

**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 ÑUBLE

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 Ñuble se caracteriza por su principal hoya hidrográfica, la cuenca Río Itata (BNA 081), que incluye a los ríos Ñuble y Diguillín. En esta cuenca se concentra la demanda hídrica y 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 47% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola^{6 7} y a la baja eficiencia en el riego, que se estima en un 64% promedio regional. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, con descensos del 11% en promedio. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que, las cuencas Río Maule (BNA 073), Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083) presentan estrés hídrico. Este estrés hídrico se debe a que la demanda no supera la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones en al menos una de sus fuentes, situación que podría comprometer su capacidad de provisión y resiliencia ante los efectos del cambio climático. 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 95,8%, las pérdidas de los sistemas de distribución promedian⁹ un 37%. Aunque las proyecciones de aumento de población urbana en la región son menores al 4%, la garantía de la cobertura del suministro de agua potable urbana representa un desafío. En las áreas rurales, entre el 29% y 40% de las viviendas no tienen

⁶ Asociado a un aumento del 48% de la demanda hídrica de superficies de viñas, parronales y praderas mejoradas, debido principalmente a la expansión de superficie de estos cultivos y al incremento de las tasas de evapotranspiración de los cultivos.

⁷ Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021)

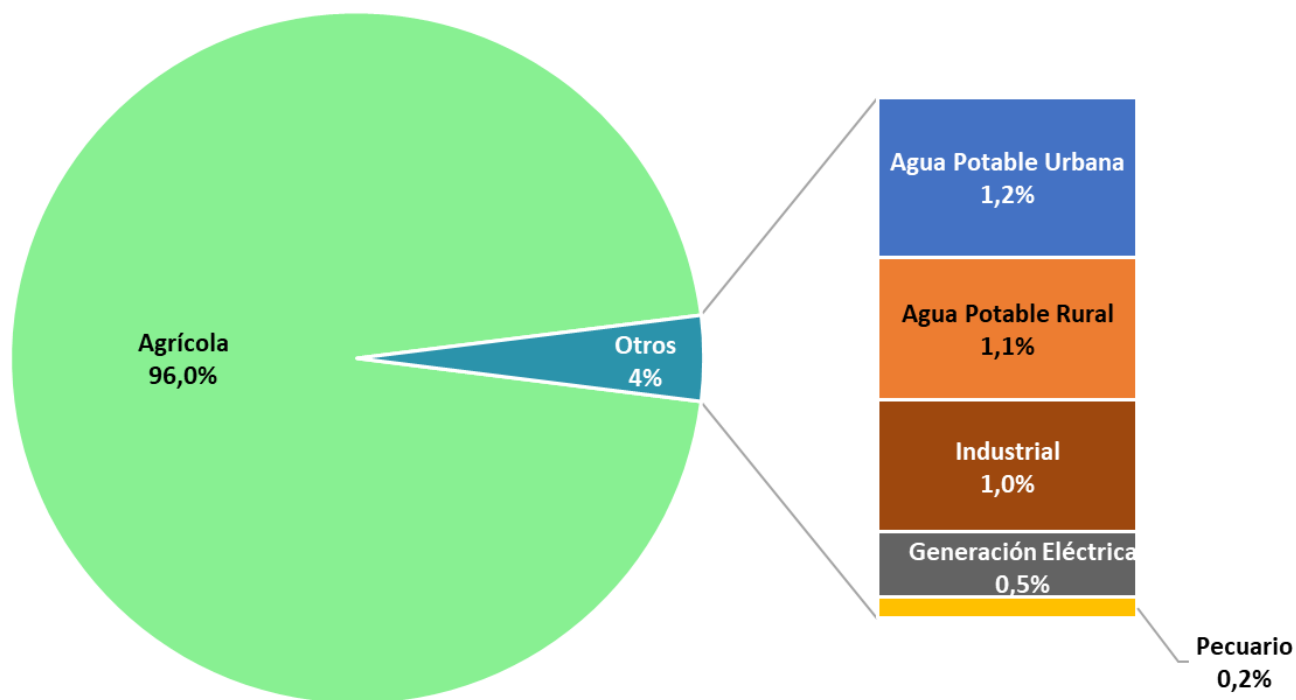
⁸ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

