

**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 BIOBÍO

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 del Biobío se articula principalmente en la cuenca hidrográfica Río Biobío (BNA 083). La demanda hídrica se concentra en las cuencas Río Biobío (BNA 083), Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 084) y Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082), listadas en orden decreciente en función del consumo regional. Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1. El sector agrícola presenta la mayor demanda seguido del sector de generación eléctrica, mientras que se proyecta un aumento del 77% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁶ ⁷, su baja eficiencia de riego, estimada en un 63% promedio regional, y el aumento de la demanda industrial⁸. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Biobío (BNA 083), Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (084) y Río Itata (BNA 081).

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 Itata (BNA 081), Río Biobío (BNA 083) y Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 084) 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 región⁹, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 92,6%,

⁶ Asociado a un aumento del 83% de la demanda hídrica de superficies de viñas, parronales, praderas mejoradas y el grupo que incluye cereales, leguminosas, tubérculos, cultivos industriales y forrajeras anuales, 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 Asociado al desarrollo y crecimiento del sector manufacturero.

⁹ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

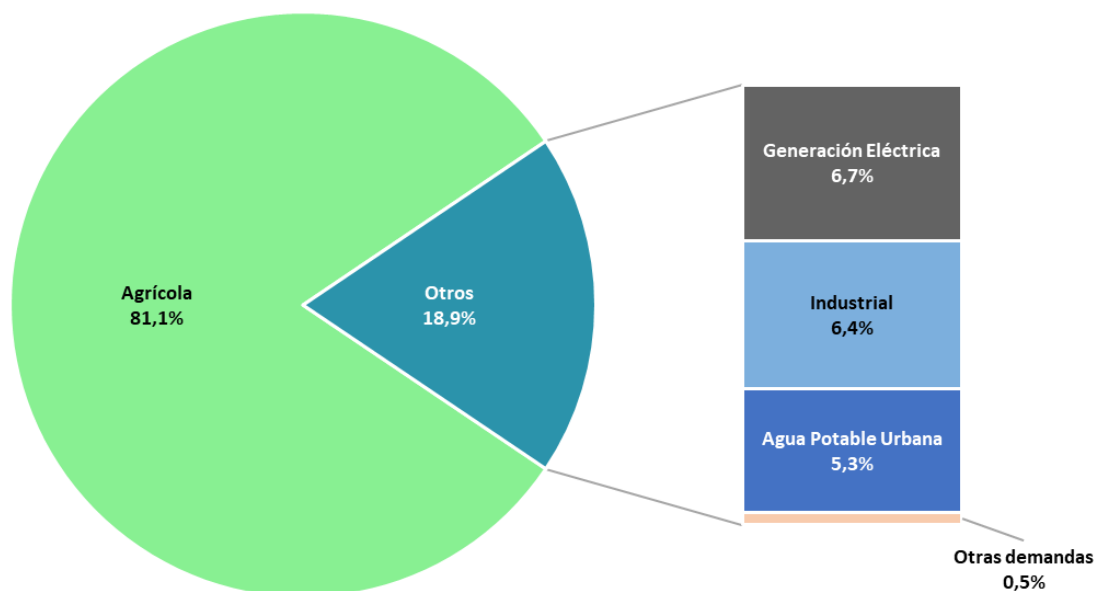
las pérdidas de los sistemas de distribución promedian¹⁰ un 31%, situación particularmente crítica para las cuencas Costeras R. Carampangue – R. Lebu (BNA 086) y Río Lebu (BNA 087) que presentan pérdidas mayores al 40%, visualizándose incertidumbre en la garantía de la cobertura de agua potable urbana. En las áreas rurales, entre el 33% y 49% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que la falta de información afecta hasta el 34% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, el 28% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado, con brechas de información que alcanzan un 50%. La región enfrenta desafíos en la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua. Las eficiencias de riego oscilan entre el 44% y 69%, con valores inferiores al 59% en las cuencas Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082), Río Biobío (BNA 083), Costeras R. Lebu – R. Paicaví (BNA 088) y Costeras e Islas entre R. Paicaví – Límite Región (BNA 089). Dado el impacto en la agricultura de secano costera, es clave promover medidas que optimicen el uso del recurso hídrico. Se observan grandes presiones en la cuenca Río Biobío (BNA 083). Concentra el 92% de la red de canales de la región, presenta deficiencia en sus sistemas de riego e infraestructuras hidráulicas, 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 OUAs¹¹, solo se registran JV o CAS para la cuenca Río Biobío (BNA 083). La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. El almacenamiento promedio de los principales embalses de la región alcanza un 51% de su capacidad, en conjunto con la disminución de la oferta hídrica superficial para todas las cuencas, evidencian la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento. 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 e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082), Río Biobío (BNA 083), Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (084), Río Carampangue (BNA 085) y Costeras R. Lebu – R. Paicaví (BNA 088).

