

**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 LOS LAGOS

REV. 0

Preparado para:



marzo de 2025

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	INTRODUCCIÓN	9
1.2	MARCO ESTRATÉGICO REGIONAL	10
1.2.1	Visión objetivo	10
1.2.2	Objetivo estratégico general	10
1.2.3	Objetivos estratégicos específicos	11
CAPÍTULO 2	DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR HÍDRICO DE LA REGIÓN	14
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN	14
2.1.1	Dimensión física	14
2.1.2	Clima	18
2.1.3	Dimensión socioeconómica y cultural	19
2.2	ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS	21
2.2.1	Agua Potable Urbana	21
2.2.2	Agua Potable Rural	23
2.2.3	Agrícola	26
2.2.4	Generación eléctrica	29
2.2.5	Minero	30
2.2.6	Industrial	30
2.2.7	Forestal	31
2.2.8	Pecuario	32
2.2.9	Acuícola	32
2.2.10	Caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental	33
2.2.11	Análisis de demanda total en la región	34
2.3	ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA	37
2.3.1	Oferta hídrica	37
2.3.2	Eventos extremos	49
2.3.3	Calidad de aguas	52
CAPÍTULO 3	ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	55

3.1	INFRAESTRUCTURA HÍDRICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES	55
3.1.1	Infraestructura hídrica existente al año 2023	55
3.1.2	Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente	72
CAPÍTULO 4	BRECHAS HÍDRICAS	80
4.1	BRECHAS DE BALANCE HÍDRICO	80
4.2	BRECHAS ESTRATÉGICAS	86
4.2.1	Brechas de Información	86
4.2.2	Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia	88
4.2.3	Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica	90
4.2.4	Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas	93
4.2.5	Brechas para la seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación	96
4.2.6	Resumen de brechas estratégicas	98
4.3	BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA	100
4.3.1	Desarrollo matriz OAI	100
4.3.2	Identificación de brechas de Infraestructura	109
CAPÍTULO 5	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN	112
5.1	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	112
5.2	TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS	114
5.3	CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES	115
5.4	DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS	121
5.5	VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	125
5.6	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA	125
5.6.1	Beneficios de Inversiones	125
5.6.2	Incidencia en Matriz Hídrica	130
CAPÍTULO 6	EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SOCIOECONÓMICO	135
6.1	EVALUACIÓN MULTICRITERIO	135
6.2	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	138
6.3	PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES	139
CAPÍTULO 7	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	144
7.1	SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN	144

7.1.1	Contexto regional y áreas de intervención prioritarias	145
7.1.2	Factores críticos regionales	147
7.2	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	148
7.2.1	Análisis de estancamiento crítico	149
7.2.2	Análisis de desafío gestionable	151
7.2.3	Análisis de capacidad limitada	153
7.2.4	Análisis de avance sostenible y resiliente	155
CAPÍTULO 8	PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	159
8.1	SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE	159
8.2	EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES	162
8.3	GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE	163
8.4	FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA	163
8.5	MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO	163
8.6	ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE	164
8.7	SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	165
8.8	MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA	168
CAPÍTULO 9	BIBLIOGRAFÍA	169

FIGURAS

Figura 2.1-1	Hidrografía de la región de Los Lagos.....	16
Figura 2.1-2	Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Los Lagos.....	17
Figura 2.1-3	Escenarios emisiones del CMIP5 y trayectorias a 2100.....	19
Figura 2.2-1	Cientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana	22
Figura 2.2-2	Estimación consumo mensual promedio histórico por Cliente Residencial regulado	23
Figura 2.2-3	Superficie catastrada según tipo de cultivo en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 y proyección hasta el año 2055	28
Figura 2.2-4	Distribución de demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023	34
Figura 2.2-5	Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada.....	35
Figura 2.2-6	Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada	36
Figura 2.3-1	Cuencas y subcuencas de la región de Los Lagos según clasificación BNA ...	38
Figura 2.3-2	Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Los Lagos, por tipología	40
Figura 2.3-3	Restricciones de uso sobre fuentes superficiales, región de Los Lagos	41
Figura 2.3-4	Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Los Lagos	42
Figura 2.3-5	Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la región de Los Lagos, por tipología	46
Figura 2.3-6	Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas, región de Los Lagos	47
Figura 3.1-1	Distribución de viviendas en región de Los Lagos 2017	58
Figura 3.1-2	Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua.....	59
Figura 3.1-3	Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región de Los Lagos	60
Figura 3.1-4	Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región de Coquimbo según indicador BS13	61

Figura 3.1-5	Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural para el año 2022	62
Figura 3.1-6	Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Los Lagos	65
Figura 3.1-7	Red hidrométrica de la región de Los Lagos	71
Figura 4.1-1	Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 109	82
Figura 4.1-2	Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Los Lagos	83
Figura 4.1-3	Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Los Lagos	85
Figura 4.2-1	Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Los Lagos	99
Figura 4.3-1	Distribución geográfica de iniciativas catastradas sin ejecutar en periodo 2010-2022, asociadas a brechas de seguridad hídrica en la región de Los Lagos	106
Figura 5.1-1	Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas	113
Figura 5.2-1	Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas	114
Figura 5.3-1	Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones	116
Figura 5.3-2	Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión	117
Figura 6.3-1	Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión.....	140
Figura 6.3-2	Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Los Lagos.....	141
Figura 6.3-3	Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Los Lagos	142
Figura 6.3-4	Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Los Lagos	143
Figura 8.1-1	Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023	161
Figura 8.7-1	Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas.....	166

TABLAS

Tabla 2.2-1	Demanda APU actual y futura - cuencas BNA de la región de Los Lagos 21
Tabla 2.2-2	Demanda hídrica APR actual y futura, por subcuenca BNA región de Los Lagos 24
Tabla 2.2-3	Proyección de la población rural en áreas con APR – Cuencas BNA región de Los Lagos 25
Tabla 2.2-4	Estimación demanda hídrica en áreas rurales sin APR actual y futura– Cuencas BNA región de Los Lagos 25
Tabla 2.2-5	Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región de Los Lagos 26
Tabla 2.2-6	Demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Los Lagos 27
Tabla 2.2-7	Demanda generación eléctrica no consuntiva actual y futura– Cuencas BNA Región Los Lagos 29
Tabla 2.2.8	Demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos 30
Tabla 2.2.9	Demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos 31
Tabla 2.2.10	Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos 32
Tabla 2.2-11	Demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos 33
Tabla 2.2.12	Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Los Lagos 33
Tabla 2.2-13	Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región Los Lagos 35
Tabla 2.3-1	Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región 43
Tabla 2.3-2	Escorrentía total y glaciar en periodo histórico 1985-2015. 44
Tabla 2.3-3	Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región 48
Tabla 2.3-4	Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región 49
Tabla 2.3-5	Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años 50
Tabla 2.3-6	Eventos extremos históricos en la región de Los Lagos, periodo 1912-2017 50
Tabla 2.3-7	Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de los Lagos, periodo 2017-2023 51
Tabla 3.1-1	Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca 56
Tabla 3.1-2	Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Los Lagos ... 57

Tabla 3.1-3	Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Los Lagos ..	66
Tabla 3.1-4	Obras de tramo colector presentes en la región de Los Lagos	66
Tabla 3.1-5	Estaciones de monitoreo de la región de Los Lagos	70
Tabla 3.1-6	Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción	72
Tabla 3.1-7	Iniciativas según tipologías y características básicas.....	73
Tabla 3.1-8	Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Los Lagos	74
Tabla 3.1-9	Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Los Lagos	78
Tabla 3.1-10	Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción	79
Tabla 4.1-1	Brechas Hídricas por Cuenca Región de Los Lagos.....	84
Tabla 4.2-1	Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Los Lagos	89
Tabla 4.2-2	Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Lagos	91
Tabla 4.2-3	Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Lagos (continuación)	92
Tabla 4.2-4	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Lagos	94
Tabla 4.2-5	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Lagos (continuación)	95
Tabla 4.2-6	Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Los Lagos	97
Tabla 4.3-1	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Lagos	103
Tabla 4.3-2	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Lagos (continuación)	104
Tabla 4.3-3	Incertidumbres detectadas por tipo de obra de infraestructura en la región de Los Lagos	108
Tabla 4.3-4	Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Los Lagos	111
Tabla 5.1-1	: Iniciativas Estratégicas	114
Tabla 5.2-1	: Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas	115
Tabla 5.3-1	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-01 ...	118
Tabla 5.3-2	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-02 ...	118
Tabla 5.3-3	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-03 y LAG-INI-EST-06	119
Tabla 5.3-4	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-04	120
Tabla 5.3-5	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-05	120

Tabla 5.4-1	: Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF	121
Tabla 5.5-1	: Costos totales propuesta por IE para dar respuesta a las brechas identificadas	125
Tabla 5.6-1	: Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General).....	127
Tabla 5.6-2	: Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica	131
Tabla 6.1-1	Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización	137
Tabla 8.1-1	Balance Hídrico Estructural actual de la región de Los Lagos	162

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta una breve introducción al estudio y el marco estratégico desarrollado para la región de Los Lagos en el contexto del estudio de los requerimientos de infraestructura hídrica para Plan Director de Infraestructura 2025-2055.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se identifica la cartera de proyectos estratégicos y prospectiva de requerimientos de inversión, así como también iniciativas de política pública, programas de inversión innovadores y/o medidas de gestión necesarias promover una mayor seguridad hídrica en la región de Los Lagos.

Para lo anterior, se desarrolla un diagnóstico actual y prospectivo de los principales sectores de demanda hídrica del país para el período 2025-2055, incluyendo también un análisis histórico de los niveles de precipitación y eventos climáticos extremos. Esto, en conjunto con la evaluación de la oferta hídrica, permite analizar la viabilidad hídrica de las iniciativas propuestas orientadas a abordar los diversos requerimientos hídricos proyectados de los distintos sectores de demanda económico-productivos y de los centros poblados distribuidos en el territorio regional.

Las iniciativas propuestas son definidas a partir de los resultados de las brechas identificadas en el diagnóstico, y del análisis de la disponibilidad de proyectos estratégicos regionales y por cuencas, tanto proyectados, como ejecutados y/o en ejecución, además de la identificación y/o propuestas de nuevas iniciativas, incluyendo aquellas innovadoras que propicien nuevas fuentes de disponibilidades hídricas. Estas iniciativas son evaluadas en base a una metodología multicriterio, que permite su priorización.

Finalmente, se entrega una nueva prospectiva de los programas y/o proyectos estratégicos de infraestructura hídrica identificados con nuevos horizontes de realización (con alcance temporal al 2055 y con escenarios de corte de 10, 20 y 30 años), en base a diversos criterios y/o escenarios, con sus requerimientos de inversión y programación estimados dentro del período 2025-2055, para ser presentados como propuestas dentro del proceso de elaboración del Plan Director de Infraestructura 2025-2055.

1.2 MARCO ESTRATÉGICO REGIONAL

Con la finalidad de garantizar la coherencia y conformidad con los aspectos generales, resulta esencial mantener los objetivos regionales en línea a los ejes estratégicos establecidos en base a las cuatro dimensiones de seguridad hídrica desarrolladas a nivel nacional. Esta estructura proporciona una sólida guía hacia la entrega de soluciones efectivas frente a las problemáticas regionales entorno al recurso hídrico, orientadas a una gestión eficiente y sustentable del agua en todo el país.

1.2.1 Visión objetivo

La visión estratégica regional para este estudio se desarrolla a partir de las visiones estratégicas de largo plazo construidas para Plan Director de Servicios de Infraestructura 2025-2055 (PDSI) a través del estudio de Análisis Integral (DIRPLAN, 2024), el cual abarca todos los servicios de infraestructura que presta el Ministerio de Obras Públicas.

La región de Los Lagos, con sus imponentes paisajes, puerta de entrada a la Patagonia, espera al 2055 mejorar la calidad de vida de sus habitantes, aportando con acciones a la transición socio ecológica y con participación inclusiva con perspectiva de género y promoviendo la identidad local.

Según las competencias MOP, la región contará servicios de infraestructura que promuevan la conectividad continental e insular, movilidad sostenible e integración territorial, la gestión para la seguridad hídrica de las personas y de la actividad productiva, la protección ciudadana, el desarrollo social, cultural y científico; El enfoque principal será desarrollar servicios de infraestructura pública integrada al paisaje natural, a la vez que sea resiliente frente a las emergencias socio-naturales, para la protección del territorio y las personas, así como para la adaptación y mitigación al cambio climático.

