

**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 METROPOLITANA

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 Metropolitana se distingue por el Río Maipo como su principal sistema fluvial, el cual da nombre a la cuenca hidrográfica que alberga casi en su totalidad a la ciudad de Santiago. La cuenca Río Maipo (BNA 057) concentra la mayor demanda hídrica 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 seguido por el uso para agua potable urbana, mientras que se proyecta un aumento del 25% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola^{7 8}, y al aumento en el uso de agua potable urbana. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Costeras entre R. Maipo – R. Rapel (BNA 058) y Río Rapel (BNA 060).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, siendo la más afectada Río Maipo (BNA 057), con un descenso de 11%. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que todas las cuencas presentan un déficit hídrico estructural, lo que las vuelve especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. En particular, para la cuenca Costeras entre R. Maipo – R. Rapel (BNA 058), este déficit se debe a que la demanda supera la oferta disponible con un 50% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones en sus fuentes subterráneas. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁹, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, las pérdidas de los sistemas de distribución alcanzan un promedio¹⁰ del 30%, mientras que el crecimiento poblacional proyectado en las zonas rurales, se estima en un 26%, esta situación genera un escenario de alta incertidumbre respecto a la

⁷ Asociado a un aumento del 25% 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 una reducción de la superficie dedicada a frutales.

⁸ Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021)

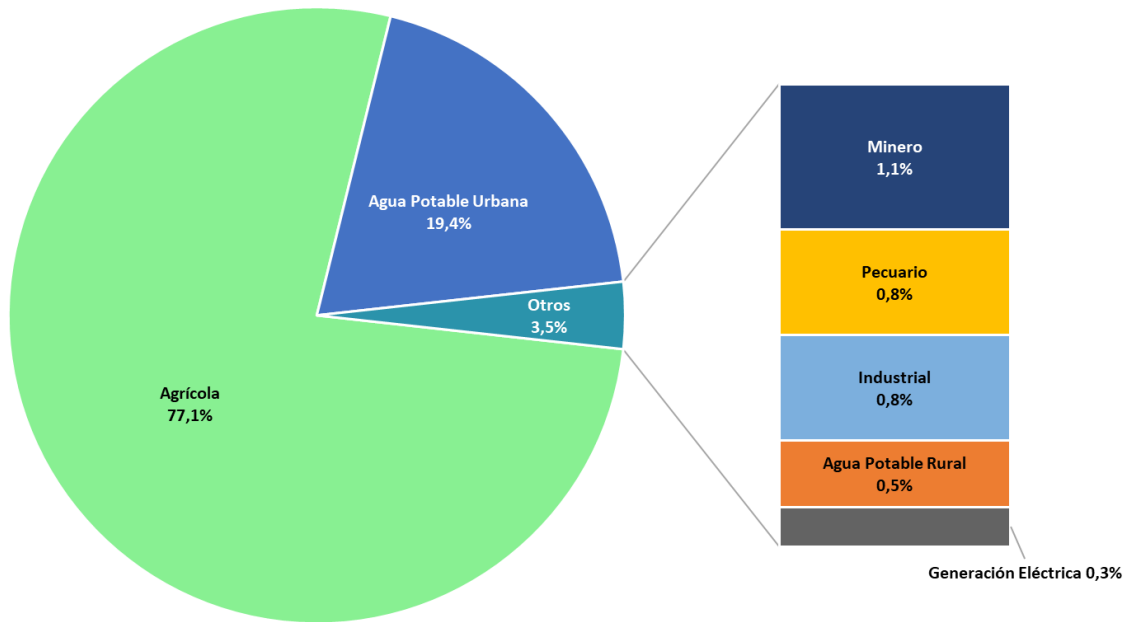
⁹ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

¹⁰ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

garantía de la cobertura de agua potable urbana. En las áreas rurales, entre el 10% y 37% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que se observan periodos de sobreexplotación de los recursos hídricos rurales de 7%, además la falta de información afecta hasta el 53,4% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, el 38% 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 favorable, con eficiencias de riego que varían entre el 53% y 86%, sin embargo, de acuerdo a la proyección de aumento en la demanda hídrica agrícola mencionado anteriormente, se requiere promover la conservación de canales para minimizar las pérdidas, particularmente en la cuenca Río Maipo (BNA 057) que concentra 97% de la red regional. Se observan limitaciones en torno a las OUs¹¹, solo se registran JV, CA, AC y CAS para la cuenca Río Maipo (BNA 057). La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. La infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observa la planificación de un proyecto para uso de fuentes no convencionales en la cuenca Río Maipo (BNA 057).