⁹ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

acceso a agua potable, mientras que se observan que se observan brechas de información que afectan hasta el 25.2% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, hasta un el 67% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. 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 estable, pero con oportunidades de mejora. Las eficiencias de riego varían entre el 54% y 67%, por lo que se deben proyectar mejoras en este ámbito. Se observan grandes presiones en la cuenca Río Itata (BNA 081), ya que concentra el 93% de la red de canales de la región, presenta deficiencia en sus sistemas de distribución, y se proyectan aumentos en la demanda hídrica para la cuenca, lo que dificulta la productividad y sostenibilidad agrícola e industrial de la región. Se observan limitaciones en torno a las OUs¹⁰, solo se registran JV para la cuenca Río Itata (BNA 081). La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. Existen brechas de información acerca del volumen actual embalsado, además se proyecta una disminución de la oferta hídrica superficial para todas las cuencas, esta situación evidencia la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento hídrico. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observan proyectos para uso de fuentes no convencionales de menor escala en las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) y Río Itata (BNA 081).

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a altos niveles de contaminación por descargas de aguas servidas y riesgos de contaminación por actividades agrícolas e industriales. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo en todas las cuencas de la región, en particular la cuenca Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) exhibe una alta criticidad en este ámbito. Se observa la pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos en todas las cuencas, debido a la falta de identificación de zonas de protección de fuentes de agua y caudales ecológicos. La mayoría de las cuencas presentan una baja protección ecosistémica. En particular, la cuenca del Río Itata (BNA 081) muestra una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que las cuencas Río Maule (BNA 073) y Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) no superan el 5% de protección de sus superficies de humedales, evidenciando la necesidad urgente de implementar medidas de conservación más efectivas. Todas las cuencas de la región presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones, con sistemas de defensa fluvial que resultan insuficientes. Además, cuentan con baja efectividad de los sistemas de drenaje de aguas lluvias, solo tres comunas de la región cuentan con planes maestros, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. Las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) y Río Itata (BNA 081) exhiben una alta vulnerabilidad a eventos de deslizamiento de tierra debido a la inexistente infraestructura de defensa aluvional.

¹⁰ OUs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CA: Comunidades de Aguas, AC: 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 Ñuble

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
073	Río Maule	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
074	Costeras R. Maule – Límite Región	Con recursos	No	No	Con recursos
080	Costeras entre Límite Regional – R. Itata	Con recursos	No	No	Con recursos
081	Río Itata	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
082	Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío	Con recursos	No	No	Con recursos
083	Río Biobío	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico

Fuente: Elaboración propia.

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.

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

En la región de Ñuble se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Maule (BNA 073), Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082) y Río Biobío (BNA 083). 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 Maule (BNA 073), Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083). 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 Ñuble, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, CNR, INDAP, SISS, CONAF, ESSBIO, OUAs¹³, servicios sanitarios, empresas agrícolas y forestales 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.

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

¹³ SEREMI MINAGRI: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Agricultura; CNR: Comisión Nacional de Riegos; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CONAF: Corporación Nacional Forestal; ESSBIO: Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bio; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Aguas.