A continuación, se presenta el objetivo estratégico general y los objetivos estratégicos regionales los cuales se han definido a partir de la revisión y análisis de los Planes de Riego (CNR, 2017) de la región, el Plan Chile 30/30 (MOP, 2018), el Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos al 2021 (MOP, Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Los Lagos, 2012) , los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGHs) desarrollados dentro de la región (DGA, 2022; DGA, 2022a; DGA, 2021b), la Estrategia Regional de Desarrollo (GORE, 2023) y por último el inventario de planes del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2023).

1.2.2 Objetivo estratégico general

Desarrollar una infraestructura inclusiva y resiliente que garantice el acceso universal a servicios esenciales, como el agua potable y saneamiento, priorizando comunidades

marginadas y rurales. Buscando, además, fomentar la sostenibilidad hídrica mediante la reutilización de aguas residuales, el uso eficiente del agua y la modernización de sistemas, integrando prácticas basadas en la naturaleza y soluciones tecnológicas, a través de un desarrollo equilibrado, preservando los ecosistemas, e incorporando la gestión integrada de cuencas, la protección climática y la equidad territorial, con énfasis en la seguridad hídrica y la reducción de vulnerabilidades ante riesgos socionaturales.

1.2.3 Objetivos estratégicos específicos

1. Asegurar el acceso universal a los servicios de infraestructura esenciales, en particular en comunidades marginadas y desatendidas, garantizando el derecho humano al agua mediante servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros y asequibles. La meta es proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y mejorar la calidad de vida, con un enfoque de género. Esto incluye priorizar el apoyo a los asentamientos rurales más pequeños, mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica para fomentar el crecimiento sostenible. El objetivo también establece estándares mínimos para la infraestructura urbana y alienta proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios, priorizando soluciones que garanticen el agua potable y la sostenibilidad del agua. El objetivo es aumentar la cobertura de los servicios de saneamiento rural y reducir el número de hogares desconectados de un sistema de suministro de agua en las zonas rurales de la región.
2. Asegurar estándares de servicios de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad de las personas a los riesgos socionaturales y disminuyan las disparidades sociales, promoviendo una mayor equidad en la prestación de servicios como el derecho al saneamiento. Se busca priorizar el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales urbanas y rurales para mejorar el bienestar de la población, proteger la calidad ambiental y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Adicionalmente, se busca promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para la gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, garantizando la calidad para diversas aplicaciones. Se busca también mejorar la calidad, la sostenibilidad a largo plazo y la administración de los servicios básicos en zonas rurales, revirtiendo y previniendo la segregación social urbana.
3. Se espera que la región cuente con servicios de infraestructura que promuevan la seguridad hídrica, con obras públicas resilientes para la adaptación territorial y climática para 2055, posibilitadas por diseños y soluciones de infraestructura verde innovadores y basados en la naturaleza. También se busca identificar oportunidades

territoriales actuales y futuras para expandir la base económica de las áreas rurales a través de diversas actividades competitivas relacionadas con el agua, promoviendo el dinamismo económico local y el empleo.

4. Aprovechar las ventajas tecnológicas vinculadas a los recursos naturales y al capital humano, promover infraestructura especializada para sectores clave y fomentar una transición socioecológica justa para la gestión sostenible del agua a nivel de cuenca. Esto incluye promover prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad, implementar una gestión integrada del agua con la infraestructura, priorizar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua e incentivar el uso eficiente y sostenible del agua mediante la modernización de los sistemas y la incorporación de consideraciones ambientales. La región también enfatiza la implementación de compromisos para una región sostenible e inclusiva, respondiendo a los desafíos del sector y contribuyendo al uso eficiente y sostenible del agua de riego a través de un plan de gestión con participación de los interesados.
5. Preservar los ecosistemas, abogar por un desarrollo descentralizado y geográficamente equilibrado con servicios de infraestructura, sistemas económicos productivos y asentamientos distribuidos alineados con las diversas capacidades y aptitudes de cada territorio. Para ello, la región pretende integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de suelo rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con la necesidad humana de seguridad hídrica y promoviendo prácticas sostenibles de uso de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Finalmente, la región espera incentivar la restauración de áreas degradadas y establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, priorizando soluciones que aseguren el consumo humano de agua potable en zonas rurales y la sostenibilidad hídrica a través de la gestión integrada de cuencas. Adicionalmente, la región pretende contribuir a la construcción e implementación de una gobernanza territorial de la sostenibilidad hídrica, enfocándose en ecosistemas prioritarios para la conservación y reparación del ciclo del agua. Asimismo, la región busca reducir las emisiones contaminantes a los cuerpos de agua y disminuir el porcentaje de aguas residuales no tratadas a nivel regional.
6. Integrar los sistemas naturales en la planificación territorial, enfocándose en su protección, restauración y remediación a través de políticas sectoriales y normativas. Priorizar la medición de variables ambientales, la construcción sostenible y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación.

7. Reducir la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos, promover una infraestructura resiliente e incorporará factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La región también pretende proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y garantizar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque estará en el desarrollo de servicios de infraestructura pública que se integren con el paisaje natural, al mismo tiempo que sean resilientes a las emergencias socionaturales y la adaptación y mitigación del cambio climático. Además, la región actualizará su gestión del riesgo de desastres, incluida la implementación de obras de drenaje pluvial y defensa de ríos que incorporen soluciones de drenaje urbano sostenible y/o infraestructura verde para la protección del territorio y la población. Por último, la región elaborará y actualizará Planes Maestros de evacuación y drenaje de aguas pluviales de acuerdo a la Ley N° 19.525, para facilitar su fácil escurrimiento y disposición, y evitar daños a las personas, viviendas e infraestructura urbana en general.

CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR HÍDRICO DE LA REGIÓN

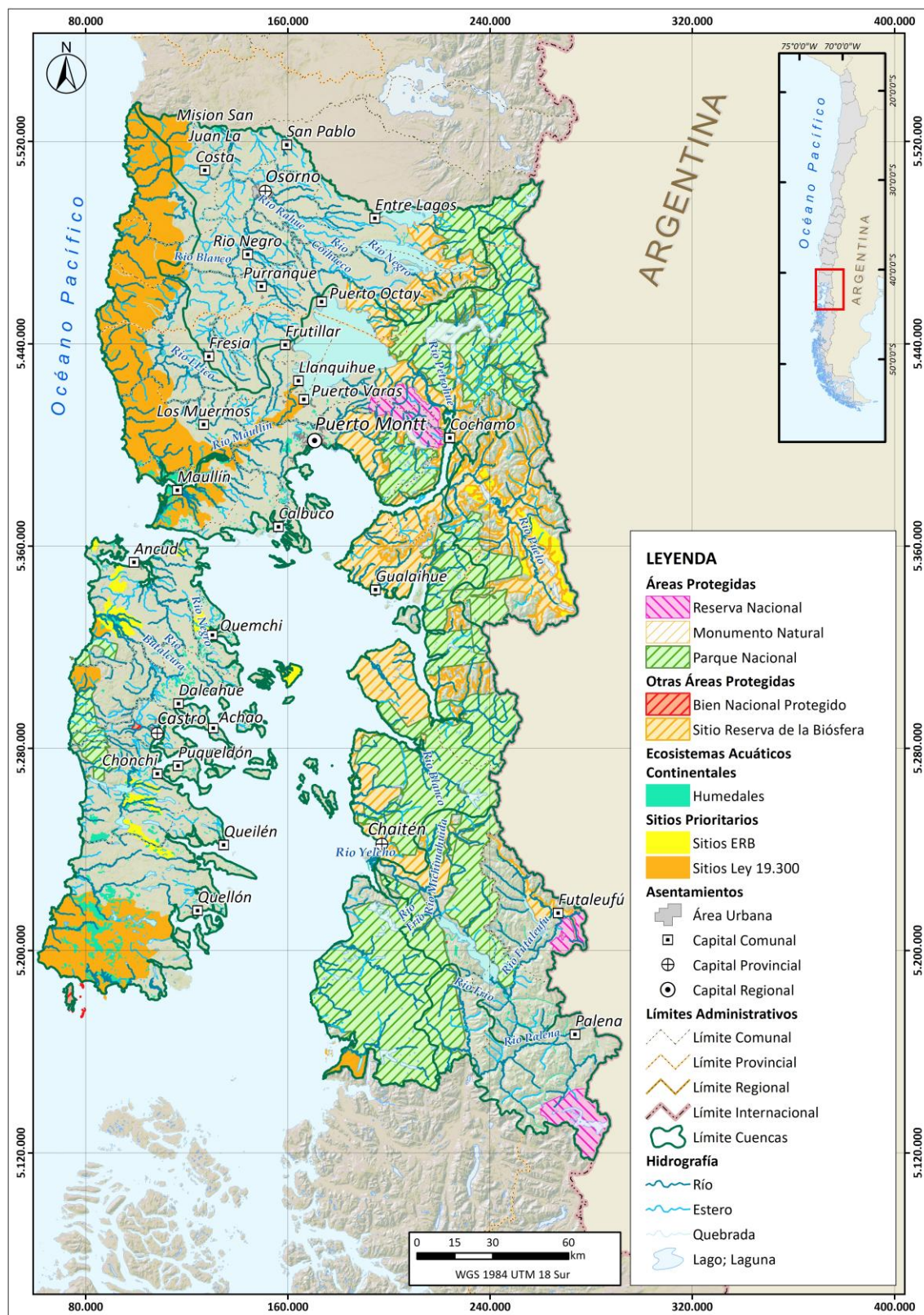
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN

2.1.1 Dimensión física

La Región de Los Lagos exhibe una diversidad geomorfológica que abarca la Planicie Litoral, la Cordillera de la Costa, la Depresión Intermedia o Valle Central y la Cordillera de Los Andes. La Planicie Litoral, al norte de la desembocadura del río Maullín, se extiende aproximadamente 60 km hacia el mar y reaparece en la Isla de Chiloé. La Cordillera de la Costa se divide en tres secciones: Cordillera Pelada, Cordillera del Zarao y Cordillera de Piuchén, caracterizadas por su litología basada en el Basamento Paleozoico-Triásico y rocas volcánicas del Oligoceno superior-Mioceno inferior. La Depresión Intermedia se extiende hasta la provincia de Llanquihue, presentando altitudes bajas hacia el oeste y lagos hacia el este, mientras que la Cordillera de Los Andes, interrumpida por valles glaciares, exhibe relieves suaves y alturas promedio de 1.000 msnm, con una geología marcada por el Complejo Metamórfico Paleozoico-Triásico y rocas intrusivas del Batolito Norpatagónico. La hidrografía de la región se muestra en la Figura 2.1-1.

La Región de Los Lagos cuenta con importantes áreas protegidas bajo la gestión de CONAF, entre las que destacan la Reserva Nacional Alerce Andino y la Reserva Nacional Llanquihue, como se indica en la Figura 2.1-2. Con respecto a la protección de humedales, la región de Los Lagos presenta una situación de criticidad variada. Las cuencas Río Puelo y Río Yelcho muestran una alta criticidad, con porcentajes de protección de humedales menores a 3%. Por su parte las cuencas Río Bueno, Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo, e Islas Chiloé y Circundantes exhiben una criticidad media, donde su porcentaje de protección es de 6% y 19%, respectivamente. Por último, las cuencas Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho, y Río Palena y Costeras Límite Décima Región tiene una criticidad baja, con porcentajes de protección de humedales de 44% y 87%, respectivamente. Estos resultados

subrayan la importancia de continuar implementando medidas de conservación y protección de los humedales en la región de Los Lagos, a fin de mantener y proteger la capacidad natural de los ecosistemas, garantizar la prestación de servicios ecosistémicos y mejorar la calidad ambiental de las aguas superficiales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1-2 Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Los Lagos

