar de Atacama (BNA 025)¹⁰. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo la cuenca Río Loa (BNA 021) cuenta con proyectos. La calidad del agua representa un problema crítico en las cuencas Río Loa (BNA 021), Endorreicas entre Fronterizas y S. de Atacama (BNA 024), Q. Caracoles (BNA 027) y Costeras entre Q. Pan de Azúcar y R. Salado (031), debido a altos niveles de contaminación y erosión. De igual modo, todas las cuencas de la región, a excepción de Q. Caracoles (BNA 027), presentan deterioro en la calidad de las aguas debido a la baja cobertura de saneamiento de aguas servidas y residuales, por contaminación proveniente de la minería y a la baja infraestructura de monitoreo. La mayoría de las cuencas de la región exhiben una baja protección ecosistémica, menor al 5% de la superficie de humedales, a excepción de las cuencas Endorreicas entre Fronterizas – S. de Atacama (BNA 024), Salar de Atacama (BNA 025) y Fronteriza ente S. de Atacama – Socompa que presentan más de un 5% de protección. Esta situación evidencia la necesidad de medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022), Salar de Atacama (BNA 025), Endorreicas entre S. de Atacama y V. del Pacífico (BNA 026), Q. Caracoles (BNA 027), Q. La Negra (BNA 028) y Costeras entre E. La Negra – Q. Pan de Azúcar (BNA 029) presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones y aluviones. Los sistemas de drenaje resultan insuficientes, lo que agrava los impactos de estos eventos.

⁹ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

¹⁰ No se observan en la región Juntas de Vigilancia, Comunidades de Aguas Subterráneas y Asociaciones de Canalistas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1-1 Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023

Tabla 8.1-1 Balance Hídrico Estructural actual de la región de Antofagasta

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
020	Fronterizas Salar Michincha-R. Loa	Con recursos	No	No	Con recursos
021	Rio Loa	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
022	Costeras R. Loa-Q. Caracoles	Déficit hídrico estructural	No	No	Déficit hídrico estructural
023	Fronterizas Salares Atacama-Socompa	Con recursos	No	No	Con recursos
024	Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
025	Salar de Atacama	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
026	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
027	Quebrada Caracoles	Déficit hídrico estructural	No	Sí	Déficit hídrico estructural
028	Quebrada la Negra	Déficit hídrico estructural	No	Sí	Déficit hídrico estructural

¹¹ El Balance Hídrico corresponde al contraste realizado entre la oferta superficial y la demanda, donde Déficit Hídrico Estructural corresponde a cuencas donde la demanda extractiva supera el caudal que se excede el 50% del tiempo; Estrés hídrico: la demanda extractiva es mayor que el caudal que se excede el 85% del tiempo; y Con recursos: la demanda no supera el caudal que se excede el 85% del tiempo.

¹² El Balance Hídrico Unificado combina el Balance Hídrico con las restricciones de uso de agua superficiales y subterráneas, si la cuenca posee restricciones su nivel de criticidad aumenta.

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
029	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	Estrés hídrico	No	No	Estrés hídrico
031	Costeras Q. Pan de Azúcar – Río Salado	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

8.2 EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES

En la región de Antofagasta se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Endorreica entre Fronterizas – S. de Atacama (BNA 024), Salar de Atacama (BNA 025), Endorreicas S. Atacama – V. Pacífico (BNA 026) y Q. Caracoles (BNA 027). Paralelamente, en el ámbito productivo se han formulado Planes de Riego orientados a promover un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos destinados al riego, los cuales se han desarrollado en todas las cuencas de la región. No obstante, se identifica la necesidad de extender o actualizar el desarrollo de estos instrumentos de gestión, como Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) y Planes de Riego, a aquellas cuencas que carecen de herramientas similares. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Capítulo 3 del Informe Nacional.

El fortalecimiento de la gestión hídrica requiere la integración de soluciones innovadoras que diversifiquen las fuentes de abastecimiento y permitan la adaptación al cambio climático. Esto incluye la reutilización de aguas servidas, recarga artificial de acuíferos, obras de regulación e infiltración, sistemas urbanos de drenaje sostenible, plantas desaladoras, mejoramiento de riberas y reforestación, complementadas con tecnologías avanzadas para el monitoreo, caracterización de infraestructura y disponibilidad hídrica.