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 Ñuble, la estrategia se centra en desarrollar un sistema integral de infraestructura de recursos hídricos, que asegure el acceso al agua para consumo humano y para las actividades productivas. Este sistema busca optimizar la gestión del agua en el sector productivo a través de la integración de proyectos de infraestructura de riego, acumulación de aguas y el desarrollo de infraestructura para uso de fuentes no convencionales. También considera la promoción de planes y estrategias dirigidas al consumo humano y al riego.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región enfrenta desafíos multidimensionales de alta complejidad. Los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento presentan graves deficiencias, especialmente en las zonas rurales, situación que compromete las condiciones sanitarias, agrava la vulnerabilidad social e intensifica la contaminación de los cuerpos de agua. El incremento de la demanda hídrica agrícola (+48% para Río Itata (BNA 081)), los sistemas ineficientes de distribución de agua para el sector, sumado al crecimiento de la demanda de la industria manufacturera (+103%), agudizan la presión sobre los recursos hídricos, lo que ha comprometido la disponibilidad de este para otros sectores. El uso excesivo de agroquímicos en zonas de alta producción como Bulnes, Quillón y San Nicolás, junto con la deficiencia en el tratamiento de aguas residuales y servidas, han contaminado los cuerpos de agua de la región, afectando directamente a la salud pública y la sustentabilidad de actividades pesqueras y turismo. La carencia de un marco regulatorio imposibilita la implementación de estrategias de mitigación y restauración de ecosistemas acuáticos. La falta de planes de manejo y drenaje de aguas lluvias, obstaculizan la implementación de soluciones basadas en adaptación y mitigación, incrementando los riesgos ante eventos climáticos extremos. La ausencia de un modelo de gestión integrada por cuencas ha perpetuado la desigualdad en la distribución del recurso, afectando especialmente a las comunidades rurales que dependen de fuentes hídricas vulnerables. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado del crecimiento demográfico, la expansión de las actividades productivas altamente demandantes de agua y los efectos del cambio climático. En este escenario la región desarrolla una respuesta institucional con énfasis en medidas de adaptación y resiliencia, orientadas a la modernización de infraestructuras, optimización de la eficiencia y mejoras en la gobernanza del recurso. Si bien estas medidas han logrado mitigar los efectos de las problemáticas regionales, se requiere de un enfoque integral para lograr dar solución a los incrementos en los desafíos de seguridad hídrica. En un escenario de *Capacidad Limitada*, los desafíos de seguridad hídrica no tienen incrementos significativos, no obstante,

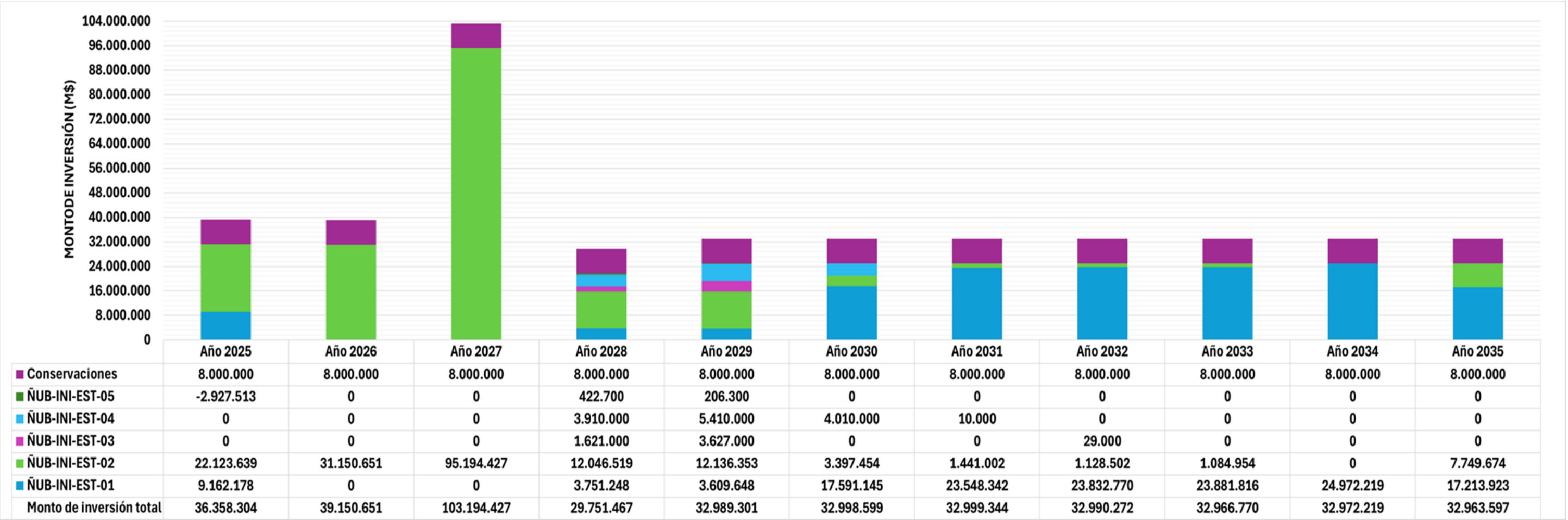
la restringida capacidad de respuesta institucional y de adaptación del sistema regional, comprometen el desarrollo sostenible de la región y agudizan la vulnerabilidad de sectores estratégicos frente a contingencias ambientales y socioeconómicas. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, se logra estabilidad mediante la implementación de estrategias de gestión hídrica que armonizan las necesidades de consumo humano, las actividades productivas y la conservación ecosistémica. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo, la región desarrolla proyectos de modernización y expansión de la infraestructura hídrica, innovaciones tecnológicas, marcos regulatorios y restauración de ecosistemas, que le permiten mejorar sustancialmente la calidad de vida, reducir las pérdidas, optimizar la asignación del recurso, garantizar la conservación de los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de los recursos hídricos a largo plazo.