2.1.2 Clima

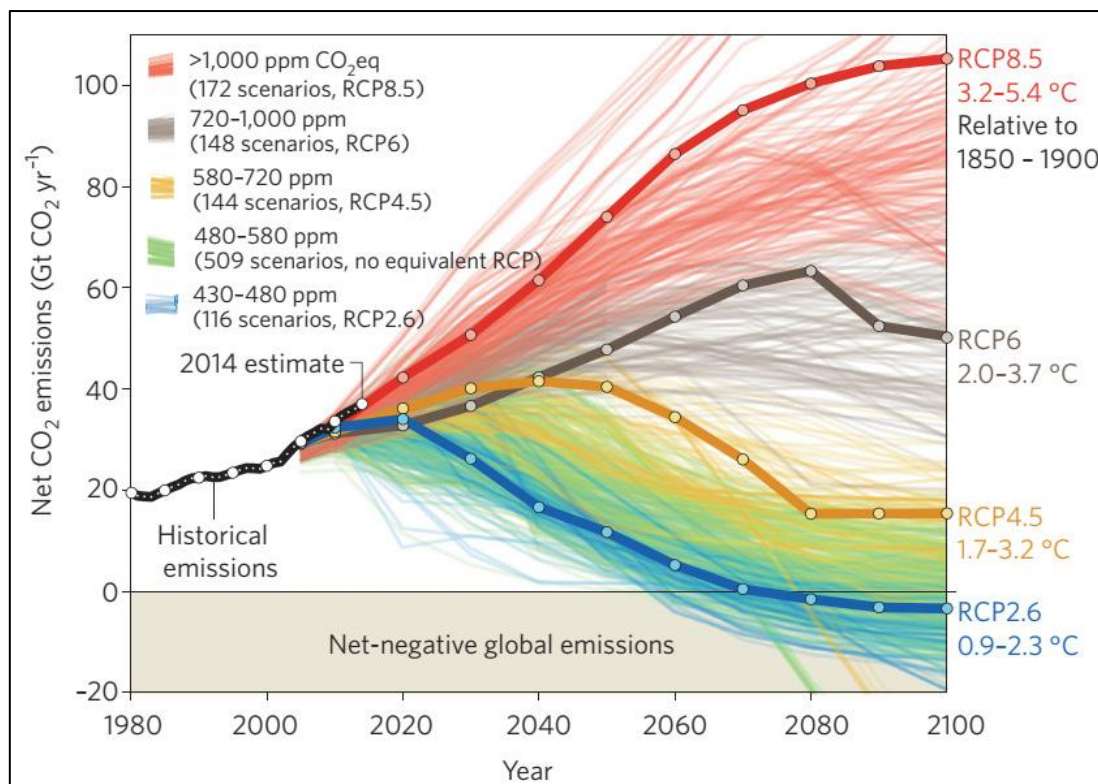
El clima que presenta la Región de los Lagos es templado lluvioso, con un régimen de precipitaciones y ausencia de períodos secos distribuidas a lo largo de todo el año; sin embargo, al igual que en otras regiones presenta variaciones por efecto del relieve.

En este caso por la presencia de la Cordillera de la Costa y de los Andes, se producen significativas diferencias de precipitaciones. Así mientras al occidente de los macizos andino y costero presentan las más altas precipitaciones, hacia la depresión intermedia éstas disminuyen. Esta condición comienza a variar hacia el límite sur, fundamentalmente en el sector de Chiloé continental, donde el ingreso de las masas de aire es levemente atenuado por los últimos vestigios de la Cordillera de la Costa, sin poder producir alteraciones significativas en ellas (BCN, 2023).

En el Anexo 14.01 se presenta la clasificación climática de Köppen-Geiger; además de los diagramas ombrotérmicos para cada cuenca de la región, calculados dentro del periodo histórico considerado 1985-2015, con información extraída del producto meteorológico CR2Met v2.5, asociado al estudio Homologación del cálculo hidrológico para la estimación de la oferta natural de agua histórica y futura en Chile (DGA, 2022).

Estos datos climáticos fueron obtenidos a partir de los resultados de las simulaciones 4 modelos de circulación general (GCM, por sus siglas en inglés) de la iniciativa CMIP-5¹ (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), siendo ajustados a una escala espacial de 0,05° x 0,05° para Chile. Estos modelos poseen información histórica hasta el año 2005, por lo que, a partir de ese año, los resultados reportados corresponden a proyecciones. Los GCM utilizados corresponden a aquellos del escenario de emisiones RCP8.5, que supone la mayor tasa de emisiones hacia el futuro, siendo la más pesimista, pero que mejor predijeron lo ocurrido desde el año 2005 hasta el año 2014, como se puede ver en la Figura 2.1-3. El GCM representativo de la región corresponde al CCSM4. Mayor información sobre los GCM seleccionados se presenta en Anexo 14.01.

¹ <https://pcmdi.llnl.gov/mips/cmip5/>



Fuente: (Fuss, et al., 2014).

Figura 2.1-3 Escenarios emisiones del CMIP5 y trayectorias a 2100.

2.1.3 Dimensión socioeconómica y cultural

La región de Los Lagos se encuentra ubicada en la macrozona austral del país y cuenta con un área de 48.460 km². El año 2017, la región de Los Lagos presentaba una población de 828.708 habitantes, sin embargo, en base a la proyección realizada al año 2035, esta cantidad aumentaría a un total de 951.562 habitantes, lo que significaría una variación de un 14,82 %. Del total de esta población proyectada al año 2035, se espera que el 50,49% corresponda a mujeres y un 48,51% a hombres (INE, Resultados Censo 2017, 2017). La estructura de población de esta región será regresiva, es decir, la cantidad de habitantes que se encuentran en rangos etarios desde 24 años hacia abajo y desde 65 años hacia arriba, serán menor que la cantidad de población que posee entre 25 a 64 años (INE, 2017). Del total de la población de Los Lagos, un 73,6% corresponde al área urbana y un 26,4% al área rural (INE, 2017). Con respecto a los pueblos originarios, se destaca la presencia del pueblo Mapuche con un 96,5% (INE, 2017).

El Producto Interno Bruto (PIB) de la región de Los Lagos consignado por el Banco Central de Chile (BC, 2022), corresponde a \$8.548 mil millones de pesos, representando el 3,26% a nivel nacional. En términos sectoriales se destaca la industria manufacturera (18,9%), seguida por servicios personales (16,1%) y comercio (9,9%). Respecto al sector agropecuario-silvícola, este alcanza un 5,4% del PIB regional, el sector electricidad, gas,

agua y gestión de desechos el 1,8% y por último el sector minero con 0,2% de participación del PIB regional (BC, 2022).

2.2 ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS

En el presente acápite se cuantifica la demanda de agua actual y futura para el consumo de agua potable, y para los diferentes sectores productivos del recurso hídrico, tales como demanda agrícola, minera, industrial, entre otras.

2.2.1 Agua Potable Urbana

El análisis de la demanda de agua potable urbana en las cuencas de la región de Los Lagos está determinado por las fuentes de extracción que se localizan al interior de los límites definidos de las cuencas y que abastecen localidades con áreas urbanas. Los resultados del análisis son presentados a nivel de cuenca considerando el consumo en términos de volumen anual demandado (Mm³/año).

Los cálculos de demanda hídrica actual consideran el consumo facturado en el año 2022 según el Sistema de Facturación Clientes y Cobertura (SIFAC II) (SISS, 2023). La demanda proyectada para Clientes Residenciales considera el consumo facturado histórico y la proyección de clientes de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional, mientras que para los demás clientes perteneciente a la categoría “Otros”², se utiliza la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) real regional (BC, 2022). El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2-1 Demanda APU actual y futura - cuencas BNA de la región de Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	11.460	11.731	12.386	12.894	13.312
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	19.741	20.116	21.211	22.071	22.787
105	Río Puelo	0	0	0	0	0
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	194	202	220	236	253
107	Río Yelcho	154	158	167	174	180
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	5.850	5.995	6.340	6.616	6.850
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	0	0	0	0	0
Total		37.399	38.202	40.324	41.991	43.382

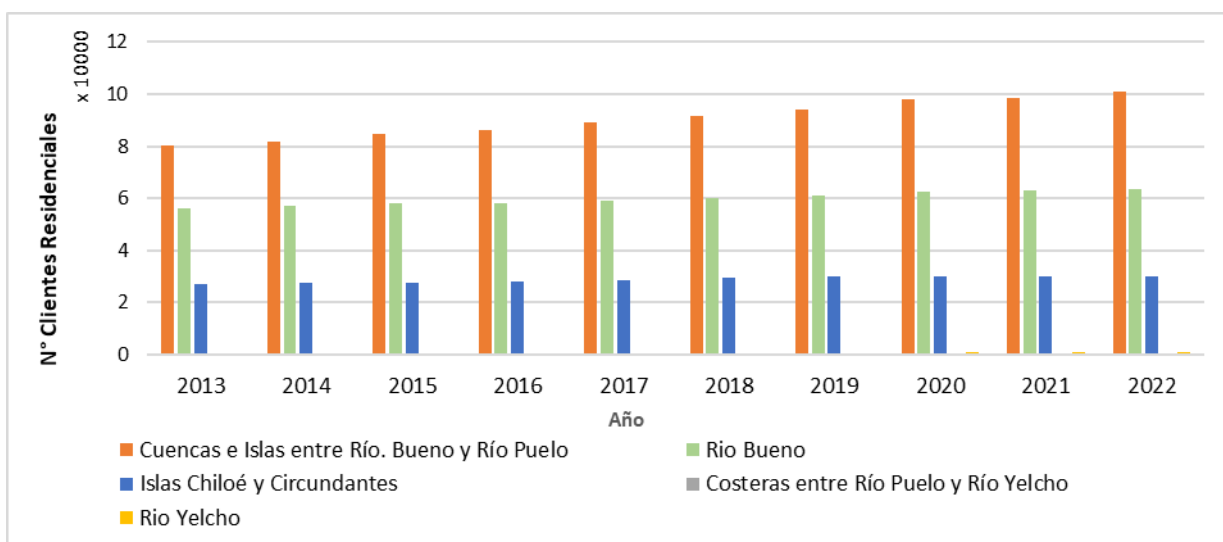
Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2023).

Según se desprende de la Tabla 2.2-1, la proyección futura muestra una tendencia al alza en todas las cuencas exceptuando las cuencas de Río Puelo y Cuencas Costeras Río Yelcho y Límite Región, asociada al aumento de la población urbana que demanda el recurso

² La categoría “Otros” incluye Clientes Industriales, Comerciales y No Asociados a Inmuebles.

hídrico en las cuencas. Asimismo, se observa que la mayor demanda se concentra en las Cuencas e Islas entre Río bueno y Río Puelo (código BNA 104) y cuenca del Río Bueno (código BNA 103) en donde operan entre otros, los sistemas de producción Puerto Montt y Osorno, que abastecen a la mayor población de la región.

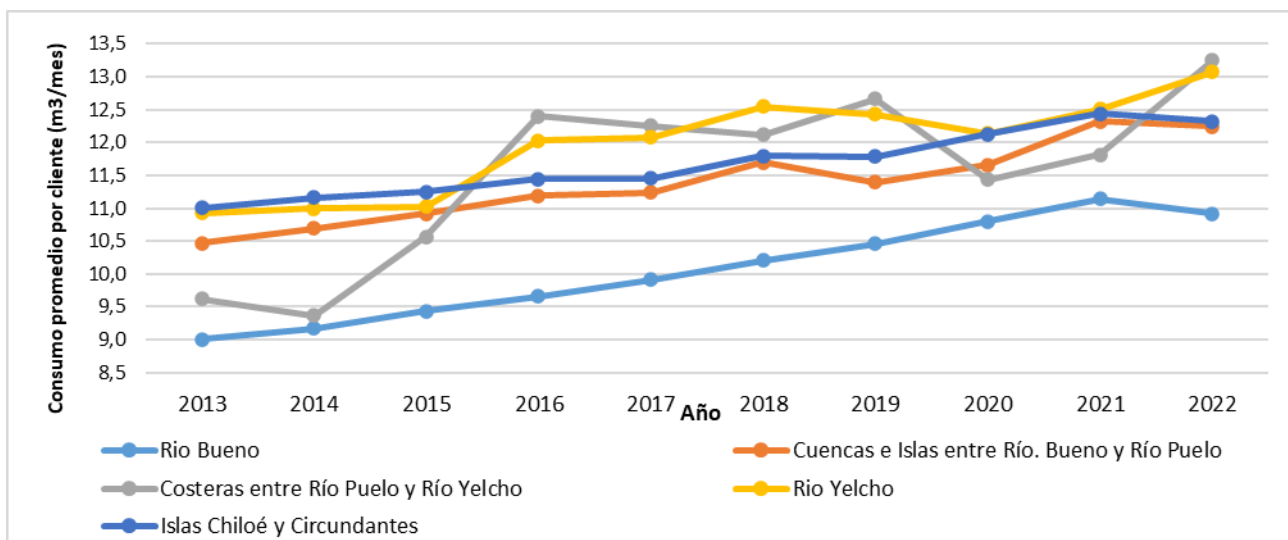
En relación a lo anterior, se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 94,4% del total de clientes en la región. Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los Clientes Residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa de crecimiento de un 0,2%. En la Figura 2.2-1 se muestra la distribución de Clientes Residenciales por cuenca entre los años 2013 y 2022.