8.3 GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) lidera la gestión de infraestructura hídrica mediante planificación estratégica, regulación y coordinación interinstitucional, buscando garantizar la sostenibilidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Su Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 (PNIP) establece una estrategia para abordar los desafíos hídricos futuros, adaptándose a cambios climáticos y socioeconómicos, y promoviendo soluciones sostenibles. En la región de Antofagasta, actores como el Gobierno Regional, SERNAGEOMIN, SEREMI MMA, SEA, CONAF, compañías de la industria minera, CODELCO, SONAMI, CONADI, CPA, Centros de Investigación y Aguas Antofagasta¹³, desempeñan roles clave. Aunque el MOP

¹³ SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería; SEREMI MMA: Secretaría Regional Ministerial Ministerio del Medio Ambiente; SEA: Servicio de Evaluación Ambiental; CONAF: Corporación Nacional Forestal; Industria Minera: Compuesta por Minera Escondida BHP, Sociedad Química y Minera de Chile SQM, Zaldivar, Compañía Minera del Pacífico, Dovalle Farmacéutica Minera de Chile y Cia., entre otros; CODELCO: Corporación Nacional del Cobre; SONAMI: Sociedad Nacional de Minería; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena;

destaca por su capacidad técnica, enfrenta desafíos como la fragmentación organizativa y falta de continuidad en políticas. Es esencial fortalecer la articulación local, fomentar la confianza y asegurar una gobernanza colaborativa y resiliente, adaptada a realidades territoriales.

8.4 FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA

La visión estratégica del Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 prioriza la resiliencia hídrica como un componente central de la gobernanza nacional frente a la crisis hídrica. Este enfoque reconoce el agua como un recurso estratégico para la población, la economía y la biodiversidad, promoviendo su gestión integrada y sostenible en respuesta a los desafíos climáticos y socioeconómicos. Se busca garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, fomentando un desarrollo equitativo y resiliente. En la región de Antofagasta, la estrategia se centra en desarrollar una gestión integral y colaborativa de los recursos hídricos, con especial énfasis en garantizar el derecho humano al agua, la conservación de los ecosistemas y el desarrollo económico. Busca desarrollar tecnologías sostenibles y resilientes para el abastecimiento de agua de la región, mediante infraestructura multipropósito y prácticas de uso eficiente, sustentado en información robusta y el fortalecimiento de la gestión de riesgos.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. Un escenario de *Estancamiento Crítico*, donde el aumento de la demanda hídrica de sectores urbanos (crecimiento poblacional +24% para 2035), rurales industriales y mineros, configuran una situación de vulnerabilidad extrema en la provisión de agua potable y saneamiento. La vulnerabilidad se exacerba por la sobreexplotación de los acuíferos, situando a la región en un umbral crítico de agotamiento hídrico. El sector minero enfrenta limitaciones operativas debido a la competencia por el recurso hídrico. La reducción de los caudales y sobreexplotación de humedales podrían ocasionar daños irreversibles en la biodiversidad, así como un alto riesgo de contaminación debido a la presencia de relaves mineros en desuso. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se intensifican debido al crecimiento de la demanda hídrica, la expansión del sector minero y los efectos del cambio climático. La región mantiene su capacidad de respuesta institucional, conservando niveles de eficiencias (60% en minería, 45% eficiencia de riego), enfatizando en la diversificación de fuentes, la optimización de la infraestructura existente y la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo, sin embargo, persisten desafíos sustanciales que requieren atención prioritaria, como la presión sobre las aguas subterráneas y el alza en los costos hídricos para el sector industrial y minero. En un escenario de *Capacidad Limitada*, la gestión hídrica permite una estabilidad relativa,

CPA: Consejo de Pueblos Atacameños; Centros de Investigación: Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA), Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), Centro Científico Tecnológico Región de Antofagasta (CICITEM).

