

**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 MAULE

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

La región de Maule se distingue por la presencia de dos sistemas hidrográficos que dan nombre a las cuencas más relevantes de la región: Río Mataquito (BNA 071) y Río Maule (BNA 073). En estas cuencas se concentra tanto la demanda hídrica como el desarrollo socioeconómico de la región. Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1. El sector agrícola presenta la mayor demanda, mientras que se proyecta un aumento del 10% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola^{5 6} y a la baja eficiencia en el riego, que se estima en un 67% promedio regional. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Mataquito (BNA 071), Costeras R. Mataquito – R. Maule (BNA 072), Río Maule (BNA 073) y Costeras R. Maule – Límite Región (BNA 074).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, siendo las más afectadas Costeras entre Límite Región – R. Mataquito (BNA 070) y Costeras entre R. Maule – Límite Región (BNA 074), con descensos del 27% y 25%, respectivamente. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que la cuenca Costeras Rapel – E. Nilahue (BNA 061), Río Mataquito (BNA 071) y Río Maule (BNA 073), presentan estrés hídrico. Este estrés se caracteriza por cuencas con recursos donde la demanda no supera la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, sin embargo, presentan restricciones en sus fuentes subterráneas. En particular, la cuenca Río Rapel (BNA 060) presenta restricciones en sus fuentes superficiales y subterráneas. Estas condiciones hacen que las cuencas sean más susceptibles a los impactos del cambio climático. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁷, la sostenibilidad del suministro de agua potable

⁵ Asociado a un aumento de la demanda hídrica de superficies de viñas y parronales, debido al incremento de las superficies de estos cultivos, aumento de las tasas evapotranspirativas y a una reducción de la superficie dedicada a cultivos.

⁶ Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021)

⁷ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

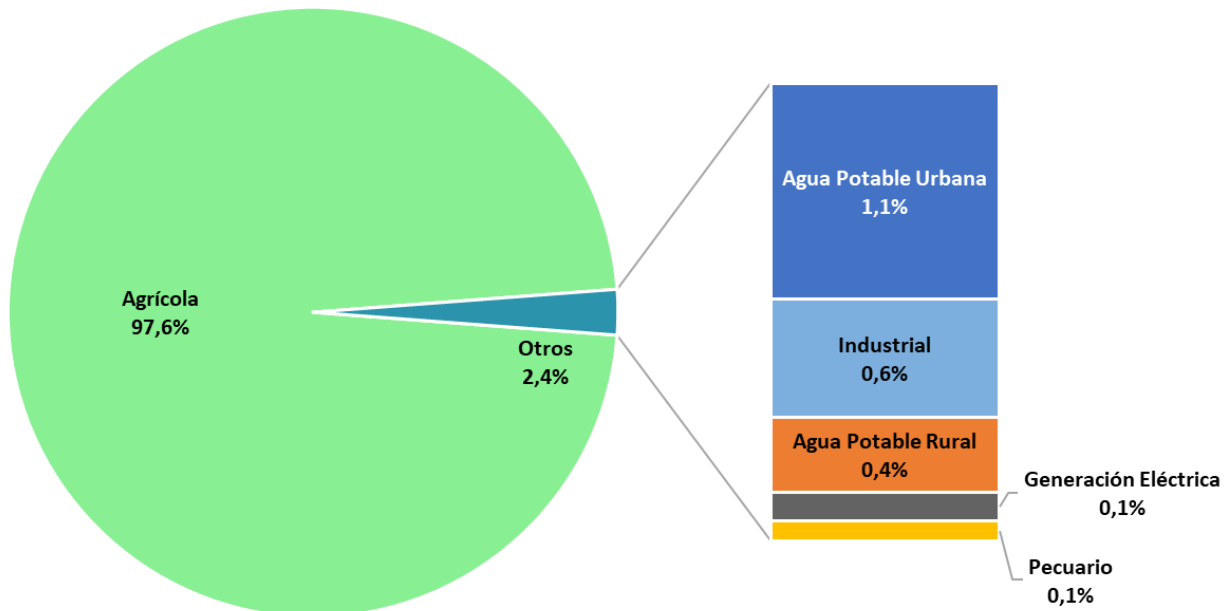
enfrenta considerables presiones. En las áreas rurales, entre el 16% y 25% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que se observan periodos de sobreexplotación de los recursos hídricos rurales de 17%, además la falta de información afecta hasta el 23,1% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, el 53% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. En las zonas urbanas, la situación es menos compleja, la cobertura alcanza un 96,3% y las pérdidas de los sistemas de distribución promedian⁸ un 37%, si bien esta situación representa una menor vulnerabilidad, se deben tomar medidas para reducir esta brecha. En cuanto a la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua la región se encuentra en una situación favorable, con eficiencias de riego que varían entre el 60% y 75%, sin embargo, de acuerdo a la proyección de aumento en la demanda hídrica agrícola mencionado anteriormente, se requiere promover la conservación de canales y la eficiencia del sector para minimizar las pérdidas. Se observan limitaciones en torno a las OUAs⁹, solo se registran JV o CAS para las cuencas Río Mataquito (BNA 071) y Río Maule (BNA 073). La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. El almacenamiento promedio de los embalses de la región alcanza un 25% de su capacidad, por su parte la disminución de más del 20% de la oferta hídrica superficial de las cuencas Costeras R. Rapel – E. Nilahue (BNA 061), Costeras entre Límite Región – R. Mataquito (BNA 070), Costeras R. Mataquito – R. Maule (BNA 072) y Costeras R. Maule – Límite Región (BNA 074), evidencian la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento hídrico. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observan proyectos y proyecciones para uso de fuentes no convencionales en las cuencas Costeras entre Límite Región – R. Mataquito (BNA 070) y Río Mataquito (BNA 071).