Fuente: SISS (2023)

Figura 2.2-1 Clientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana

Junto con el aumento del número de clientes, también se ha observado un incremento en el consumo mensual promedio por cliente residencial de aproximadamente 4,9m³/mes (Figura 2.2-2). Cabe destacar, la cuenca que más consumo promedia es la cuenca del Río Yelcho, mientras que las que poseen una tendencia al alza a lo largo de la década son las cuencas de Río Bueno (código BNA 103) e Islas Chiloé y Circundantes (código BNA 109).



Fuente: SISS (2023)

Figura 2.2-2 Estimación consumo mensual promedio histórico por Cliente Residencial regulado

En cuanto a las fuentes de abastecimiento, estas son de carácter mixto, es decir, corresponde a fuentes superficiales y subterráneas. Si bien la región de Los Lagos, cuenta con abundantes lluvias, estas han descendido en el tiempo, encontrándose en extrema sequía desde el 2017, fecha en la que fue promulgado el primer decreto de escasez en la región, donde posteriormente se estipularon dos decretos más los años 2021 y 2022 (DGA, 2023).

Frente al crecimiento continuo de clientes y el consumo del recurso hídrico por cliente en un escenario de extraordinaria sequía (DGA, 2023) y cambio climático, desde Suralis (ex ESSAL S.A.) (2023) se menciona la preocupación y enfoque en el robustecimiento de la infraestructura sanitaria, contribuyendo a un uso más eficiente del recurso, evitando pérdidas y resguardando las fuentes de agua de la región, como también para evitar el colapso en las alcantarillas producto de las lluvias y posible contaminación de las aguas.

2.2.2 Agua Potable Rural

A continuación, se presenta la estimación de la demanda de agua potable rural actual (año 2022) y proyectada de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) de las cuencas de la región de Los Lagos.

Los cálculos de la demanda hídrica consideran la información proporcionada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH, 2023) que contiene la identificación de los SSR que actualmente operan en la cuenca. La demanda proyectada considera las tasas de crecimiento poblacional provenientes del Censo de Población y Vivienda (INE, 2017), así como también la demanda asociada a futuros proyectos en la región. El detalle de la

metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2-2 Demanda hídrica APR actual y futura, por subcuenca BNA región de Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm3/año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	911	925	1.479	1.511	1.530
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	1.831	1.860	2.626	2.684	2.718
105	Río Puelo	57	58	131	133	135
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	189	192	338	345	350
107	Río Yelcho	13	13	36	36	37
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	10	10	10
109	Islas Chiloé y Circundantes	1.642	1.667	2.233	2.282	2.311
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	131	133	150	153	155
Total		4.774	4.848	7.003	7.154	7.246

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2023).

Según se desprende de la Tabla 2.2-2 la proyección futura muestra una tendencia al alza en todas las cuencas, asociado al aumento de población rural que demanda el recurso hídrico en las cuencas. Asimismo, se observa que la mayor demanda se centraliza en las Cuencas e Islas entre Río bueno y Río Puelo en donde se concentra la mayor población.

En la Tabla 2.2-3 se presenta la proyección de la población rural de áreas con APR en las cuencas de la región de Los Lagos. Las cuencas en donde se observa un mayor incremento en la población rural al 2055 respecto de la población actual son la cuenca del Río Puelo (código BNA 105) con un 53%, las cuencas Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (código BNA 106) con un 29% y las cuencas de Río Bueno (código BNA 103) y Río Yelcho (código BNA 109) con un aumento del 22%.

Tabla 2.2-3 Proyección de la población rural en áreas con APR – Cuencas BNA región de Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Población rural APR				
		2022	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	30.066	30.539	37.058	37.871	38.346
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	93.750	95.226	106.297	108.628	109.992
105	Río Puelo	1.039	1.055	2.147	2.194	2.221
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	10.017	10.175	13.651	13.950	14.125
107	Río Yelcho	202	205	213	218	220
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	66.191	67.233	81.574	83.363	84.410
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	2.365	2.402	2.657	2.715	2.749
Total		203.630	206.836	243.598	248.937	252.065

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la Tabla 2.2-4 presenta la proyección de demanda futura para las áreas sin presencia de APR, donde se observa una proyección del 8% de aumento en el consumo para el año 2055 en todas las cuencas presentes en la región.

Tabla 2.2-4 Estimación demanda hídrica en áreas rurales sin APR actual y futura– Cuencas BNA región de Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm3/año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	317	320	332	339	344
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	296	299	310	317	321
105	Río Puelo	13	13	14	14	14
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	11	11	12	12	12
107	Río Yelcho	22	22	23	23	23
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	10	10	10	11	11
109	Islas Chiloé y Circundantes	69	69	72	74	75
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	3	3	3	3	3
Total		740	747	776	793	803

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017)

En este sentido, se presenta por último la Tabla 2.2-5 donde se observa la proyección de población en áreas sin APR, con un aumento del 8% al año 2055 en relación a la población actual.

Tabla 2.2-5 Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región de Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Población rural áreas sin APR				
		2022	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	17.352	17.530	18.196	18.595	18.829
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	16.218	16.384	17.006	17.379	17.598
105	Río Puelo	707	715	742	758	768
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	622	628	652	666	675
107	Río Yelcho	1.183	1.196	1.241	1.268	1.284
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	541	547	568	580	587
109	Islas Chiloé y Circundantes	3.764	3.803	3.948	4.034	4.085
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	150	152	158	161	163
Total		40.538	40.954	42.510	43.442	43.988

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017)

A modo de conclusión, se estima un crecimiento en la demanda hídrica de agua potable rural entre los años 2025 y 2035 producto del aumento de servicios APR en la región. Por otra parte, se observa un crecimiento poblacional y de demanda proyectado en un 8% en el año 2055 para las áreas sin servicio APR. Mayor información acerca de la cobertura de los servicios sanitarios rurales dentro de la región ver acápite 3.1.1.4ii.

2.2.3 Agrícola

Para estimar la demanda de agua para riego agrícola en la región de Los Lagos, se emplearon diversos datos y metodologías. Se consideraron los requerimientos de riego de los cultivos, teniendo en cuenta la demanda evapotranspirativa, el aporte de la precipitación y las eficiencias de los sistemas de riego. La estimación de la superficie de cultivo actual y futura se basó en los resultados de los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021; INE, 1997), a los cuales se les aplicó tendencia. Además, se estableció un coeficiente de cultivo representativo para cada grupo de cultivo (Cereales, Hortalizas, Vides y Frutas) utilizando los catastros de ODEPA (ODEPA, 2022); mientras que los datos de evapotranspiración y precipitación se obtuvieron a partir de la homologación del Balance Hídrico Nacional del 2022. Las eficiencias de los sistemas de riego se determinaron mediante el cruce de información disponible en los Censos, ODEPA y la Comisión Nacional de Riego, proyectándola a futuro en función de las tendencias de los datos del Censo. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-6 indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2-6 Demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Los Lagos

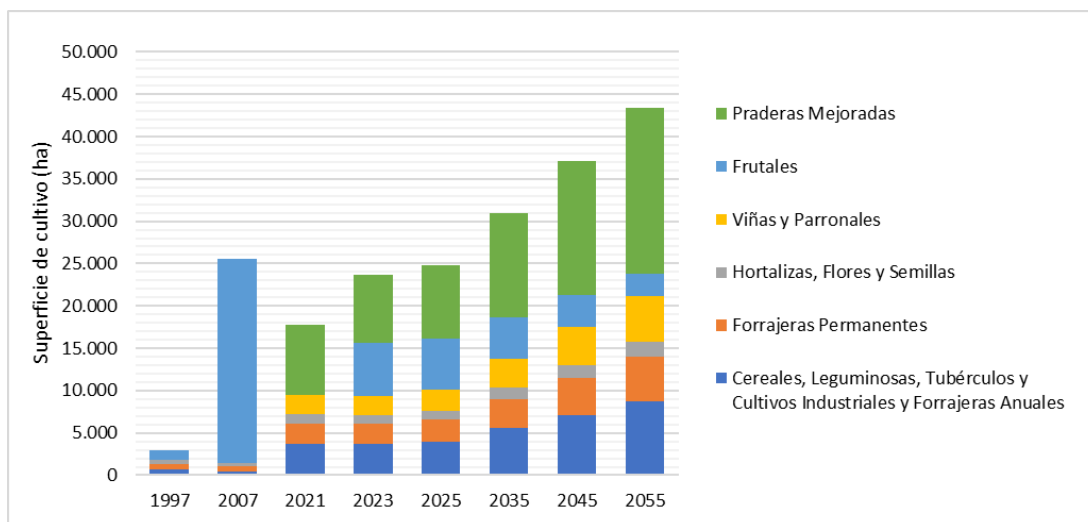
Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	110.636	144.828	162.287	158.003	273.256
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	43.068	58.833	72.955	79.216	143.495
105	Río Puelo	179	253	298	302	694
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	241	356	350	323	863
107	Río Yelcho	660	861	909	963	1.929
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	38	42	22	11	15
109	Islas Chiloé y Circundantes	1.852	2.856	3.409	3.103	5.708
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	321	459	459	512	1.147
Total		156.995	208.488	240.689	242.433	427.107

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de la Tabla 2.2-6 se espera en la región un incremento del 172% en la demanda de agua para el período comprendido entre los años 2023 y 2055. El aumento previsto de la demanda, basado en datos censales históricos, se atribuye principalmente al aumento de la superficie cultivada de gran parte de los cultivos, destacando las praderas mejoradas (Figura 2.2-3).

Junto con lo anterior, cabe mencionar que las variaciones anuales en la demanda hídrica para riego están relacionadas con la variabilidad proyectada de la precipitación cuya fluctuación no es constante año tras año, lo que genera proyecciones diferenciadas para cada período. De esta forma, entre 2023 y 2025 se proyecta una disminución anual de la precipitación del 3%, en comparación con una disminución del 1% entre 2045 y 2055. Esto se traduce en un crecimiento en la demanda bruta de agua para riego de un 16% anual en el periodo 2023-2025, y de un 8% anual entre 2045 y 2055, siendo más pronunciado en el primer periodo debido a una mayor necesidad de agua no proveniente de la precipitación.

Los datos recopilados en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021; INE, 1997), muestran un cambio significativo en las áreas destinadas a diferentes tipos de cultivos durante el periodo 2007-2021. Se observa un aumento en la superficie dedicada a la mayoría de los cultivos, a excepción de los frutales, que muestran una disminución en ese periodo (Figura 2.2-3). Se estima que esta tendencia se mantendrá constante según las proyecciones hasta el año 2055. Este cambio en el tipo de cultivo podría atribuirse a la mejor adaptación de estos cultivos a condiciones de estrés hídrico en comparación con los frutales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-3 Superficie catastrada según tipo de cultivo en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 y proyección hasta el año 2055

En lo que respecta a la evolución de la demanda hídrica por tipo de cultivo, destacan como principales consumidores de agua las praderas mejoradas y el grupo que incluye cereales, leguminosas, tubérculos, cultivos industriales y forrajas anuales, así como el grupo de viñas y parronales, según las proyecciones para el periodo 2023 a 2055.

Respecto a los cultivos de praderas mejoradas, para el año 2023, se estima una demanda de 46.658 Mm³, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 179.031 Mm³ para el año 2055. Esto representa un aumento del 284% en la demanda hídrica, consolidando a este cultivo como el de mayor necesidad de agua. Respecto al grupo de cultivo que incluye cereales se estima una demanda de 28.231 Mm³, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 92.388 Mm³ para el año 2055. Esto representa un aumento del 227% en la demanda hídrica.

El aumento de la demanda se debe a varios factores, por un lado, el cambio climático está afectando las tasas de evapotranspiración, lo que incrementa la cantidad de agua necesaria para mantener la productividad de los cultivos y por otro lado también contribuye el aumento de la superficie de cultivo. La eficiencia en el uso del agua y las prácticas de riego juegan un papel crucial, así como la adopción de tecnologías de riego más eficientes, como el riego por goteo.

A partir del análisis realizado, se identifican como variables claves que impactan en la estimación de la demanda actual y futura la superficie de cultivo, la precipitación, la eficiencia del riego, y el aumento de los requerimientos de agua debido al cambio climático. Estos factores pueden influir directamente en las proyecciones de demanda hídrica.