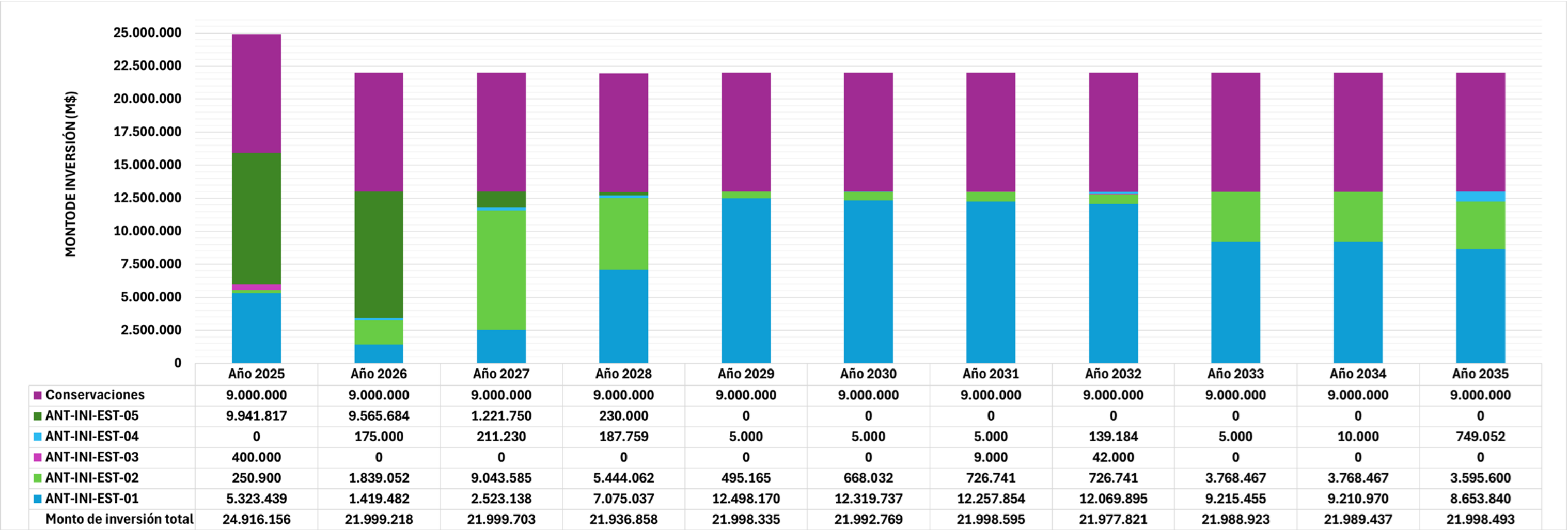
pero con fragilidades estructurales que comprometen la resiliencia de la región. La presión por los recursos hídricos ejercida por los sectores urbano-industrial y extractivo han generado una vulnerabilidad latente. Los desafíos de SH para consumo humano, saneamiento y desarrollo económico se acentúan. Los conflictos socioambientales por el acceso al agua se agudizan, debido a las limitaciones institucionales, fragmentación en las competencias y una escasa articulación entre los actores involucrados. Por último, en un escenario de *Avance Sostenible*, la región logra una gobernanza hídrica fundamentada en la resiliencia y sostenibilidad. Mediante la optimización de los recursos hídricos, la diversificación de fuentes, la implementación de tecnologías avanzadas, la recirculación de las aguas servidas y residuales, la planificación adaptativa y modernización de la infraestructura, se han logrado gestionar eficientemente las demandas hídricas de la región, lo que ha permitido reducir las pérdidas en la red de distribución, ampliar la dotación de servicios de agua potable y saneamiento, reducir los niveles de contaminación de los cuerpos de agua y conservar ecosistemas hídricos.

8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE

El desarrollo de una planificación estratégica integral y sostenible es clave para abordar los desafíos regionales mencionados en los acápites anteriores. Se deben implementar medidas de adaptación en distintos niveles, a través de una coordinación transversal con mejoras institucionales, que consideren un contexto de alto dinamismo y por lo tanto una actualización constante. Esta planificación debe tener un enfoque inclusivo y coordinado para abordar problemas complejos de forma integral, que considere las particularidades de la región, sin relevar un territorio por sobre otro. La implementación de servicios e infraestructura requiere de un rol activo de todos los actores y una inversión eficiente, que considere metas a corto y mediano plazo para lograr el desarrollo soluciones efectivas en todos los territorios.