La calidad del agua constituye un desafío crítico para la región. Debido a su intensa actividad agrícola, las cuencas Río Rapel (BNA 060), Río Mataquito (BNA 071) y Costeras R. Maule y Límite Región (BNA 074), presentan altos niveles de contaminación por agroquímicos, con concentraciones de nitratos mayores al límite permitido. De igual forma, se observa un gran deterioro de la calidad de agua en todas las cuencas de la región, atribuido a descargas de aguas servidas (cobertura de alcantarillado menor al 70%) y a la carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Además, se observan riesgos de contaminación por relaves abandonados y grandes presiones a los recursos hídricos debido a brechas de información con respecto a la oferta hídrica disponible y el caudal de protección ambiental para las cuencas Río Rapel (BNA 060), Costeras R. Rapel – E. Nilahue (BNA 061), Costeras entre Límite Región – R. Mataquito (BNA 070) y Costeras R. Mataquito – R. Maule (BNA 072). Por otra parte, se observan un cambio significativo en el uso de suelo, lo que pone en riesgos los ecosistemas cercanos especialmente en las cuencas Río Rapel (BNA 060), Río Mataquito (BNA 071) y Río

⁸ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

⁹ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CAS: Comunidades de Aguas Subterráneas.

Maule (BNA 073). Además, se observa un bajo nivel de protección ecosistémica especialmente en las cuencas Río Rapel (BNA 060), Costeras R. Rapel – E. Nilahue (BNA 061), Río Mataquito (BNA 071) y Río Maule (BNA 073, que no alcanzan el 5% de protección de superficie de humedales, evidenciando la necesidad de medidas de conservación más efectivas. Todas las cuencas de la región exhiben alta vulnerabilidad a eventos extremos asociados a precipitaciones intensas, debido a la insuficiencia de los sistemas de defensa aluvial, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas.



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 Maule

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹⁰	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹¹
			Superficiales	Subterráneas	
060	Río Rapel	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
061	Costeras Rapel - E. Nilahue	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
070	Costeras entre limite Región y R. Mataquito	Con recursos	No	No	Con recursos
071	Río Mataquito	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
072	Costeras Mataquito - Maule	Con recursos	No	No	Con recursos
073	Río Maule	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
074	Costeras Maule y Limite Región	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

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

En la región de Maule se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Rapel (BNA 060), Río Mataquito (BNA 071), Costeras R. Mataquito – R. Maule (BNA 072) y Río Maule (BNA 073). 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 en las cuencas Río Rapel (BNA 060), Río Mataquito (BNA 071) y Río Maule (BNA 073). A partir de lo anterior, se identifica la necesidad de extender el desarrollo de 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, promoviendo soluciones sostenibles.

En la región del Maule, actores como el Gobierno Regional, INDAP, CNR, SEREMI MMA, CEN, CONAF, OUAs¹², Empresa Sanitaria Nuevo Sur S.A., empresas del sector agrícola e hidroeléctrico, desempeñan roles clave. Aunque el MOP 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.

¹² INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; CNR: Comisión Nacional de Riego; SEREMI MMA: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente; CEN: Coordinador Eléctrico Nacional; CONAF: Corporación Nacional Forestal; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Aguas.