Además, existen otros factores como los efectos del mercado o las actividades socioculturales costumbristas, que podrían afectar a largo plazo, pero que no son fácilmente predecibles de manera objetiva.

2.2.4 Generación eléctrica

A partir de los registros históricos de generación eléctrica obtenidos desde el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN, 2023), se realizó una estimación de la demanda hídrica para la generación eléctrica en la región. Es importante destacar que todos los recursos hídricos requeridos para la generación eléctrica regional provienen del sector hidroeléctrico, lo que implica que su uso es del tipo no consuntivo. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-7, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2-7 Demanda generación eléctrica no consuntiva actual y futura– Cuencas BNA Región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	3.502.880	3.810.378	3.985.993	4.017.657	3.692.062
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	1.718.419	1.867.446	1.876.225	1.450.439	1.631.942
105	Río Puelo	0	0	0	0	0
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	200.130	159.736	215.585	262.901	291.775
107	Río Yelcho	27.275	28.633	28.682	28.925	29.653
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	57.280	53.954	52.235	57.249	64.418
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	0	0	0	0	0
Total		5.505.984	5.920.147	6.158.720	5.817.171	5.709.850

Fuente: Elaboración propia.

La demanda hídrica presentada en la Tabla 2.2-4 corresponde a una estimación de la demanda no consuntiva la cual está vinculada a diversas hidroeléctricas en donde destacan las hidroeléctricas Canutillar en Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo y la hidroeléctrica Rucatayo en la cuenca Río Bueno, al límite con la región de los Ríos. Las proyecciones futuras no indican una tendencia clara al alza o a la baja, esto se debe a los registros históricos de producción eléctrica, los cuales no evidencian una tendencia lineal a lo largo de los años, lo que se refleja en la proyección futura.

2.2.5 Minero

En la región de Los Lagos no hay actividad minera detectada, por lo que no hay demanda hídrica vinculada a esta industria en la zona.

2.2.6 Industrial

La demanda hídrica industrial es estimada a partir de volúmenes declarados y que son descargados a sistemas de alcantarillado o fuentes superficiales. A partir de lo anterior, se consideraron dos (2) fuentes principales de información: uno correspondiente al Sistema de Facturación Clientes y Cobertura (SIFAC II) de la Superintendencia de Servicios Sanitarios asociado a industrias que son parte del área de concesión de una empresa sanitaria y otro el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) de la Superintendencia del Medio Ambiente asociado a las unidades fiscalizables.

Respecto al SIFAC II, no fueron consideradas aquellas industrias con servicio de agua potable, esto dado que dicha demanda forma parte de la demanda de agua potable urbana (acápito 2.2.1). En consecuencia, han sido consideradas desde el SIFAC II solo aquellas industrias que utilizan la red de alcantarillado de aguas servidas y extraen agua desde unas fuentes distintas a la red de agua potable. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.8 indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2.8 Demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	3.045	3.495	5.325	7.155	8.985
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	10.101	11.592	17.662	23.733	29.804
105	Río Puelo	0	0	0	0	0
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	0	0	0	0	0
107	Río Yelcho	0	0	0	0	0
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	4.395	5.044	7.685	10.327	12.968
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	0	0	0	0	0
Total		17.541	20.131	30.672	41.215	51.757

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 2.2.8, se observa una tendencia al alza en las proyecciones futuras, la cual está vinculada al desarrollo y crecimiento del sector industrial en la región. Este crecimiento se refleja en el incremento del Producto Interno Bruto (PIB) del sector manufacturero. Según los resultados obtenidos, se estima un aumento en la demanda de agua del orden del 195% para el período comprendido entre los años 2023 y 2055.

Para contextualizar el análisis de la demanda en el sector industrial, es importante destacar que la industria manufacturera representó en el año 2022 el 19% del PIB regional. Además, tuvo un incremento de un 188% entre los años 2013 y 2022 (BC, 2022).

El crecimiento del sector industrial en la región y, por consiguiente, el aumento de la demanda de agua sugiere la necesidad de implementar nuevas tecnologías que reduzcan el consumo de agua en los procesos industriales.

2.2.7 Forestal

Para estimar la demanda de agua de uso forestal (uso productivo), se tomaron como dato de partida las Cubiertas del Catastro de Usos del Suelo y Vegetación año 2013 de la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2013). Las superficies plantas consideradas corresponden a especies forestales exóticas. Estas superficies fueron relacionadas con las necesidades hídricas evapotranspirativas, mediante las precipitaciones anuales de cada subcuenca de la región. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.9, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2.9 Demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	547.111	549.358	577.922	600.121	609.078
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	424.378	426.121	448.277	465.496	472.444
105	Río Puelo	1.681	1.687	1.775	1.843	1.871
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	896	900	947	983	998
107	Río Yelcho	3.918	3.934	4.139	4.298	4.362
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	69.724	70.010	73.651	76.480	77.621
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	3.353	3.367	3.542	3.678	3.733
Total		1.051.061	1.055.377	1.110.253	1.152.899	1.170.107

Fuente: Elaboración propia.

La proyección de la demanda forestal, como se indica en Tabla 2.2.9, tiene una leve tendencia al alza. Lo anterior debido a factores tales como el cambio en la superficie de bosques y plantaciones, y las tendencias históricas en el uso de la tierra. Cabe mencionar que, la demanda estimada en el presente acápite corresponde a únicamente a la demanda forestal de uso productivo. La demanda nativa forma parte de la demanda estimada para protección ambiental (acápite 2.2.10).

2.2.8 Pecuario

Para la estimación de la demanda hídrica del sector pecuario representada principalmente por las producciones bovina, ovina, caprina, avícola y porcina, se emplearon los Censos Agropecuarios de los años 1997 y 2007 (INE, 1997; INE, 2007) y encuestas ODEPA (ODEPA, 2022). A partir de los datos de cabezas de ganado por distrito censal, se calculó la demanda de agua diaria aplicando una tasa de consumo unitaria. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.10, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2.10 Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	9.103	9.129	9.322	9.448	10.212
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	6.395	6.449	6.756	6.928	8.022
105	Río Puelo	93	90	74	67	50
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	88	86	75	71	60
107	Río Yelcho	113	106	73	59	35
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	8	6	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	1.748	1.703	1.516	1.440	1.367
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	133	130	115	108	106
Total		17.681	17.699	17.931	18.121	19.852

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2.2.10, se observa una tendencia al alza de la demanda durante el periodo comprendido entre los años 2023 y 2055. Este aumento se asocia, de acuerdo a la información censal, a un aumento de las cabezas de ganado en el periodo histórico y que se proyecta hasta el año 2055.

2.2.9 Acuicola

Para la estimación de la demanda acuícola no consuntiva en la región fueron localizados los centros acuícolas “en tierra” del RNA, de los cuales fueron seleccionados exclusivamente aquellos en que la fuente hídrica utilizada no proviene de agua de mar, siendo considerados los que utilizan agua proveniente de río, estero, arroyo, pozo, vertiente, lago, laguna o canal. Para la estimación de la demanda de agua dulce actual y futura, se determinó la producción de cada explotación por grupo de cultivo, luego las producciones, expresadas en toneladas anuales, se multiplicaron por una tasa de consumo de agua, característica de cada especie. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-11, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

Tabla 2.2-11 Demanda Acuicola actual y futura – Cuencas BNA región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	8.674.141	7.829.012	4.892.870	2.427.513	2.427.513
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	15.235.465	11.698.311	6.975.680	3.451.993	3.451.993
105	Río Puelo	0	0	0	0	0
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	10.296.278	8.353.394	4.996.206	2.410.504	2.410.504
107	Río Yelcho	0	0	0	0	0
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0	0	0
109	Islas Chiloé y Circundantes	1.980.845	2.087.171	0	0	0
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	0	0	0	0	0
Total		36.186.729	29.967.888	16.864.756	8.290.010	8.290.010

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de la Tabla 2.2-11, la proyección de la demanda acuicola muestra una tendencia a la baja. La totalidad de esta demanda proyectada, basada en datos históricos de producción, se concentra mayoritariamente en las Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo y Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho. Es importante destacar que, dado que las proyecciones indican una demanda nula para los años 2055, se ha mantenido constante, de forma conservadora, la estimación correspondiente al año 2045.

2.2.10 Caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental

El caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental se ha determinado en aquellas estaciones de la red fluviométrica de la DGA cercanas y potencialmente representativas del flujo de agua mínimo asociado a áreas de conservación existentes en las cuencas, presentadas en la Tabla 2.2.12. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 14.02.

En la región se ha estimado un caudal de reserva para las siguientes áreas de conservación: Sitio Prioritario Río Puelo (SP2-072) en la cuenca Río Puelo y la Reserva Nacional Futaleufú (WDPA-099) en la cuenca Río Yelcho.

Tabla 2.2.12 Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Los Lagos

Caudal de reserva para protección ambiental (MMm³)													
Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Río Puelo	1.302	753	726	1.136	1.841	2.423	2.163	2.024	1.616	1.398	1.648	1.647	18.677
Río Yelcho	1.007	762	652	720	1.047	1.193	1.472	1.215	1.191	1.190	1.246	1.159	12.854
Total	2.309	1.515	1.378	1.856	2.888	3.616	3.635	3.239	2.807	2.588	2.894	2.806	31.531

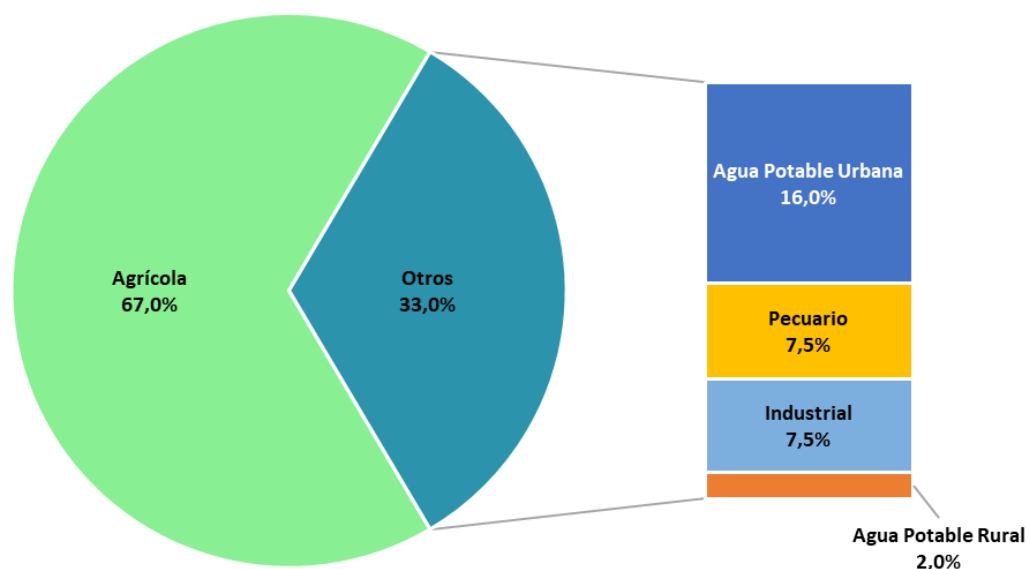
Fuente: Elaboración propia.

2.2.11 Análisis de demanda total en la región

A continuación, se presentan los resultados del análisis de demanda extractiva y el análisis de demanda no extractiva y no consuntiva total en la región.

i. Análisis de demanda extractiva total en la región

A continuación, en la Figura 2.2-4, se presenta la distribución del total de demanda hídrica consuntiva en la región de Los Lagos en el año 2023, destacando el sector agrícola como el principal demandante consuntivo de agua para usos productivos, seguido por el consumo de agua potable urbana. El resumen de las demandas se presenta en el Anexo 14.02.



Fuente: Elaboración propia.