La calidad del agua representa un problema crítico para las cuencas de la región. Debido a su intensa actividad agrícola, la cuenca Río Rapel (BNA 060) presenta 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 Maipo (BNA 057) y Río Rapel (BNA 060). Por otra parte, se observa un bajo nivel de protección ecosistémica en todas las cuencas de la región, no alcanzan el 5% de protección de superficie de humedales, evidenciando la necesidad de medidas de conservación más efectivas. En particular, la cuenca Río Maipo (BNA 057) exhibe una alta vulnerabilidad a eventos extremos asociados a precipitaciones intensas, debido a la insuficiencia de los sistemas de defensa fluvial y aluvial, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. Además, la urbanización creciente de la cuenca Río Maipo (BNA 057) ha incrementado la superficie impermeable, reduciendo así las áreas de drenaje, por lo cual se requieren sistemas de drenajes efectivo que puedan contrarrestar esta situación.

¹¹ OUs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CA: Comunidades de Aguas, AC: Asociaciones de Canalistas, CAS: Comunidades de Aguas Subterráneas.



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 Metropolitana

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹²	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹³
			Superficiales	Subterráneas	
057	Río Maipo	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
058	Costeras entre R. Maipo – R. Rapel	Déficit hídrico estructural	No	Sí	Déficit hídrico estructural
060	Río Rapel	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural

Fuente: Elaboración propia.

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

En la región Metropolitana se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para todas las cuencas de la región. 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 Maipo (BNA 057) y Río Rapel (BNA 060). 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

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.

(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 Metropolitana, actores como el Gobierno Regional, SISS, CONAF, CNR, INDAP, OUAs¹⁴, empresas sanitarias, empresas agrícolas, mineras e hidroeléctricas, 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 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 Metropolitana, la estrategia se centra en desarrollar un sistema integral de infraestructura de recursos hídricos, que asegure el acceso equitativo y sostenible a los servicios básicos de infraestructura, la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, y la provisión de recursos hídricos para procesos productivos. Este sistema considera la transición socioecológica justa como impulso para el desarrollo de proyectos multipropósitos, monitoreo de los recursos, soluciones basadas en la naturaleza, reutilización e identificación de nuevas fuentes. Con énfasis en el desarrollo de los territorios, la productividad agrícola, preservación de los ecosistemas, restauración y la resiliencia frente a desastres.

¹⁴SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CONAF: Corporación Nacional Forestal; CNR: Comisión Regional de Riego; INDAP: Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua.