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 relaves por la prominente actividad minera. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo en todas las cuencas de la región, con excepción de Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083). La mayoría de las cuencas presentan una baja protección ecosistémica. En particular, la cuenca del Río Carampangue (BNA 085) muestra una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que el resto de las cuencas no superan el 5% de protección de sus superficies de humedales, evidenciando la necesidad urgente de implementar medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Río Itata (BNA 081), Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082), Río Biobío (BNA 083), Costeras e Islas entre

¹⁰ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

¹¹ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CAS: Comunidades de Aguas Subterráneas.

R. Biobío – R. Carampangue (084) y Río Carampangue (BNA 085), presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones, con sistemas de defensa fluvial que resultan insuficientes y baja efectividad de los sistemas de drenaje de aguas lluvias, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. Todas las cuencas exhiben una alta vulnerabilidad a eventos de deslizamiento de tierra debido a la inexistente infraestructura de defensa aluvional.



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 Biobío

Código o BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹²	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹³
			Superficiales	Subterráneas	
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
084	Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
085	Río Carampangue	Con recursos	No	No	Con recursos
086	Costeras R. Carampangue – R. Lebu	Con recursos	No	No	Con recursos
087	Río Lebu	Con recursos	No	No	Con recursos
088	Costeras R. Lebu – R. Paicaví	Con recursos	No	No	Con recursos
089	Costeras e Islas entre R. Paicaví - Límite Región	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

¹² 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.

¹³ 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 del Biobío se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082), Río Biobío (BNA 083), Río Carampangue (BNA 085), Costeras R. Carampangue – R. Lebu (BNA 086) y Río Lebu (BNA 087). 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 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 Bio-Bío, actores como el Gobierno Regional, SMA, INFOR, SEA, SISS, CNR, INDAP, SEREMI MINAGRI, SEREMI Energía, CONAF, CONADI, OUs¹⁴, comunidades indígenas, empresas generadoras de electricidad, empresas forestales y servicios sanitarios 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.

¹⁴ SMA: Superintendencia del Medio Ambiente; INFOR: Instituto Forestal; SEA: Servicio de Evaluación Ambiental; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CNR: Comisión Nacional de Riego; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; SEREMI MINAGRI: Secretaría Regional Ministerial de Agricultura; SEREMI Energía: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Energía; CONAF: Corporación Nacional Forestal; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, OUs: Organizaciones de Usuarios de Aguas.

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 del Biobío, la estrategia se centra en desarrollar una gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico, con énfasis en el consumo humano, respetando los derechos de aguas ancestrales y fomentando un uso responsable del recurso en las actividades productivas. Busca impulsar un desarrollo sostenible a partir de infraestructura resiliente y soluciones innovadoras que promuevan la adaptación al cambio climático, la reducción de los riesgos socionaturales, la protección de los ecosistemas y el desarrollo productivo sostenible de la región.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región se encuentra en una situación de crisis hídrica amplificada. El crecimiento poblacional ha intensificado la presión sobre los recursos hídricos, especialmente en provincias como Concepción, Arauco y Biobío. El deficiente y obsoleto estado de los sistemas de distribución de agua potable ha ocasionado altos porcentajes de pérdida y reducciones en la disponibilidad de recursos hídricos para APR. La deficiencia en la infraestructura de saneamiento y la falta de inversión en los sistemas de alcantarillado, ha derivado en una alta dependencia de soluciones locales no sostenibles en el tiempo y en una alta contaminación de los cuerpos de agua, incrementando los riesgos de salud pública. La sobreexplotación de las fuentes ha generado un deterioro en la calidad del agua, comprometiendo su disponibilidad, afectando gravemente a los APR, especialmente en comunas como Curanilahue y Nacimiento. Las variaciones significativas en el régimen de precipitaciones han reducido los caudales de los ríos, provocando una limitación en la capacidad de renovación del sistema hídrico. En la cuenca Biobío (BNA 083), esta dinámica ha llevado a una reducción en la recarga de acuíferos, limitando el acceso al recurso en la cuenca. Por otra parte, la reducción en la disponibilidad de las fuentes de agua y los sistemas de riego ineficientes, han provocado una disminución del rendimiento y la productividad agrícola, especialmente en la provincia de Ñuble. También ha derivado en aumentos en los costos operacionales del sector. La presión sobre los recursos ha generado descensos críticos en los niveles freáticos, incrementando la competencia por el acceso al agua y elevando conflictos entre distintos sectores productivos. Debido a la disminución de la disponibilidad hídrica, el sector energético ha experimentado reducciones en su capacidad operativa, lo que ha provocado aumentos en los costos de producción y en las emisiones de gases de efecto invernadero. La alta presión y la falta de protección efectiva de