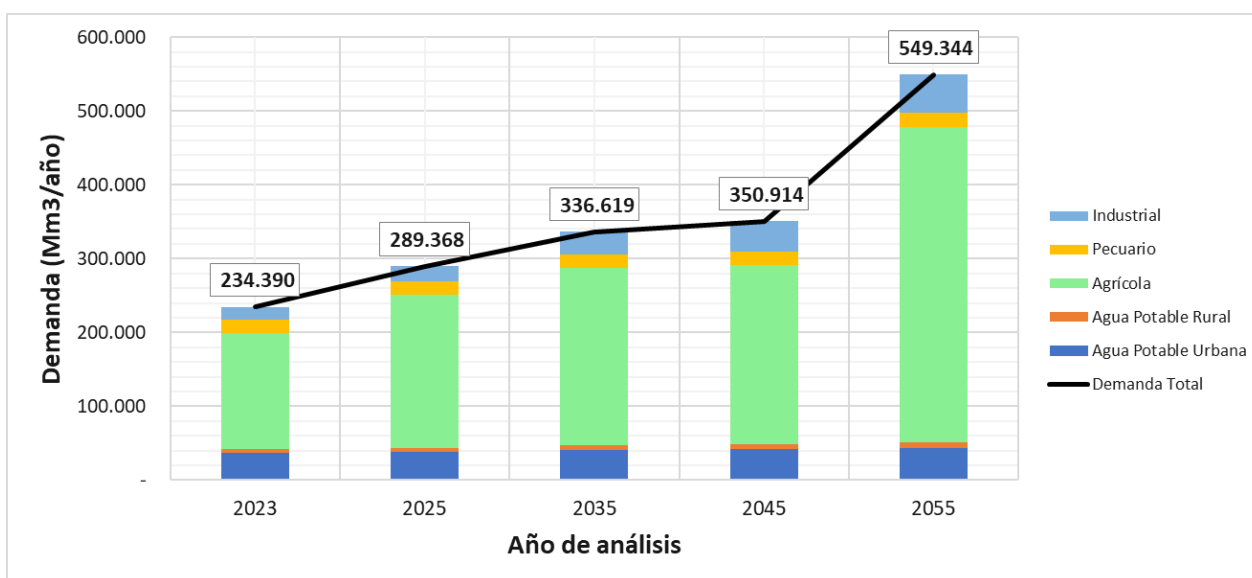
Figura 2.2-4 Distribución de demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023

En la Tabla 2.2-13 y la Figura 2.2-4 se presentan las demandas consuntivas proyectadas por uso, para toda la región. En esta última se puede observar que, dadas las condiciones base utilizadas para la estimación de las demandas en los acápite anteriores, se espera un aumento de aproximadamente un 134% de las demandas consuntivas totales en el periodo 2023-2055; asociado principalmente al sector agrícola que corresponde a un 86% del aumento de la demanda consuntiva total, seguido por el sector industrial que corresponde aproximadamente al 11% del aumento de la demanda consuntiva total.

Tabla 2.2-13 Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región Los Lagos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
103	Río Bueno	135.155	170.108	190.799	189.011	307.295
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	81.136	98.850	121.210	134.632	206.826
105	Río Puelo	329	401	503	502	879
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	712	836	983	975	1.526
107	Río Yelcho	940	1.138	1.185	1.232	2.181
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	46	48	32	21	25
109	Islas Chiloé y Circundantes	15.487	17.265	21.183	23.768	29.204
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	585	722	724	773	1.408
Total		234.390	289.368	336.619	350.914	549.344

Fuente: Elaboración propia.

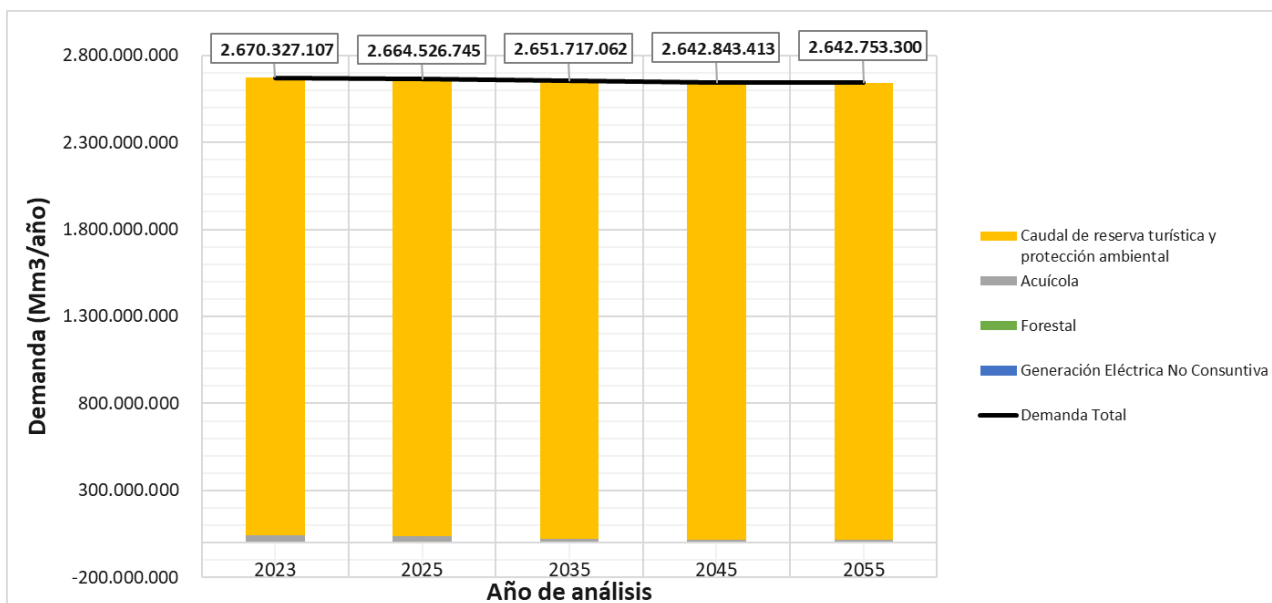


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-5 Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm³/año), por uso – actual y proyectada

i. Análisis de demanda no extractiva y no consuntiva total en la región

En la Figura 2.2-6 se presenta la proyección de las demandas consuntivas no extractivas y no consuntivas para la región. El caudal de reserva para uso turístico y protección ambiental destaca por su mayor demanda frente a los otros sectores. El sector forestal, acuícola y generación eléctrica poseen demandas muy bajas en comparación con el caudal de reserva, por lo que no se alcanzan a ver reflejadas en la figura antes mencionada. Con respecto a la generación eléctrica, cabe señalar que el presente análisis no incorpora limitantes respecto a la disponibilidad física o legal de los DAA, actuales o futuros, en los cauces con hidroeléctricas.



Nota 1: La demanda anual del caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental fue calculada mediante el promedio de la demanda actual del año 2023.

Nota 2: Dado que no existen planificaciones actuales o futuras de nuevos sitios prioritarios, la demanda proyectada para el caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental se considera como constante.

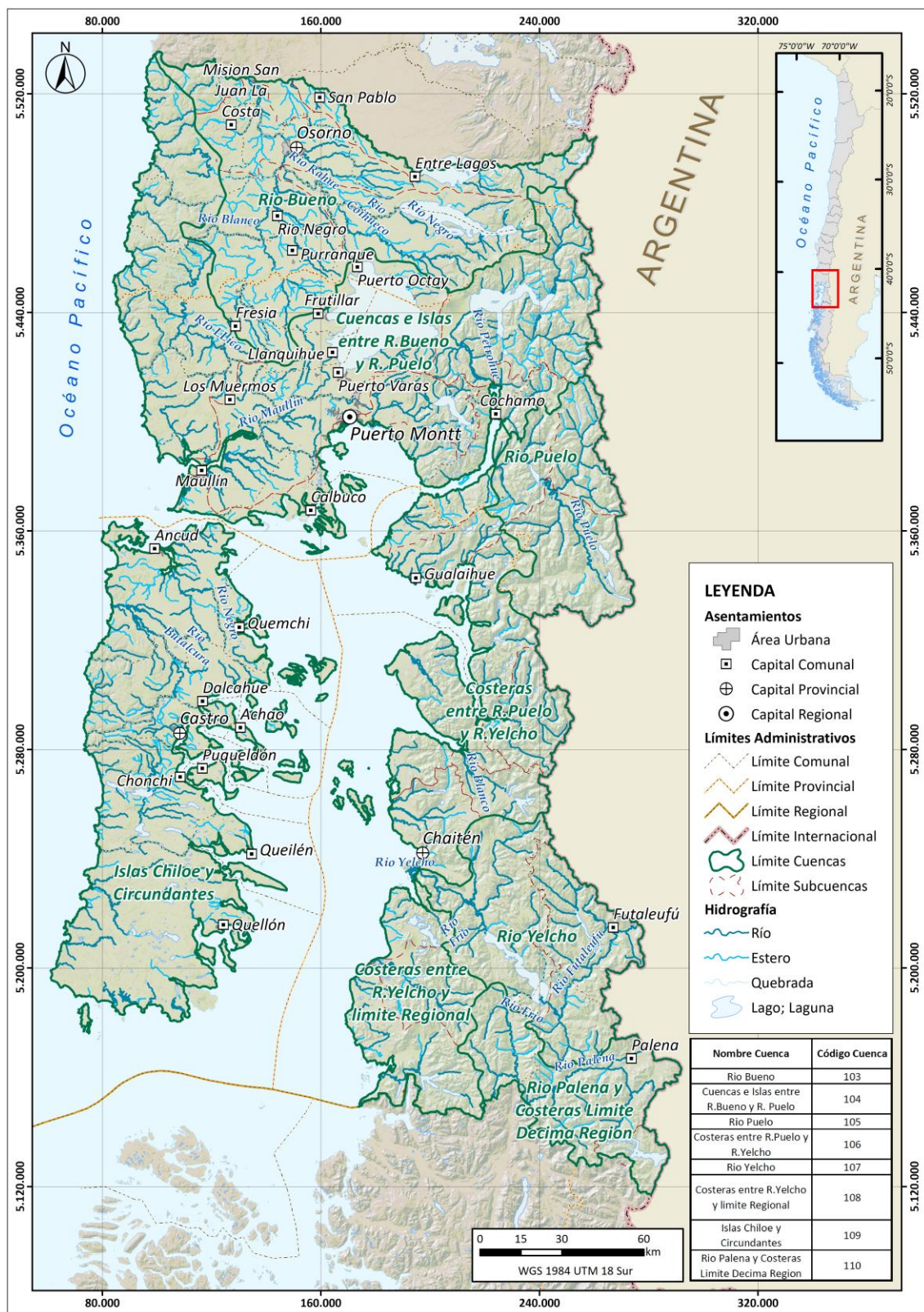
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-6 Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm³/año), por uso – actual y proyectada

2.3 ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA

2.3.1 Oferta hídrica

A continuación, se presenta el análisis de oferta física hídrica por cuenca de acuerdo a la clasificación del Banco Nacional de Aguas (BNA) en la región de Los Lagos, incluyendo la identificación de DAA actuales, las restricciones de uso vigentes, y el análisis de caudales y recargas. La clasificación de cuencas hidrográficas BNA se presenta en la Figura 2.3-1.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023).

Figura 2.3-1 Cuencas y subcuencas de la región de Los Lagos según clasificación BNA

2.3.1.1 Agua Superficial

i. Derechos de aprovechamiento superficiales concedidos

Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_X_Región" (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