8.7 SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Para abordar los desafíos hídricos regionales, se han desarrollado Iniciativas Estratégicas (IE), entendidas como un conjunto de acciones diversificadas que incluyen inversiones en infraestructura, medidas de gestión y propuestas de políticas públicas. Las IE buscan solucionar problemas territoriales y contribuir al cumplimiento de la SH regional en función de una visión de desarrollo sostenible con pertinencia local. Las IE han sido priorizadas de acuerdo a los desafíos de la región, en la Figura 8.7-1 se presenta su distribución.



Leyenda	Descripción Iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas con énfasis en la calidad del agua
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en la calidad del agua
INI-EST-03	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas
INI-EST-04	Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza con énfasis en modelación integrada de recursos superficiales y subterráneos
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, además del manejo de los flujos excedentes del invierno altiplánico

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.7-1 Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas

Entre las IE más relevantes de la región, destaca la “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Agua Potable”, orientada a garantizar el derecho al agua. Asimismo, la iniciativa “Fuentes de Abastecimiento Sustentables para Consumo Humano y Riego” busca asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. La iniciativa “Implementación de un Sistema de Seguimiento y Monitoreo Integral” tiene como objetivo fortalecer la gestión de cuencas mediante información hidrométrica actualizada, facilitando una planificación eficiente y soluciones adaptadas a los problemas de calidad y acceso al agua. Por último, la iniciativa “Obras y Medidas de Protección y Recuperación de Sistemas Ecosistémicos Naturales, Basadas en la Naturaleza” se encuentra orientada a fortalecer la conservación y recuperación de humedales, cauces y riberas asegurando la provisión de servicios ecosistémicos.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

M\$ 84.959.200 de inversión para Diseño y construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 25.000 personas, lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra distribuida principalmente en las cuencas Q. Caracoles (BNA 027), que corresponde al 40% de la inversión para este ítem; la cuenca Endorreicas entre S. de Atacama y V. del Pacífico (BNA 026) con 22% de la inversión y la cuenca Río Loa (BNA 021) con un 16% de la inversión.

M\$ 4.090.000 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 10 estudios de recursos hídricos, 3 estudios de riego y 1 estudio de nuevas tecnologías. El 23% de la inversión se centra en estudios a escala regional. Entre las cuencas destaca un 27% de inversión destinado a estudios para alternativas de nuevas fuentes en la cuenca Salar de Atacama (BNA 025) y un 16% de inversión destinado a la cuenca Río Loa (BNA 021).

M\$ 1.366.300 de inversión para el Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras, con un beneficio para 639 personas en las cuencas Costeras R. Loa – Q. Caracoles (BNA 022) y Costeras entre Q. La Negra – Q. Pan de Azúcar (BNA 029).

M\$ 40.236.300 de inversión para Incrementar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 55 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 40.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.

M\$ 39.861.400 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 29.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica. La inversión se encuentra distribuida entre las cuencas Q. Caracoles (BNA 027) y Q. La Negra (BNA 028) con un 32% de inversión cada una, Río Loa (BNA 021) con un 24% y Fronterizas Salar Michincha-R. Loa (BNA 020) con un 11% de la inversión para este ítem.

M\$ 53.664.700 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 240 hectáreas de riego en la región.

M\$ 310.000 de inversión para el Regularización de Derechos de Agua en Captaciones; la Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios, y el Plan de Seguimiento a Planes de Riego.

M\$ 14.700.000 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 20 hm³/año y; M\$ 9.386.900 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a 1 hectárea en promedio.

M\$ 54.598.200 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 80% del monto total está destinado a estaciones para el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en las cuencas Q. Caracoles (BNA 027), Salar de Atacama (BNA 025) y S. de Atacama y V. del Pacífico (BNA 026), con un 27%, 26% y 14% de inversión, respectivamente.