los ecosistemas hídrico, ha derivado en un deterioro significativo de su capacidad para regular el recurso hídrico, exacerbando la vulnerabilidad de la región ante eventos climáticos extremos. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado del crecimiento poblacional, deficiencias en la infraestructura de abastecimiento y saneamiento, el uso intensivo y sobreexplotación de los recursos hídricos, y los efectos del cambio climático. La capacidad de respuesta de la región permite implementar medidas de adaptación y mitigación, que logran evitar una crisis mayor, sin embargo, se requiere de un enfoque de gobernanza integrada que logre dar soluciones integrales a los desafíos de la región. En un escenario de *Capacidad Limitada*, el estado de seguridad hídrica en la región presenta relativo equilibrio, sin incrementos sustanciales, sin embargo, las limitaciones estructurales significativas en la gestión hídrica, como la ausencia de modernización en infraestructura y vacíos en la gobernanza del recurso, dificultan la adaptación a escenarios climáticos cambiantes y a las necesidades emergentes de una población en crecimiento. Si esta capacidad de respuesta se mantiene y los desafíos no son abordados con una visión de largo plazo, la región puede entrar en un estado de crisis hídrica grave. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, la gestión de los recursos hídricos ha evolucionado hacia un modelo que garantiza la seguridad hídrica mediante un enfoque integrado, territorialmente diferenciado y basado en ciencias y tecnologías. La gestión consolida un sistema hídrico resiliente a través de inversiones en infraestructura, políticas de gobernanza innovadoras y estrategias de adaptación al cambio climático. Este modelo de desarrollo sostenible ha permitido mitigar las brechas históricas en el acceso y la eficiencia del uso del agua, asegurando su disponibilidad en un contexto de cambio climático progresivo y de creciente presión demográfica.

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.