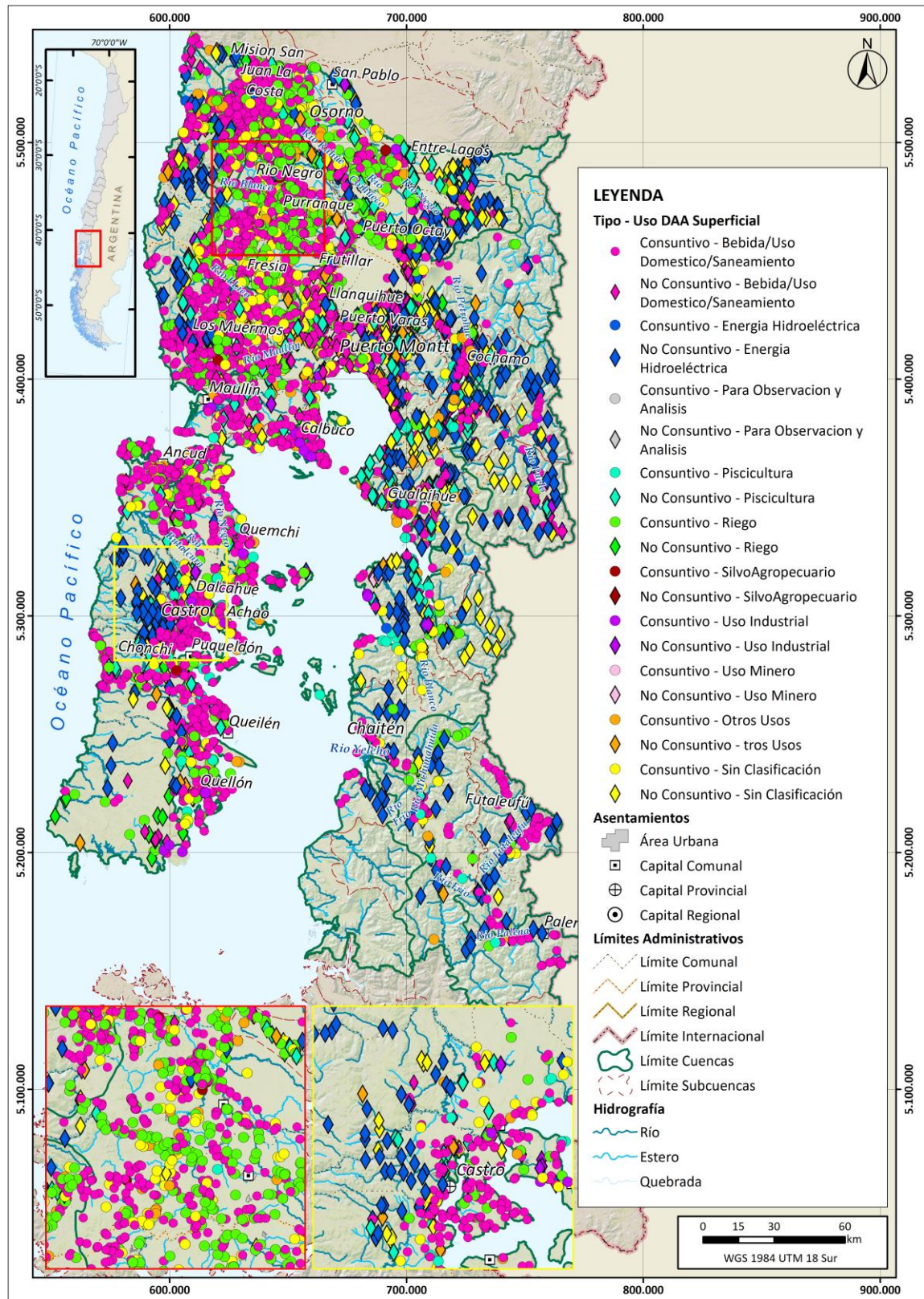
En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la región de los Lagos existen 13.067 DAA superficiales registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 2.625.303,9 litros por segundo constituidos³. La distribución de los DAA de acuerdo al tipo de uso se presenta en la Figura 2.3-2. La caracterización de los DAA según tipo de solicitud o tipo de ejercicio, se presentan en el Anexo 14.03.

ii. Restricciones de uso sobre fuentes superficiales

Para obtener una comprensión completa de los desafíos relacionados con la escasez de agua que han surgido en la región, se detallan a continuación las limitaciones respecto al uso del agua actual y futura en sus distintas formas de protección para fuentes de agua superficiales, en un periodo de análisis de 11 años (2012-2023). Para esto se revisan las restricciones para el uso de DAA definidas por Dirección General de Aguas para fuentes superficiales, entre las que se encuentran; i) Declaración de agotamiento de aguas superficiales; ii) Decretos de reserva; y iii) Decretos de escasez hídrica ii) Áreas de restricción de aguas subterráneas; iii) Zonas de Prohibición de aguas subterráneas.

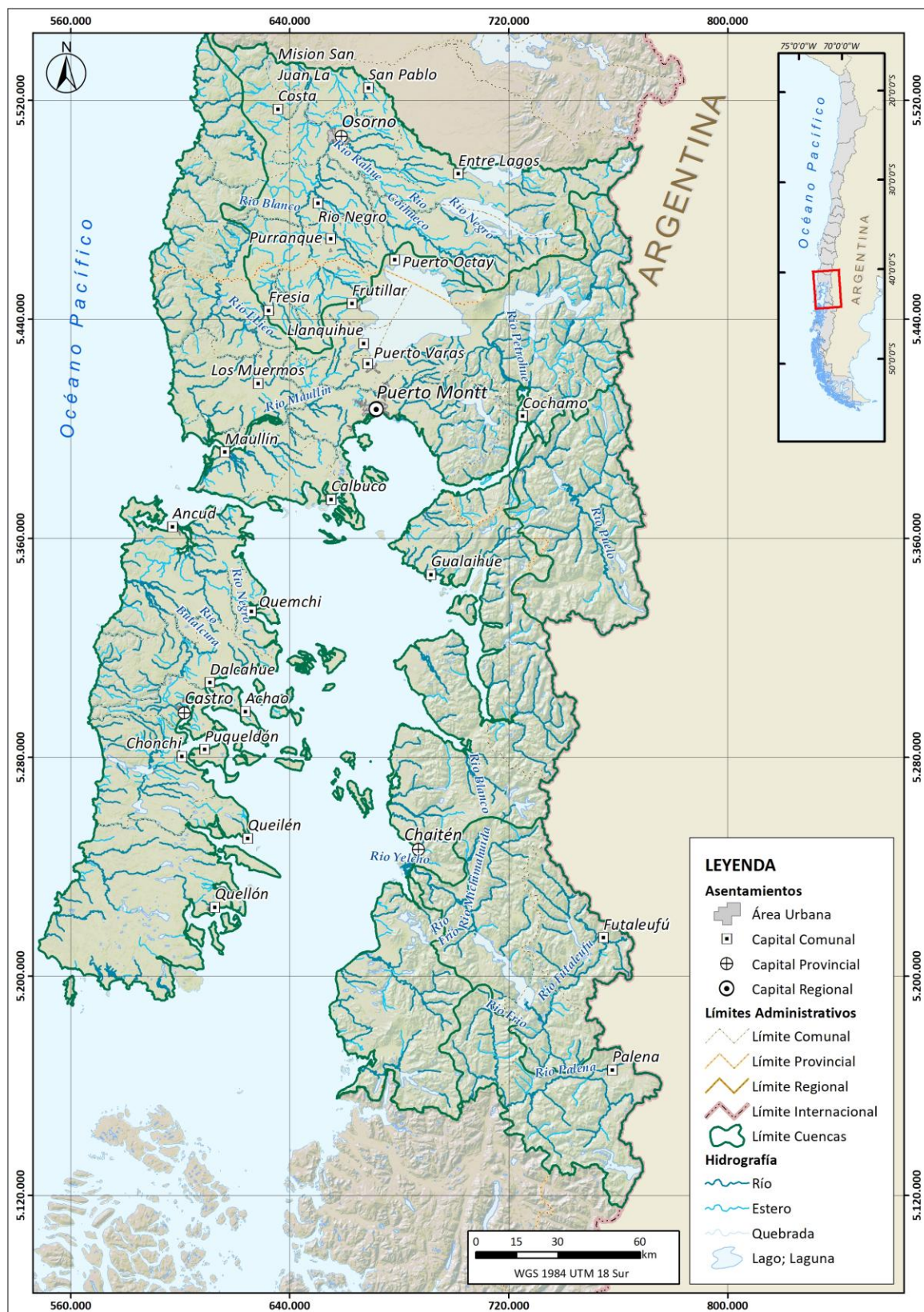
No se presentan las restricciones vigentes para aguas superficiales; asimismo, en la Figura 2.3-4 se muestran las zonas con decretos de escasez históricos en la región. Mayor detalle respecto a las restricciones y a la distribución temporal a nivel comunal de los decretos declarados dentro del periodo analizado se presentan en el Anexo 14.03.

³ No se consideran los DAA cuyas unidades de caudal este expresada en acciones, quintiles u otros, ya que dichas conversiones variarán dependiendo de la prorrata de cada Organización de Usuarios de Agua.



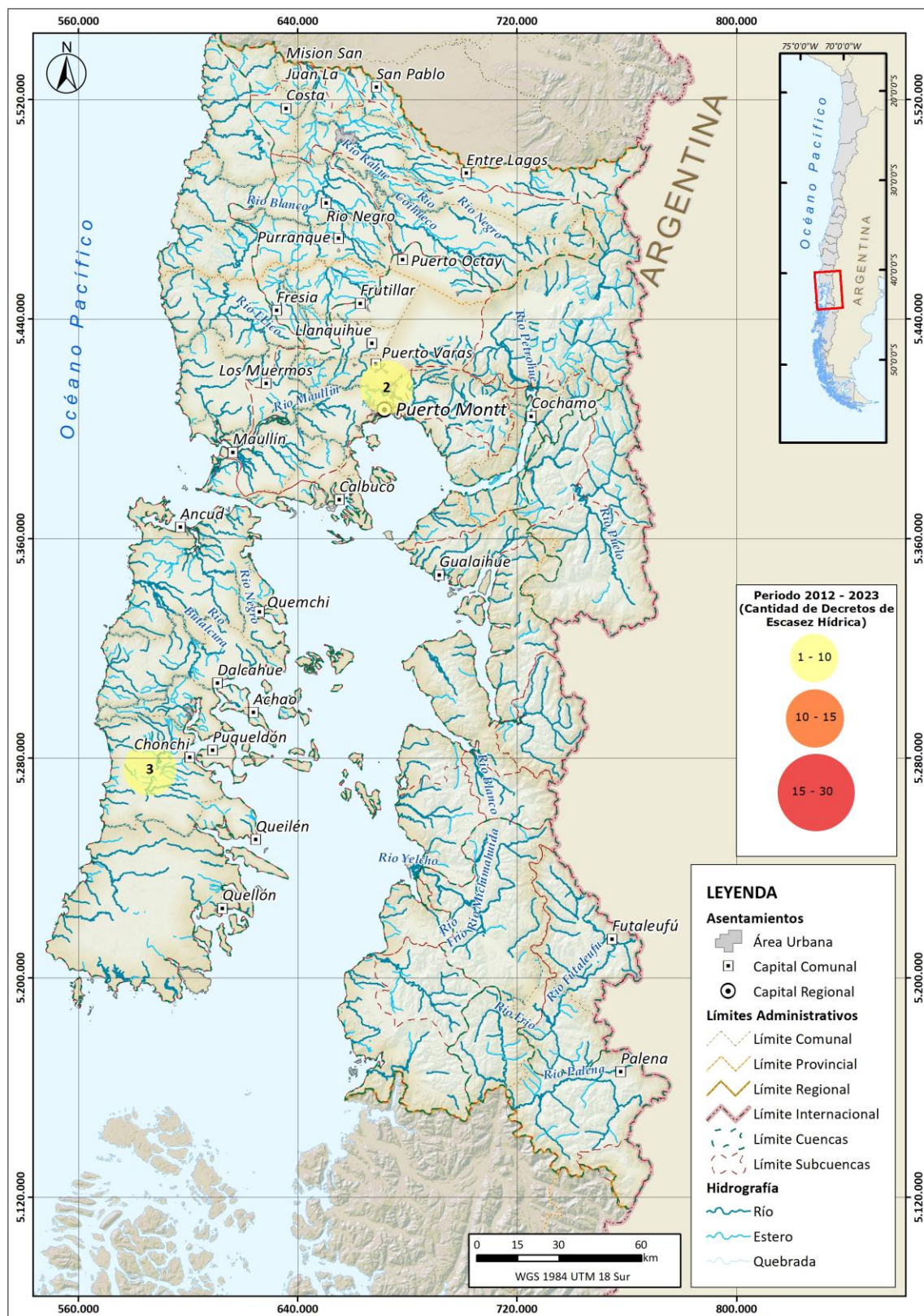
Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2023).

Figura 2.3-2 Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Los Lagos, por tipología



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023b).

Figura 2.3-3 Restricciones de uso sobre fuentes superficiales, región de Los Lagos



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023).

Figura 2.3-4 Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Los Lagos

iii. Oferta en la fuente

El análisis sobre la oferta hídrica se plantea desde un punto de vista físico, en este caso como disponibilidad de agua, sin considerar los derechos de aprovechamiento de cada cuenca. Sin perjuicio de lo anterior, para el análisis de iniciativas específicas que requieran contar con DAA se considerará la disponibilidad de la oferta legal. Por esto, en este estudio se considera como oferta de la fuente la escorrentía disponible para cada cuenca, obtenida del modelo VIC generado en el Balance Hídrico Nacional (DGA, 2022).

Las curvas de oferta hídrica actual (periodo 1985-2015), obtenidas del Balance Hídrico Nacional, fueron calculadas a partir del análisis de frecuencia realizado a las series anuales de caudal. Asimismo, a partir de la selección del GCM representativo de la región se obtuvieron las curvas de excedencia para el periodo futuro, definido como la ventana 2025-2055. Tanto el análisis para la selección de GCM, como las curvas de oferta hídrica actual y proyectada para cada una de las cuencas que componen la región se presentan en el Anexo 14.01.