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
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en fortalecimiento agrícola
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 “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. Por último, la iniciativa “Fuentes de Abastecimiento Sustentables para Consumo Humano y Riego” busca asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 46.549.200 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 87.000 personas, lo que permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra distribuida principalmente en las cuencas Río Itata (BNA 081), Costeras entre Límite Región – R. Itata (BNA 080) y Río Maule (BNA 073).
- M\$ 4.534.800 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 1 km de Protección de Riberas y 1 estudios de Diagnóstico de Comportamiento Aluvial, asignados a la cuenca Río Itata (BNA 081).
- M\$ 2.886.000 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 1 km de Protección de Riberas frente a riesgos fluviales. La inversión se encuentra asignada a la cuenca Río Itata (BNA 081).
- M\$ 2.365.500 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 5 estudios de recursos hídricos y 2 estudios de riego. El 52% de la inversión está destinado a la cuenca Río Itata (BNA 081), seguido de un 31% para la cuenca Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082) y un 18% para Costeras entre Límite Región – R. Itata (BNA 080).
- M\$ 86.567.600 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 2.000 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 143.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 427.697 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 38.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 15.074.376 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 110 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 2.270.000 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\$ 706.044.800 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 850 hm³/año y; M\$ 20.483.600 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 280 hectáreas.

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 del Valle. (2018). Obtenido de Aguas del Valle: <https://www.aguasdelvalle.cl/empresas/nosotros/plan-de-desarrollo-vigente/>
- Aguas La Serena. (2021). *Aguas La Serena*. Obtenido de <https://www.alser.cl/plan.php>
- Aguas San Pedro. (2022). ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2022-2037 CONCESIÓN LAS MARIPOSAS, COMUNA DE CHILLÁN, REGIÓN DE ÑUBLE. <https://www.aguassanpedro.cl/wpess/wp-content/uploads/2023/04/SC08-54-Texto-PD.pdf>.
- Aguirre, I., Maringue, J., Santibáñez, I., & Yáñez, G. (2022). El rol de la exploración geofísica en acuíferos profundos en ambientes semiurbanos y rurales en cuencas andinas de ante arco: caso de estudio en acuífero del río Ñuble, valle. *Andean Geology*, 18-54.
- Andrade, I. C. (2021). *Conflictos Socioambientales en Chile: Experiencias y perspectivas*. <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/9963/1/Tesis%20Conflictos%20socioambientales%20en%20Chile.Image.Marked.pdf>: UDEC.
- Arancibia, K. (2022). *Análisis de factibilidad para el reúso de aguas servidas tratadas con aplicación en riego Chile*. Santiago.
- 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 Ñuble*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region16/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región del Ñuble*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region16/hidrografia.htm>
- Börgel, R. (1975). *Geomorfología de Chile*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/23222>
- Börgel, R. (1975). *Geomorfología de Chile*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/23222>