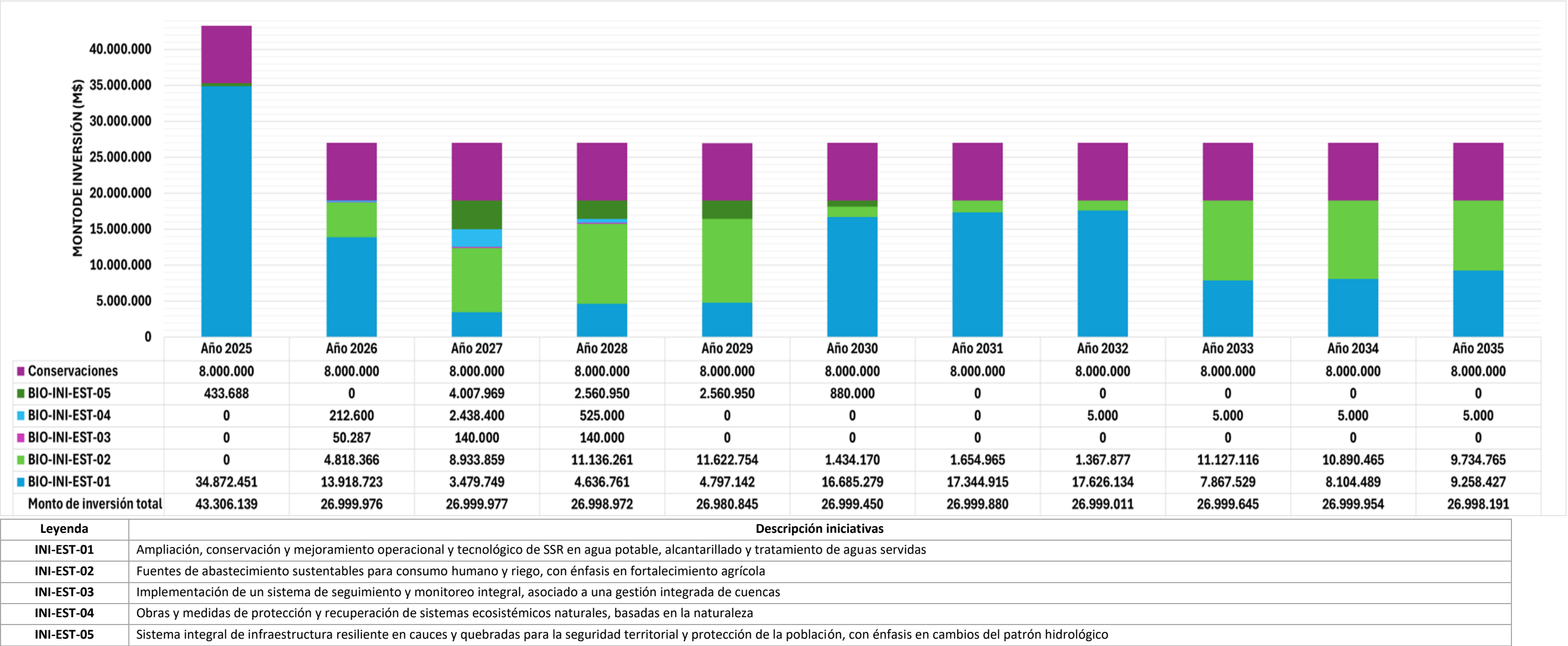


Figura 8.7-1 Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas

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. 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\$ 111.552.500 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 53.000 personas, lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra principalmente distribuidas en las cuencas Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083), Río Biobío (BNA 082) y Costeras e Islas entre R. Paicaví – Límite Región (BNA 088).

M\$ 13.080.900 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 4 km de protección de riberas y 4 estudios de Diagnóstico de Comportamiento Aluvial, asignados a las cuencas Costeras R. Lebu – R. Paicaví (BNA 087), Costeras R. Carampangue – R. Lebu (BNA 085) y Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083).

M\$ 23.723.500 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 15 km de protección de riberas frente a riesgos fluviales y 2 estudios de Diagnostico del Comportamiento Fluvial. La inversión se encuentra asignada a las cuencas Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083), Costeras R. Lebu – R. Paicaví (BNA 087), Costeras R. Carampangue – R. Lebu (BNA 085), Río Biobío (BNA 082), y a inversiones con enfoque regional.

M\$ 59.195.700 de inversión para Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, equivalente a la construcción de 12 km de Colectores de Aguas Lluvias, la construcción de 8 km de Canales de Aguas Lluvias y al desarrollo de 9 Planes Maestro de Aguas Lluvias. La inversión está mayoritariamente asignada a la cuenca Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083), seguida en prioridad por la cuenca Río Biobío (BNA 082) y la cuenca Río Carampangue (BNA 084).

M\$ 24.778.300 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 85% del monto total está destinado a estaciones para

el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en la cuenca Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083).

M\$ 79.066.800 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente 20 km de Construcción de Áreas Verdes de Flora Nativa, 32 km de Mejoramiento de Riberas y/o Orillas Naturales, y la construcción de 8 Obras de Regulación e Infiltración. La inversión se encuentra principalmente asignada a las cuencas Costeras e Islas entre R. Biobío – R. Carampangue (BNA 083) y Costeras R. Lebu – R. Paicaví (BNA 087).

M\$ 1.660.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 2 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 3 Estudios de Definición de Franjas de Restricción, 1 Estudio de Reforestación en zonas con Riesgo de Erosión y 8 estudios de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, Planes y Políticas. Más del 90% de la inversión se concentra en iniciativas regionales.

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

- ACADES. (2023). *Primer Catastro de Proyectos y Plantas Desalinizadoras de Agua de Mar*.
Aguas San Pedro. (2023). *Planes de Desarrollo*. Obtenido de https://www.aguassanpedro.cl/planes_desarrollo/
- 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 del Bio Bío*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region8/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región del Biobío*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region8/hidrografia.htm>
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Conseciones 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>
- CNR. (2017). Diagnóstico para desarrollar plan de riego en cuenca del Biobío.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- COCHILCO. (2022). *Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Metales*. Santiago.
- DCPRH. (2019). *Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de las regiones de Ñuble y Biobío*. Santiago: DGA.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- 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 Estratégicos de Gestión Hidrica*.
- 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*. Santiago.
- DGA. (2022). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en cuenca del Río Lebu, Río Carampangue y Carampangue - Lebu*.
- DGA. (2022). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en cuencas costeras e islas entre el Río Itata y Río Bío Bio*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/126321>
- 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). *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. (Abril de 2024). *Dirección General de Aguas*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/paginas/default.aspx>

- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- Diario Concepción. (19 de 04 de 2022). *Diario Concepción*. Obtenido de Biobío será la primera región que tendrá un completo mapa de aguas subterráneas: <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2022/04/19/biobio-sera-la-primera-region-que-tendra-un-completo-mapa-de-aguas-subterraneas.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*. 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.
- 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*.
- Essbio. (2023). *Essbio*. Obtenido de <https://www.essbio.cl/planes-desarrollo>
- ESSBIO. (2023). *Essbio*. Obtenido de <https://www.essbio.cl/planes-desarrollo>
- FIA. (2017). *Fundación para la Innovación Agraria*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.fia.cl/server/api/core/bitstreams/12a59beb-535c-466a-946e-ab44dae43199/content>
- Fuss, S., Canadell, J., Peters, G., Tavoni, M., Andrew, R., Ciais, P., & Yamagata, Y. (2014). Betting on negative emissions. *Nature climate change*, 850-853.
- GEF. (2022). *Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del Humedal Costero del Río Elqui, Región de Coquimbo*.
- GORE Biobío. (2015). Obtenido de https://ubiobio.cl/pgdu2020/assets/files/Estrategia_Regional_de_Desarrollo-2015-2030_Region_del_Bio_Bio.pdf
- INDAP. (2014). *Instituto de Desarrollo Agropecuario*. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/noticias/prodesal-indap-de-antuco-enfrenta-la-escasez-hidrica-con-exitosas-medidas>
- INDH. (2020). *Mapa de Conflictos socioambientales*. Obtenido de <https://mapaconflictos.indh.cl/#/conflicto/20651>
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*. Santiago.
- 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>
- La Tercera. (2020). Tribunal Ambiental de Valdivia acoge parcialmente reclamación de Celco contra millonaria multa de la SMA. *La Tercera*.
- Ladera Sur. (20 de Noviembre de 2017). Patagonia Libre de represas: El fin de Hidroaysén. Chile.
- 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.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas para los años 2020 - 2050*.
- MOP. (2021). Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico.
- MOP. (2021). Presentación Mesa de Infraestructura Verde Déficit Hídrico. Biobío, Chile. Obtenido de <https://gorebiobio.cl/wp-content/uploads/2021/12/8VA-SESSION-PRESENTACION-MOP.pdf>
- 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
- MOP. (2023). *Inversión Historica MOP 1986-2023*.
- Municipalidad de Hualpén. (2022). *Municipalidad de Hualpén* . Obtenido de Municipalidad de Hualpén: <http://www.hualpenciudad.cl/planta-desaladora-comenzo-a-funcionar-en-caleta-chome-en-busca-de-solucionar-el-acceso-a-agua-potable/>
- Muñoz, E. G. (2021). *EVALUACIÓN DE ZONAS FAVORABLES PARA PROYECTOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS EN*. Concepción.
- ODEPA. (2022). *Catastros Frutícolas*. Santiago, Chile.
- OTLUDEC. (2019). *Oficina de Transferencia y Licenciamiento Universidad de Concepción*. Obtenido de <https://otluddec.udec.cl/%EF%BB%BFpunta-lavapie-ya-cuenta-con-agua-potable-gracias-a-tecnologia-creada-en-la-universidad-de-concepcion%EF%BB%BF/>
- 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).
- Radio Biobío. (17 de Marzo de 2022). Alto Bío Bío: Gobierno busca mediar en conflicto entre familias pehuenches y Enel Generación.
- Radio Santa María. (2023). SMA levanta cargos contra minera El Toqui por incumplimientos medioambientales.

- Red Panguipulli. (2024). Pese a oposición de comunidades, ingresan por tercera vez proyecto hidroeléctrico que intervendrá río Mañío.
- 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/>
- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- 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
- 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. (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*. 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>
- Universidad del Biobío. (2023). *Noticias UBB*. Obtenido de <https://noticias.ubiobio.cl/2023/03/28/proyecto-fic-busca-impactar-en-comunas-del-biobio-afectadas-por-la-escasez-hidrica/>
- 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.