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 aguda. La capacidad limitada de los sistemas de agua potable genera gran dependencia de camiones aljibes, comprometiendo la capacidad del suministro en las áreas rurales y periféricas de la región. La infraestructura de saneamiento se encuentra en un estado crítico, debido a la infraestructura obsoleta y cobertura insuficiente de los servicios, lo que acrecienta riesgos sanitarios y de contaminación. El incremento en la demanda agrícola (+25%) y las deficiencias en la infraestructura hídrica posicionan a la actividad agrícola en un estado de vulnerabilidad creciente. La ausencia de regulaciones rigurosas en el control de extracciones, la ineficiencia en los sistemas y la falta de infraestructura, acentúan conflictos por la asignación del recurso hídrico, entre el sector industrial, minero y agrícola. El incremento de los costos asociados a la escasez hídrica deriva en la pérdida de competitividad y productividad regional. La carencia de un marco regulatorio actualizado compromete la calidad y capacidad de los ecosistemas para mitigar eventos climáticos extremos y regular el ciclo hidrológico. La fragmentación institucional y obsolescencia del marco normativo obstaculizan la implementación de soluciones estructurales en la región, generando una gestión desarticulada con lógicas que ofrecen soluciones de corto plazo e insostenibles. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de SH se incrementan como resultado del crecimiento demográfico sostenido, la expansión urbana sin planificación hídrica, el aumento en la demanda de los sectores productivos, la disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos y las consecuencias 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 desarrollar estrategias estructurales resilientes que logren dar soluciones integrales a los desafíos de la región. En un escenario de *Capacidad Limitada*, el estado de seguridad hídrica en la región presenta relativa estabilidad, sin incrementos sustanciales. No obstante, las limitaciones estructurales significativas en la gestión hídrica, perpetúan vulnerabilidades sistemáticas como las brechas en la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, y la deficiente respuesta de la región frente a eventos climáticos extremos. Si esta capacidad de respuesta se mantiene a largo plazo y los desafíos no son abordados con urgencia, la región puede entrar en un estado de crisis hídrica grave. En un escenario de *Avance Sostenible*, se logra estabilizar las brechas de seguridad hídrica mediante la implementación de estrategias avanzadas y la consolidación de un sistema de gestión sostenible. El plan prioriza la modernización y construcción de infraestructura resiliente, con un enfoque territorial diferenciado entre áreas urbanas y rurales. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo y el fortalecimiento de la gobernanza hídrica, la región implementa infraestructura hídrica

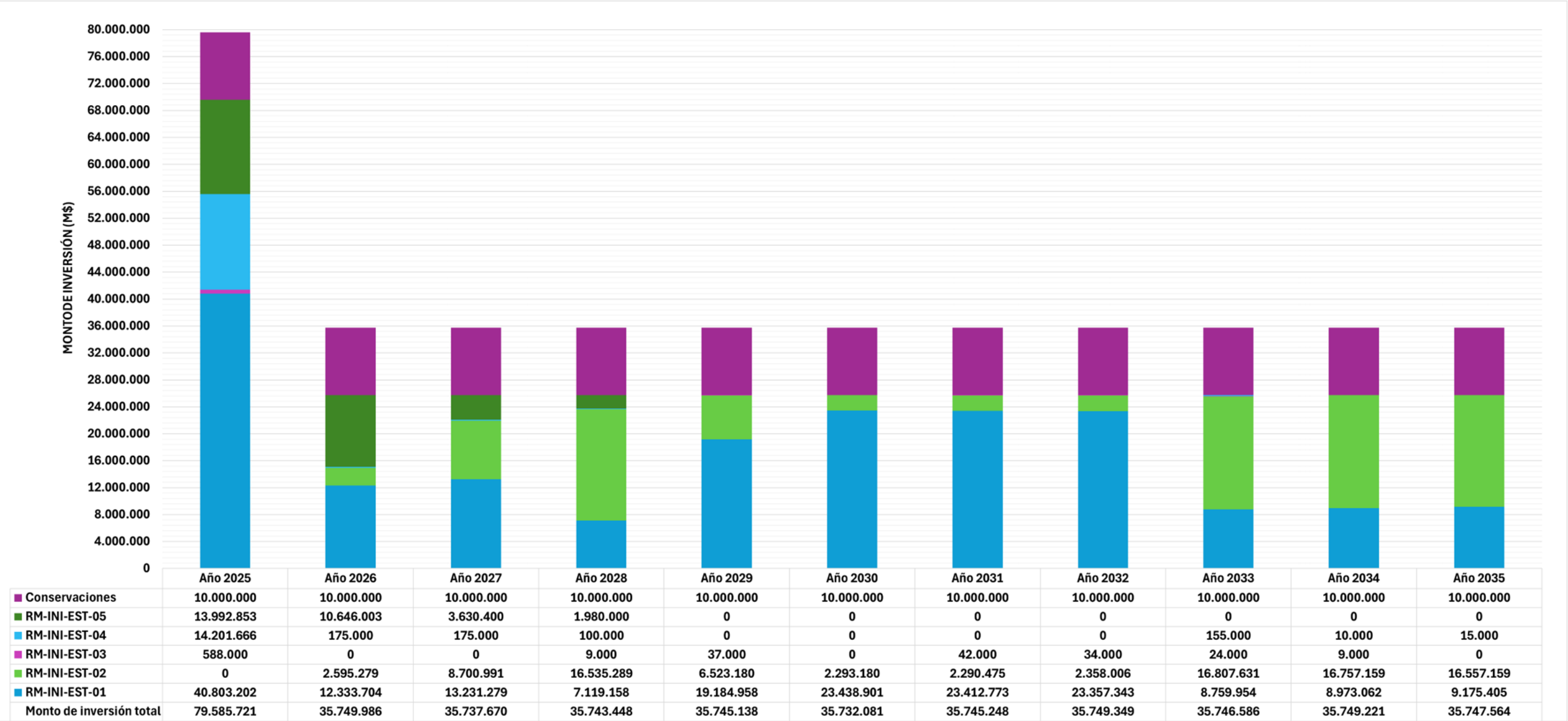
eficiente, sistemas de monitoreo continuos y programas de conservación de ecosistemas, que le permiten asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