- 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>
- CIPER. (2023). La riesgosa insistencia en el Embalse Nueva la Punilla.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- CNR. (2021). *Diagnóstico para el desarrollo del Riego en la comuna de San Fabián sector 6 Embalse Punilla*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/1764f833-d4ea-427d-8893-3fb6f5c97319/content>.
- CNR. (2022). Obtenido de <https://www.cnr.gob.cl/comision-nacional-de-riego-estudio-infiltracion-de-aguas-subterraneas-en-canales-del-rio-diguillin/><https://www.cnr.gob.cl/comision-nacional-de-riego-estudia-cuantificar-recarga-de-acuiferos-en-canales-del-rio-diguillin/>
- CONAF. (2008). *Catastro de Usos de Suelos y Vegetación*.
- Coordinador Nacional Eléctrico. (s.f.). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente. <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- CPI. (2023). *Anuncian cerca de 10 mil millones para ejecutar obras fluviales en Ñuble*. Obtenido de <https://www.infraestructurapublica.cl/anuncian-cerca-de-10-mil-millones-para-ejecutar-obras-fluviales-en-nuble/>
- Cristian Acuña, P. R. (2020). Ecología Política de las tensiones y Conflictos socioambientales en la Región de Ñuble. *Revista U. del Biobío*, <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/4769/3966>.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/>
- DGA. (2011). *Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata*.
- 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. (2019). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de las Regiones de Ñuble y Biobío*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5840.pdf>
- DGA. (2019a). *DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LAS REGIONES DE ÑUBLE Y DEL BIO BIO*. Santiago.

- DGA. (2020). *Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/asuperficiales/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2020). *Embalses - Inventarios*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/Embalses.zip>
- DGA. (2020). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Maule*.
- 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 del Biobío*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125626>
- DGA. (2022). Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Planilla resumen, Decretos de Reserva de caudales a febrero 2022*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.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>
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- Diario Concepción. (13 de 12 de 2023). *Diario Concepción*. Obtenido de <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2023/12/13/crisis-hidrica-en-punta-lavapie-licitan-diseno-para-primera-planta-desaladora-de-la-region.html>
- 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*.
 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. (2023). Listado de Servicios Sanitarios Rurales . Santiago, Chile.
- elperiodista.cl. (7 de Mayo de 2021). *El periodista*. Obtenido de Ñuble: qué hay detrás de la posible crisis por monopolio de relleno sanitario y qué están haciendo las autoridades: <https://www.elperiodista.cl/2021/05/nuble-que-hay-detras-de-la-posible-crisis-por-monopolio-de-relleno-y-que-estan-haciendo-las-autoridades/>
- 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*.
- Essbio. (2023). *Essbio*. Obtenido de <https://www.essbio.cl/planes-desarrollo>
- Essbio S.A. (2022). Reporte Sostenibilidad . <https://www.essbio.cl/get-files/VTJGc2RlVmtYMS9Kb3Z3b0h5cGJ2dkFsanZoSDZ0WS84ckYxZW5qWjFXODNXeEZmQ2dQUVhhVm1nWFVsV2Fud0liekl6cGdGSDJvbnkvTmxlRmhiMnJyaUM4UGFDbHNkYjBMWURLaXpCWfK9>
- Fuss, S., Canadell, J., Peters, G., Tavoni, M., Andrew, R., Ciais, P., & Yamagata, Y. (2014). Betting on negative emissions. *Nature climate change*, 850-853.
- GORE Ñuble. (2018). *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). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- INIA. (2020). *Instituto de Investigación Agropecuarias*. Obtenido de <https://www.inia.cl/>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Mardones y Garreaud. (2020). Future Changes in the Free Tropospheric Freezing Level and Rain–Snow Limit: The Case of Central Chile.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- MinEnergía. (2023). *IDE Energía*. Obtenido de <https://arcgis2.minenergia.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=9af6d41356bf4b54b5dab6416edbdb23>
- MOP. (2019). *Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020 - 2050*.
- MOP. (2023). *Inventario de planes 2023*.

- ODEPA. (2020). *ODEPA - GOB.* Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/dpto-desarrollo-rural/politica-nacional-de-desarrollo-rural>
- 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>
- 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/>.
- 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/>
- SERNAPESCA. (s.f.). *Departamento de Gestión de la información, Atención de usuarios y estadísticas sectoriales.*
- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural.* Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- 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
- SIFAC II. (2023). *Sistema de Facturación Clientes y Coberturas.*
- SiSS. (2019). *Informes sector sanitario.* Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>
- SiSS. (2019). *PTAS en operación.* Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Informe de Gestión Sector Sanitario 2022.*
- SiSS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales.* Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- 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). *Siss.* Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>
- SiSS. (2023). *Territorios Operacionales.* Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- 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.