8.4 FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN 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 Maule, la estrategia se centra en desarrollar una red de infraestructura de recursos hídricos eficiente y sostenible, que priorice el acceso equitativo al agua potable y saneamiento. Este sistema busca promover una gestión integrada y adaptada al cambio climático, con tecnologías innovadoras y eficientes, con énfasis en el monitoreo y preservación de los ecosistemas, y la mitigación de los riesgos siconaturales, asegurando la resiliencia territorial.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la gestión de los recursos hídricos es una problemática de creciente complejidad. Los sistemas de abastecimiento y saneamiento se encuentran sometidos a gran presión, debido al incremento en la demanda y la sobreexplotación de los acuíferos (17%), lo que deriva en una baja capacidad de tratamiento de aguas residuales y elevados niveles de pérdidas en la distribución del agua. Las fuentes de abastecimiento no convencionales son insuficientes para atender la demanda de agua potable. Los aumentos en la demanda agrícola (+9%), impulsados por la expansión de cultivos con alta demanda de riego, y las ineficiencias en la infraestructura hídrica posicionan al sector agrícola en un estado de vulnerabilidad creciente. La ausencia de regulaciones rigurosas en el control de uso de agroquímicos e incentivos para la adopción de tecnologías eficientes, intensifican la degradación de los recursos hídricos, especialmente en zonas altamente productivas como Rauco y Longaví. El incremento significativo en la demanda hídrica del sector industrial ha intensificado las presiones sobre los recursos, en disponibilidad y calidad, comprometiendo la sostenibilidad y asignación del agua para usos productivos y domésticos a largo plazo. La degradación y contaminación latente de los ecosistemas acuáticos ha reducido la capacidad de regulación natural de estos, intensificando procesos de degradación y la incidencia de eventos extremos, como incendios e inundaciones. La falta de OUAs y el déficit en la gobernanza del agua ha propiciado la sobreexplotación de los recursos. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado de la intensificación de la actividad agrícola e industrial, el crecimiento urbano y demográfico, y los efectos del cambio climático. En este escenario la región desarrolla una respuesta institucional con énfasis en medidas correctivas y adaptativas como la modernización de infraestructuras y la diversificación de fuentes de abastecimiento. Sin embargo, se requiere de un enfoque integral que dé solución a los desafíos hídricos de la

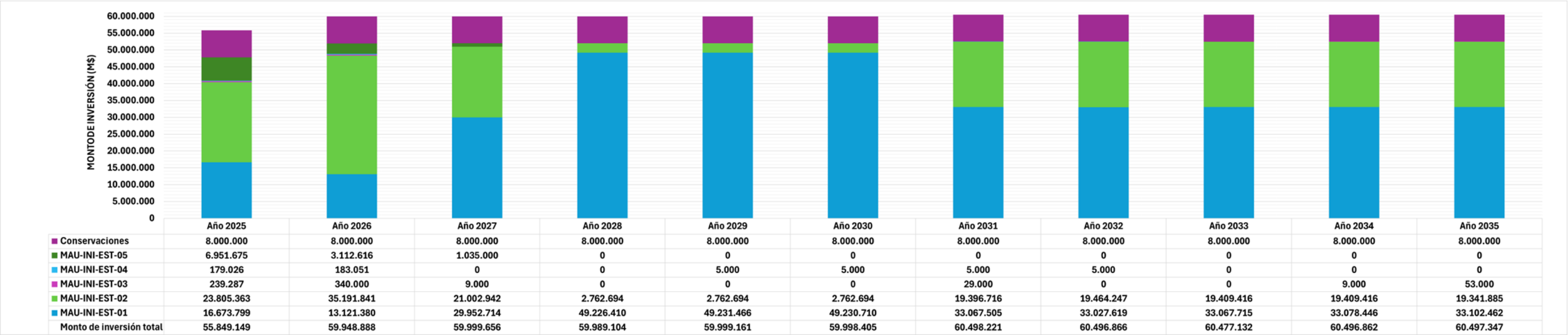
región desde un enfoque sostenible a largo plazo. En un escenario de *Capacidad Limitada*, se observa una estabilidad aparente en los desafíos de SH regionales, no obstante, esta estabilidad se ve comprometida por los efectos del cambio climático, el aumento de las demandas hídrica y las limitaciones institucionales y estructurales, en lo que respecta a la capacidad de adaptación y respuesta para garantizar la sostenibilidad a los recursos hídricos. Finalmente, en un escenario *Avance Sostenible*, se logran reducir los desafíos de SH mediante una gestión hídrica sostenible y resiliente, que equilibra las necesidades de consumo humano, agricultura, industria y conservación ambiental. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo y el desarrollo de un marco de gobernanza intersectorial, la región desarrolla proyectos de modernización e innovación de la infraestructura hídrica, que le permiten un desarrollo sostenible y resiliente a largo plazo.