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 la calidad del agua
INI-EST-03	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas nacionales y transnacionales
INI-EST-04	Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza con énfasis en prevenir desertificación y erosión
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, además del manejo de los flujos excedentes del invierno altiplánico

Fuente: Elaboración propia.
* 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 “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas”, tiene por objetivo garantizar el saneamiento de los servicios sanitarios. 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\$ 181.089.000 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 asignada principalmente a la cuenca Río Maipo (BNA 057).
- M\$ 344.301.700 de inversión para el Diseño y Construcción de Sistemas de Saneamiento Rural, con un beneficio para más de 227.000 personas, lo que permitirá reducir la brecha de acceso al tratamiento de aguas servidas y riesgos de contaminación biológica del agua. El 94% de la inversión se reúne en proyectos para la cuenca Río Maipo (BNA 057) y un 6% restante asignado equitativamente a las cuencas Costeras entre R. Maipo – R. Rapel (BNA 058) y Río Rapel (BNA 060).
- M\$ 28.536.400 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 90% del monto total está destinado a estaciones para el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en las cuencas Río Maipo (BNA 057) y Río Rapel (BNA 060).
- M\$ 74.037.500 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente a la Construcción de 4 km de Áreas Verdes de Flora Nativa, el Mejoramiento de 15 km de Riberas y/o Orillas Naturales, la Construcción de Obras de Regulación e Infiltración con un aporte de más de 83.000 m³ de recarga y la Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS) con un aporte de más de 19.000 m³ de recarga al año.
- M\$ 900.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 1 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 5 estudios de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, Planes y Políticas, 1 estudio de Definición de Franjas de Restricción y 2 estudios de Reforestación en sectores con riesgo de erosión. El 77% de la inversión se concentra en estudios con enfoque regional.