M\$ 59.010.600 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente al Mejoramiento de 29 km de Riberas y/o Orillas Naturales, la Construcción de 4 km de Áreas Verdes de Flora Nativa, y la Construcción de 4 Obras de Regulación e Infiltración.

M\$ 940.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 7 estudios de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, Planes y Políticas; 2 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 1 estudio de Definición de franjas de restricción y 1 estudio de Reforestación en Sectores con Riesgo de Erosión. El 66% de la inversión se concentra en la cuenca Río Loa (BNA 021), un 17% está asignado a la cuenca Salar de Atacama (BNA 025) y un 17% de la inversión tiene un enfoque regional.

8.8 MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA

El estudio aborda megatendencias globales como cambio climático, urbanización, intensificación agrícola y dinámicas demográficas, que redefinen la disponibilidad y demanda de agua. Para enfrentar vulnerabilidades y oportunidades, se proponen cinco tipos de acciones anticipatorias: **Mitigación**, acciones que pretenden reducir impactos adversos probables, incluyen la modernización de la infraestructura de riego y la reducción de la pérdida en canales; la **cobertura**, corresponden a acciones que buscan minimizar riesgos por incertidumbres, considera la implementación de plantas desaladoras y la diversificación de fuentes. Por su parte, las medidas de **oportunidad** procuran aprovechar beneficios ciertos, considerando acciones que priorizan tecnologías de reúso de aguas residuales y optimización industrial-minera; las acciones de **beneficio** persiguen capitalizar desarrollos inciertos, estas acciones consideran políticas de conservación (protección de humedales y caudales ecológicos) y la actualización de Instrumentos de Planificación Territorial. Por último, las medidas **preventivas** buscan influir proactivamente en eventos externos, estas medidas involucran sistemas de monitoreo hidroclimático y acuerdos binacionales para acuíferos transfronterizos, reforzando

la gobernanza, reduciendo los conflictos socioambientales e incrementado la resiliencia. Estas acciones, respaldadas por inversión en datos actualizados y participación multisectorial, robustecen la adaptabilidad frente a incertidumbres climáticas y presiones demográficas.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- (CONAF), C. D. (2019). *Uso de Suelo, IDE MINAGRI, CONAF*.
- Abarca Silva, M. (2018). *Conformación del control del Agua Potable Rural (APR), a partir de la implementación de plantas desalinizadoras, según concepción del ciclo hidrosocial, en las localidades de Michilla y Paposo, Región de Antofagasta*. Santiago: Universidad de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- ACADES. (2022). *Desalinización de agua de mar en la minería*. Obtenido de <https://www.acades.cl/wp-content/uploads/2023/04/ACADES-en-Expomin.pdf>
- Aguas Antofagasta. (2019). *Aguas Antofagasta*. Obtenido de <http://www3.aguasantofagasta.cl/documentacion.html>
- Aguas Antofagasta. (2024). *Aguas Antofagasta*. Obtenido de www.aguasantofagasta.cl
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BDE. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BIG DATA ULS. (2023). *Embalses Región de Coquimbo, BigData ULS 2022*. Obtenido de <https://bigdatauls.userena.cl/dashboards/embalses-region-de-coquimbo/>
- Bolados A., M., Roa A., S., & Aedo A., M.-V. (2023). Análisis de las brechas e iniciativas hídricas propuestas en los planes estratégicos de gestión hídrica (PEGH): un acercamiento a la gobernanza para su implementación. *Sequía y escasez hídrica: mejoras institucionales y regulatorias en materia de aguas: IV Jornadas del régimen jurídico de las aguas*, 520.
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Concesiones sanitarias: cómo se insertan en el actual modelo de gestión colectiva de las aguas. *Actualidad Jurídica*(N°48). Retrieved from <https://derecho.udd.cl/actualidad-juridica/files/2023/04/aj-47-concesiones-sanitarias-como-se-insertan-en-el-actual-modelo-de-gestion-colectiva-de-las-aguas-natalia-dasencich.pdf>
- CEN. (2023). *Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente*. Santiago. Obtenido de <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.