8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVERGAR 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
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en obras multipropósito diversificadas
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
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población con énfasis en cambios del patrón hidrológico

Fuente: Elaboración propia.
* Las inversiones se encuentran en miles (M\$).

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. Por último, la iniciativa “Sistema Integral de Infraestructura Resiliente en Cauces y Quebradas para la Seguridad Territorial y Protección de la Población, con Énfasis en Cambios del Patrón Hidrológico” tiene por objetivo minimizar los riesgos asociados eventos hidrometeorológicos extremos.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 32.255.300 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 13.000 personas distribuidas principalmente en las cuencas Río Maule (BNA 073), Costeras R. Maule – Límite Región (BNA 074) y Río Mataquito (BNA 071), lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable.
- M\$ 8.010.000 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 24 estudios de recursos hídricos, 3 estudios de riego y 1 estudio de nuevas tecnologías. La inversión se distribuye principalmente en un 56% para la cuenca Río Maule (BNA 073), seguido de un 16% para la cuenca Río Mataquito (BNA 071) y un 16% que se distribuye equitativamente entre las cuencas Costeras entre Límite Región – R. Mataquito (BNA 070) y Costeras R. Maule – Límite Región (BNA 074).
- M\$ 323.500 de inversión para el Diseño y Construcción de Planta Desaladora, con un beneficio para 300 personas en la cuenca Río Maule (BNA 073).
- M\$ 228.061.300 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 28.000 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 357.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 6.550.500 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 290.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 39.563.400 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 340 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 6.410.000 de inversión para el desarrollo de 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\$ 473.150.000 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 270 hm³/año y; M\$ 53.755.300 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 440 hectáreas.

- M\$ 21.801.500 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 5 km de protección de riberas y 5 estudios de Diagnóstico de Comportamiento Aluvial, asignados a las cuencas Río Maule (BNA 073) y Río Mataquito (BNA 071), con un 60% y 40%, respectivamente.
- M\$ 32.508.500 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 11 km de protección de riberas frente a riesgos fluviales y 5 estudios de Diagnostico del Comportamiento Fluvial. La inversión se encuentra asignada a las cuencas Río Maule (BNA 073), Río Mataquito (BNA 071), y a inversiones con enfoque regional.
- M\$ 81.674.000 de inversión para Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, equivalente a la construcción de 17 km de Colectores de Aguas Lluvias, la construcción de 10 km de canales de aguas lluvias y al desarrollo de 9 Planes Maestro de Aguas Lluvias. La inversión está mayoritariamente asignada la cuenca Río Maule (BNA 073) con un 74% de la inversión y seguida por la cuenca Río Mataquito (BNA 071) con un 26% de la inversión para este ítem.