8.8 MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA

El estudio aborda megatendencias globales como cambio climático, urbanización, intensificación agrícola y dinámicas demográficas, que redefinen la disponibilidad y demanda de agua. Para enfrentar vulnerabilidades y oportunidades, se proponen cinco tipos de acciones anticipatorias: **Mitigación**, acciones que pretenden reducir impactos adversos probables, incluyen la modernización de la infraestructura de riego y la reducción de la pérdida en canales; la **cobertura**, corresponden a acciones que buscan minimizar riesgos por incertidumbres, considera la implementación de plantas desaladoras y la diversificación de fuentes. Por su parte, las medidas de **oportunidad** procuran aprovechar beneficios ciertos, considerando acciones que priorizan tecnologías de reúso de aguas residuales y optimización industrial-minera; las acciones de **beneficio** persiguen capitalizar desarrollos inciertos, estas acciones consideran políticas de conservación (protección de humedales y caudales ecológicos) y la actualización de Instrumentos de Planificación Territorial. Por último, las medidas **preventivas** buscan influir proactivamente en eventos externos, estas medidas involucran sistemas de monitoreo hidroclimático y 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.aguasdellvalle.cl/empresas/nosotros/plan-de-desarrollo-vigente/>
- Aguas La Serena. (2021). *Aguas La Serena*. Obtenido de <https://www.alser.cl/plan.php>
- 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 Metropolitana de Santiago*. Obtenido de
<https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región Metropolitana de Santiago*. Obtenido de
<https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/hidrografia.htm>
- BIG DATA ULS. (2023). *Embalses Región de Coquimbo, BigData ULS 2022*. Obtenido de
<https://bigdatauls.userena.cl/dashboards/embalses-region-de-coquimbo/>
- Bolados A., M., Roa A., S., & Aedo A., M.-V. (2023). Análisis de las brechas e iniciativas hídricas propuestas en los planes estratégicos de gestión hídrica (PEGH): un acercamiento a la gobernanza para su implementación. *Sequía y escasez hídrica: mejoras institucionales y regulatorias en materia de aguas: IV Jornadas del régimen jurídico de las aguas*, 520.
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). 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>
- CEN. (2022). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente.
<https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de
<https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNE. (2023). *Energía Maps - Centrales Hidroeléctricas*. Obtenido de
<https://energiamaps.cne.cl/#>

- CNR. (2016). Planes de Riego, Elqui, Límari y Choapa-Quilimarí.
- 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 la Minería de Chile*. Santiago.
- COCHILCO. (2023). *Infraestructura Hídrica Compartida*.
- CONAF. (2019). Capa en ARCGIS de uso de Suelo. <https://sit.conaf.cl/>.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/>
- DGA. (2016). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región Metropolitana - Complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana de Santiago*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5649.pdf>
- DGA. (2016). *Estudio Básico: Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en cuenca del Maipo*.
- 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 Aconcagua*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/handle/20.500.13000/125414>
- DGA. (2020). Plan Estratégicos de Gestión Hídrica.
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de Maipo*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/handle/20.500.13000/125473>
- DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las cuencas Costeras entre Maipo y Rapel.
- DGA. (2021b). PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL MAIPO.
- 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 la Cuenca del Río Rapel*. 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. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de 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*.
- 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*.
- 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 Santiago. (2021). *Estrategias de desarrollo regional*.
- 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>
- Larraín, S., & Poo, P. (2010). *Conflictos por el agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del Mercado*.
- 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. (2005). *Ley Chile*. Obtenido de :<http://www.leychile.cl/N?i=245204&f=2005-12-16&p=>
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región Metropolitana de Santiago*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=8
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2023). *Inventario de Planes 2023*. Obtenido de <https://planeamiento.mop.gob.cl/planes-y-estudios/inventario-de-planes/>
- MOP. (2023). *Inversión Historica MOP 1986-2023*.
- 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>
- RETC. (s.f.). <https://retc.mma.gob.cl/books/informe-consolidado-de-emisiones-y-transferencias-de-contaminantes-del-retc-2021-2/>.
- S.A., A. A. (2023). *Reporte Integrado*. <https://www.aguasandinasinversionistas.cl/~media/Files/A/Aguas-IR-v2/2023/reporte/Reporte%20Integrado%20Agua%20Andinas%202022%201.pdf>.
- Sanitarios, S. d. (2010). *SIFAC II*. Santiago: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-7247.html>.
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://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
- SiSS . (2023). *Planes de Desarrollo Históricos*. Obtenido de <http://www.siss.gob.cl/appsiss/historico/w3-propertyvalue-3698.html>
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <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/>
- SISS. (2024). Planes de desarrollo vigentes. <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>.
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- Universidad de Chile. (2015). *Uchile Noticias*. Obtenido de [uchile.cl: https://uchile.cl/noticias/113800/por-que-las-lluvias-afectan-tanto-la-infraestructura-en-santiago](https://uchile.cl/noticias/113800/por-que-las-lluvias-afectan-tanto-la-infraestructura-en-santiago)
- 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.