- Cerutti, D. (2022). Cartografía del daño en el altiplano andino en torno a la minería del litio. *Revista Patagónica de Estudios Sociales*, 29 (28 Dossier).
- CNR. (2016). Planes de Riego, Elqui, Límari y Choapa-Quilimarí.
- CNR. (2017). *Estudio Básico: Diagnóstico para desarrollar Plan de Gestión de Riego en la región de Antofagasta*.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- COCHILCO. (2018). *Anuario de la Minería de Chile*. Obtenido de https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf
- COCHILCO. (2019). *Anuario de la Minería de Chile*. Obtenido de https://www.sernageomin.cl/pdf/anuario_2019_act100720.pdf
- COCHILCO. (2022). *Agua en la minería del cobre*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.cochilco.cl/Listado%20temtico/Agua%20en%20la%20miner%C3%ADa%20del%20cobre.pdf>
- COCHILCO. (2023). *Infraestructura Hídrica Compartida*.
- CONAF. (s.f.). *Uso de Suelo, IDE MINAGRI*. 2019.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- DGA. (2012). Diagnóstico Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos, Región de Antofagasta. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/e66ea175-082b-4c9b-af0d-f62db3af9f08>.
- DGA. (2020). *Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/asuperficiales/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2020). Planes Estratégicos de Gestión Hídrica. Chile.
- DGA. (2021). Desarrollo de Herramientas para el Análisis de Salares y Cuencas Costeras y su Aplicación para el desarrollo del PEGH en La Cuenca del Salar de Atacama.
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en La Cuenca de Loa S.I.T. N° 472.
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Loa*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125661>
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en Cuencas Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente del Pacífico S.I.T. N° 501.

- DGA. (2022). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Endorreica entre Fronterizas y Salar de Atacama S.I.T. N° 499.
- DGA. (2022). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Quebrada Caracoles*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/126251>
- DGA. (2022). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Quebrada Caracoles S.I.T. N° 498.
- DGA. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2023). *Zonas de prohibición*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/zonadeprohibicion.aspx>
- DGA, U. d. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- Dictuc. (2021). *Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua*.
- DIRPLAN. (2012). *Metodología de evaluación socioeconómica ex ante de planes territoriales de infraestructura y gestión de recurso hídrico — MOP*. Santiago.
- DIRPLAN. (2024). *Estudio básico: Análisis integral Plan Director de Infraestructura 2025-2055*. Santiago.
- DOH. (2021). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/dataset/listado-de-sistemas-de-agua-potable-rural-en-chile>
- DOH. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- DOH. (2022). *Actualización Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Antofagasta*.
- DOH. (2023). *Listado de Servicios Sanitarios Rurales*. Santiago, Chile.
- EM-DAT. (2024). *The international disaster database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- GORE Antofagasta. (2020). *Gobierno Regional de Antofagasta*.

- GORE Antofagasta. (2022). *Estrategia regional de Innovación 2022-2028*. Obtenido de https://goreantofagasta.cl/goreantofagasta/site/artic/20220310/asocfile/20220310105133/libro_eri_gobierno_regional_de_antofagasta_.pdf
- GORE Atacama. (2020). *Estrategia regional de innovación*.
- INE . (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- INE. (1997). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.
- INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.
- INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de Resultados CENSO 2017: <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2021). *Censo Agropecuario*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- Kennedy, F. (2024). *Red de Humedales de Antofagasta: El proyecto con el que Fundación Kennedy propone proteger todos los humedales urbanos de la ciudad*. Obtenido de <https://fundacionkennedy.cl/2024/01/10/red-de-humedales-de-antofagasta-el-proyecto-con-el-que-fundacion-kennedy-propone-proteger-todos-los-humedales-urbanos-de-la-ciudad/>
- Larraín, S. (2010). *Conflictos por el agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del mercado*. <http://biblioteca.cephum.org/handle/123456789/929>.
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- López, S. (2024). LA DISPUTA SOBRE LAS AGUAS DEL SILALA ENTRE CHILE Y BOLIVIA. COMENTARIO DE LA SENTENCIA DE LA CORTE INTERNACIONAL DE JUSTICIA DE FECHA 1 DE DICIEMBRE DE 2022. *Revista chilena de Derecho*, 205-230.
- Mardones y Garreaud. (2020). *Future Changes in the Free Tropospheric Freezing*.
- Minería, S. N. (2022). *Anuario de La Minera Chile*. Santiago: <https://www.sernageomin.cl/anuario-de-la-mineria-de-chile/>.
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Antofagasta*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=4
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2021). *Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020 -2050*.
- MOP. (2021). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico*.
- MOP. (2023). *Inventario de Planes 2023*. Obtenido de <https://planeamiento.mop.gob.cl/planes-y-estudios/inventario-de-planes/>