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

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- Aguas San Pedro. (2023). *Aguas San Pedro*. Obtenido de Planes de desarrollo: https://www.aguassanpedro.cl/planes_desarrollo/
- Amulén. (2021). *En Línea Maule, 29 de julio 2021, Localidad de Linda Vista de Empedrado, tendrá un sistema de generación de agua potable y segura por primera vez*. Obtenido de <https://www.fundacionamulen.cl/2021/07/29/en-linea-maule-29-de-julio-2021-localidad-de-linda-vista-de-empedrado-tendra-un-sistema-de-generacion-de-agua-potable-y-segura-por-primera-vez/>
- Amulén. (2021). *Nace la primera “Escuela de Lluvia” en Chile*. Obtenido de <https://www.fundacionamulen.cl/2021/11/17/el-mostrador-17-de-noviembre-2021-nace-la-primera-escuela-de-lluvia-en-chile/>
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BCN. (2023). *Clima y vegetación Región de Coquimbo*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region4/clima.htm>
- BCN. (2023). *Clima y vegetación Región del Maule*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región del Maule*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7/hidrografia.htm>
- BDE. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BDE. (2024). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_VII_ACT_N/637899751648618152
- 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*.
- CEHUM. (2022). *Proyecto ANID Sequía Humedales Depuradores: Reutilizando agua para la agricultura*. Obtenido de <https://cehum.org/proyecto-anid/>
- 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>
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNR. (2014). *Diagnóstico de zonas de recarga en cuencas del secano Maule VII Región del Maule*.
- CNR. (2015). *Estudio Básico: "Análisis de alternativas piloto de recarga artificial Lontué"*.
- CNR. (2016). *Planes de Riego cuencas: qda. Concordia; río Lluta; río San José (Valle de Azapa)*.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- Colbun. (2022). *Central La Mina implementó proyecto de cosecha y utilización eficiente de aguas lluvias y nieve*. Obtenido de <https://www.colbun.cl/corporativo/sala-de-prensa/noticias-y-comunicados/detalle/central-la-mina-implemento-proyecto-de-cosecha-y-utilizacion-eficiente-de-aguas-lluvias-y-nieve>
- CONAF. (2009). *Catastro de usos de suelo y vegetación*.
- Cooperativa. (2022). *Entra en funciones nueva planta desalinizadora de agua en Iloca*. Obtenido de <https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-maule/entra-en-funciones-nueva-planta-desalinizadora-de-agua-en-iloca/2022-12-20/091645.html>
- Cooperativa de Agua Sagrada Familia. (2021). *Cooperativa de Agua Sagrada Familia*. Obtenido de <https://coopaguasagradafamilia.com/documentos/>
- COOPESSMA. (2019). *COOPESSMA*. Obtenido de <https://coopessma.cl/biblioteca.php>
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/>
- DGA. (2017). *Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/d28ba07a-b472-4b6d-96db-628a3d3851e5/content>
- DGA. (2018). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región del Maule*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5764.pdf>
- DGA. (2020). *Embalses - Inventarios*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/Embalses.zip>

- DGA. (2020). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HIDRICA EN LA CUENCA DEL MAULE*. Santiago.
- DGA. (2020). Plan Estratégicos de Gestión Hidrica.
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- 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 costeras Mataquito - Maule*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/126392>
- DGA. (2022a). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO RAPEL*. Santiago.
- DGA. (2022b). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO MATAQUITO*. Santiago.
- DGA. (2022c). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN CUENCAS COSTERAS MATAQUITO - MAULE*. Santiago.
- 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). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/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>
- 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*.
- 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*.
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- GORE Magallanes. (2012). *Estrategia regional de desarrollo de Magallanes y La Antártica Chilena 2012-2020*. Punta Arenas.
- GORE Maule. (2021). *Se realizó visita inspectiva a planta desalinizadora de Licantén*. Obtenido de <https://www.goremaule.cl/goremauleVII/2021/12/13/se-realizo-visita-inspectiva-a-planta-desalinizadora-de-licanten/>
- GORE Maule. (2022). *Estrategia Regional de Desarrollo*.
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*.
- 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). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural (SICVIR)*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- Larraín, S. (2010). *Conflictos por el Agua en Chile*.
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- MOP. (2012). *Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos al 2021*.
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región del Maule*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=10
- MOP. (2018). *PLAN CHILE 30/30. EL FUTURO NO SE ESPERA, SE CONSTRUYE*.
- MOP. (2019). *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*.
- MOP. (2023). *Inventario de Planes MOP 2023*. Obtenido de Plan de Infraestructura para Caletas Rurales Región de Coquimbo:

- https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/inventarioplanes/Documents/Inventario_de_Planes_MOP_2023.pdf
- Moreno, D., & Parraguez, C. (2015). Recarga Artificial de acuíferos en la cuenca del Río Maule: Determinación de sectores favorables y evaluación económica . *Congreso Geológico Chileno*.
- Nuevo Sur. (2023). *Nuevo Sur*. Obtenido de Planes de desarrollo: <https://www.nuevosur.cl/planes-desarrollo>
- ODEPA. (2022). Catastros Frutícolas. Santiago, Chile.
- PNUD . (2023). Medición de la Pobreza Multidimensional en Chile . En MIDESO, *Encuesta Casen 2022*. Obtenido de <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2022/Informe%20IPM%20-%20PNUD%20-%20CASEN%202022.pdf>
- 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).
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://bibliogrdsenapred.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/>
- Siddiqi, A., Ereiqat, 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
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Super Intendencia de Servicios Sanitarios*. Obtenido de SiSS: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.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). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SUBDERE. (2018). *Se inaugura primera planta desalinizadora en Chile con recursos SUBDERE*. Obtenido de <https://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/se-inaugura-primera-planta-desalinizadora-en-chile-con-recursos-subdere>
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- 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.