- MOP. (2023). *Inventario de Planes MOP 2023*. Obtenido de Plan de Infraestructura para Caletas Rurales de Coquimbo: https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/inventarioplanes/Documents/Inventario_de_Planes_MOP_2023.pdf
- MOP. (2023). *Inversión Histórica periodo 1986-2023*.
- ODEPA. (2021). Obtenido de Resultados del VII Censo Agropecuario y Forestal: <https://www.odepa.gob.cl/contenidos-rubro/estadisticas/estadisticas-productivas/resultados-del-viii-censo-agropecuario-y-forestal>
- ODEPA. (2022). Catastros Frutícolas. Santiago, Chile.
- PIIH. (2021). Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050. DGA.
- Publicas, M. d. (2018). Plan Chile 30/30. [/https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf](https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf).
- RECT. (2021). Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del RETC 2021. <https://retc.mma.gob.cl/books/informe-consolidado-de-emisiones-y-transferencias-de-contaminantes-del-retc-2021-2/>.
- Sanitarios, S. d. (s.f.). *Información SIFAC II*. Santiago: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-7247.html>.
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/2012/21/recent-submissions?offset=0>
- SERNAGEOMIN. (2022). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- Sernapesca. (2024). *Dpto Gestión de la Información, Atención al Usuario y Estadísticas Sectoriales*.
- SERNATUR. (Febrero de 2024). *Big data para el turismo interno*. Obtenido de Principales destinos turísticos: <https://www.sernatur.cl/dataturismo/big-data-turismo-interno/>
- Siddiqi, A., Eriqat, F., & Diaz Anadon, L. (2016). Formulating Expectations for Future Water Availability through Infrastructure Development Decisions in Arid Regions. *Systems Engineering*. doi:10.1002/sys.21337
- SIFAC II. (2022). SISS.
- SIFAC II,. (2023). *Sistema de Facturación Clientes y Coberturas* . Obtenido de SISS.
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2022*. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SISS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- SISS. (2022). *Sistema de Facturación Clientes y Coberturas SIFAC II* .
- SISS. (2022). *Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-channel.html>

- SISS. (2023). *Informe de coberturas sanitarias 2022*. Santiago. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22927_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). *Informe de gestión del sector sanitario 2022*. Santiago. Retrieved from https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). Planes de desarrollo vigentes. <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>.
- SiSS. (2023). *Sistema de Gestión Unidad Información - Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SISS. (2024). Planes de desarrollo vigentes. <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>.
- SMA. (2022). *Superintendencia del Medio Ambiente Chile*. Obtenido de <https://portal.sma.gob.cl/index.php/2022/03/10/sma-sanciona-a-minera-escondida-por-6-600-millones-tras-dano-ambiental/>
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- Valle, A. d. (2022). *Memorias anuales*. Obtenido de <https://www.aguasdelvalle.cl/personas/nosotros/inversionistas/informacion-financiera/memorias-anuales/>
- Vitale, J., & Puebla, P. (2017). Aplicación de la prospectiva estratégica a la gestión integrada del recurso hídrico. En *Desafíos del agua para la región Latinoamericana* (págs. 80-93). Santiago: Fundación Chile.
- Walker, W. E., Marchau, V. A., & Kwakkel, J. H. (2019). Dynamic Adaptive Planning (DAP). En V. A. Marchau, W. E. Walker, P. J. Bloemen, & S. W. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice*. Cham: Springer.