Es importante mencionar que, si bien se dispone de valores para diferentes periodos de excedencia, la oferta hídrica superficial se asocia al caudal de 85% de probabilidad de excedencia en régimen natural, de modo de asegurar la cantidad de agua disponible para la gran mayoría de años. Asimismo, a partir de la selección del GCM representativo de la región se obtuvieron las curvas de excedencia para el periodo futuro, definido como la ventana 2025-2055.

Finalmente, en la Tabla 2.3-1 se presentan los valores de caudal con probabilidad de excedencia del 85% para las situaciones histórica y futura. Si bien los valores no difieren de sobremanera, debido a que las principales variaciones ocurren para las probabilidades de excedencia menores, para cada una de las cuencas, se considera el menor valor de ambos valores presentados como un criterio conservador.

Tabla 2.3-1 Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región

Cuenca	Q ₈₅ actual (Mm ³ /año)	Q ₈₅ proyectado (Mm ³ /año)
Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	15.842.036	14.772.857
Rio Puelo	5.746.394	5.416.391
Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	13.148.908	12.260.846
Rio Yelcho	8.464.053	7.948.042
Costeras entre R. Yelcho y limite Regional	7.530.431	7.005.318
Islas Chiloé y Circundantes	10.041.392	9.387.009

Fuente: Elaboración propia.

Es posible observar que se prevé una disminución del caudal de 85% de probabilidad de excedencia en todas las cuencas, según el GCM seleccionado como escenario desfavorable. Bajo esta condición, las cuencas de la región presentan una disminución porcentual entre 5,7% y 7,0%.

Además, es importante tener en consideración la posible incidencia de los cambios proyectados en glaciares en el ciclo hidrológico, por lo que para estimar este efecto se considerarán los resultados presentados en el Balance Hídrico Nacional. En este, se presenta (en tablas) el aporte de escorrentía glaciar histórico a nivel de cuenca y la variación porcentual de escorrentía glaciar proyectada por los GCM a nivel de latitud. A partir de esta información es que se determina la afectación de los cambios en los glaciares en el ciclo hidrológico. En la Tabla 2.3-2 se muestra el caudal medio del periodo 1985-2015 y el aporte glaciar a este, según lo reportado en el informe final del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2022).

Tabla 2.3-2 Escorrentía total y glaciar en periodo histórico 1985-2015.

Código BNA	Cuenca	Q total (m³/s)	Q glaciar (m³/s)
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	584,56	6,78
105	Rio Puelo	168,85	7,25
106	Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	499,26	40,90
107	Rio Yelcho	223,44	8,44
108	Costeras entre R. Yelcho y limite Regional	289,01	22,10
109	Islas Chiloé y Circundantes	304,73	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Además, el GCM CCSM4 proyecta una disminución de aproximadamente 53,16 m³/s del caudal glaciar, en promedio para las cuencas de la región, obtenido del mismo informe final. Esta variación tiene un impacto en la estacionalidad de la disponibilidad hídrica, el impacto de su disminución debe ser analizada con mayor detalle en estudios específicos para cada zona. Dado que esta situación se considera una brecha de información, se propondrá incluir dichos estudios como iniciativas habilitantes para la implementación de servicios de infraestructura.

2.3.1.2 Agua subterránea

i. Derechos de aprovechamiento subterráneo concedidos

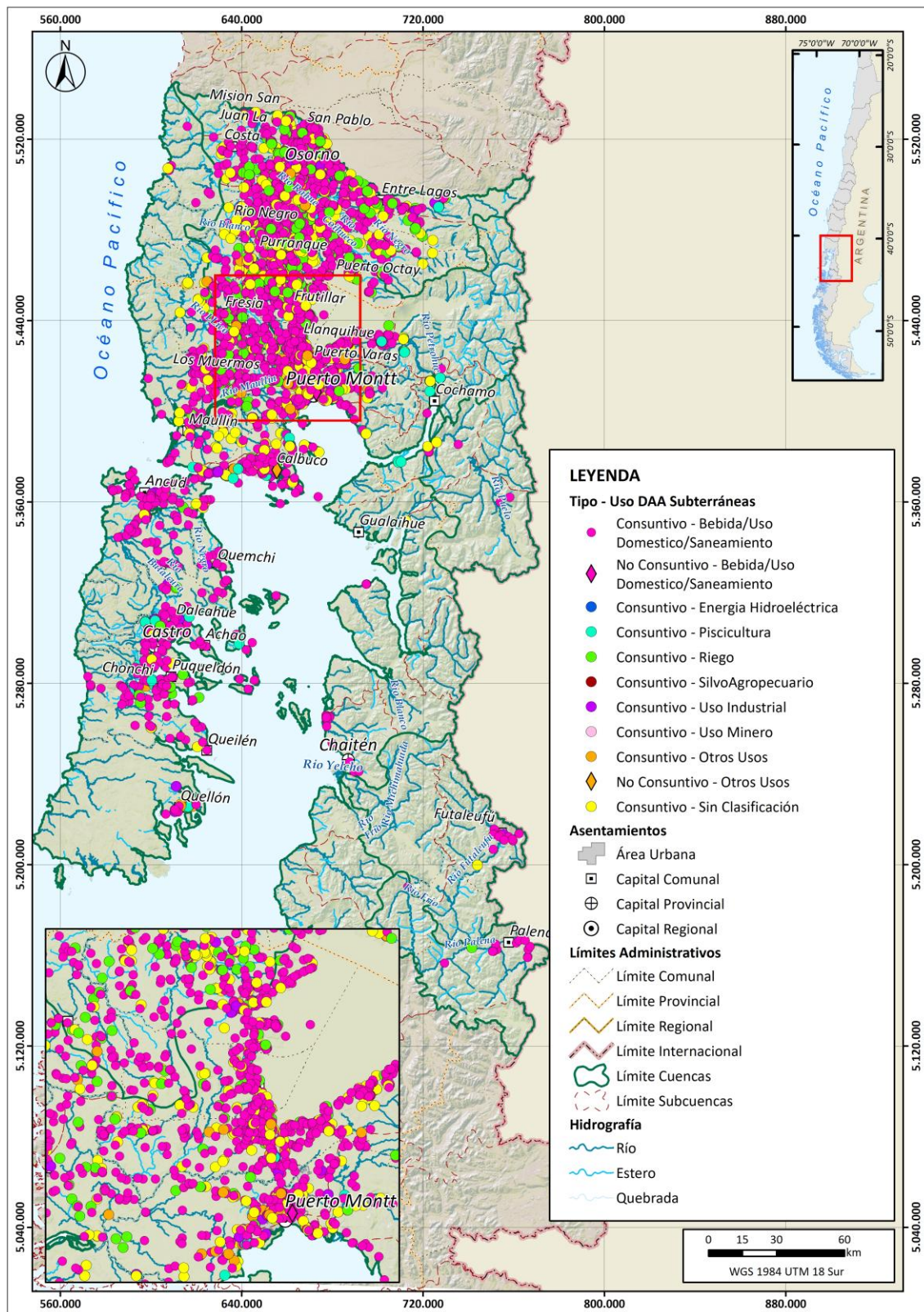
Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_X_Región" (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la región de Los Lagos existen 3.840 DAA subterráneas registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 38.791,7 litros por segundo constituidos. La distribución de los DAA de acuerdo al tipo de uso se presenta en la Figura 2.3-5. La caracterización de los DAA según tipo de solicitud o tipo de ejercicio, se presentan en el Anexo 14.03.

ii. Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas

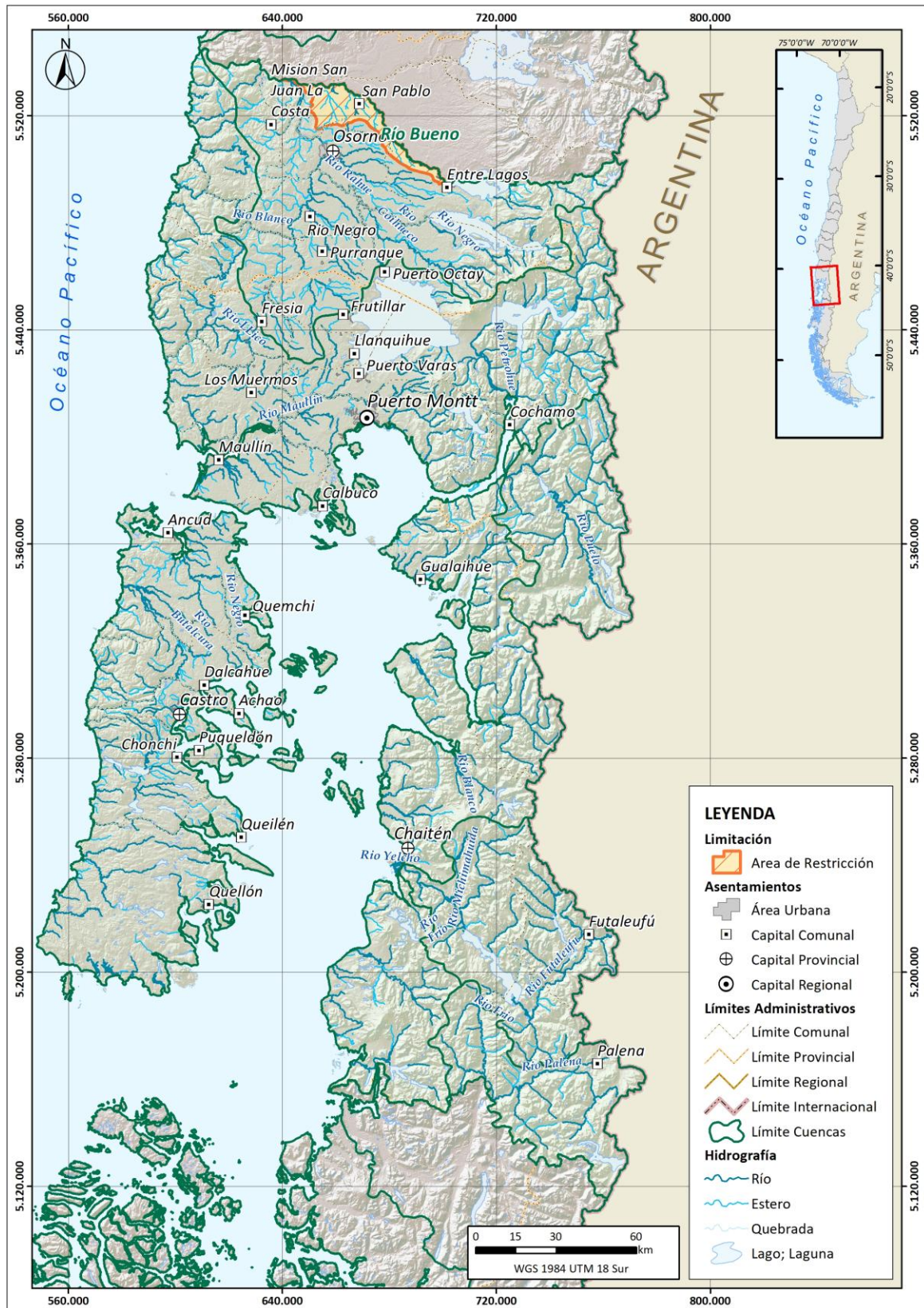
Para obtener una comprensión completa de los desafíos relacionados con la escasez de agua que han surgido en la región, se detallan a continuación las limitaciones respecto al uso del agua actual y futura en sus distintas formas de protección para fuentes de agua subterráneas, en un periodo de análisis de 11 años (2012-2023). Para esto se revisan las restricciones para el uso de DAA definidas por Dirección General de Aguas para fuentes superficiales, entre las que se encuentran; i) Áreas de restricción de aguas subterráneas; y ii) Zonas de Prohibición de aguas subterráneas.

En la Figura 2.3-6 se presentan las restricciones vigentes para aguas subterráneas. Mayor detalle respecto a las restricciones y a la distribución temporal a nivel comunal de restricciones declaradas dentro del periodo analizado se presentan en el Anexo 14.03.



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2023).

Figura 2.3-5 Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la región de Los Lagos, por tipología



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2023).

Figura 2.3-6 Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas, región de Los Lagos

iii. Oferta en la fuente

La oferta hídrica actual en lo que respecta a aguas subterráneas se obtuvo de distintos estudios realizados en las cuencas que componen la región. A partir de estos, en la Tabla 2.3-3 se presentan las recargas de los acuíferos para cada una de las cuencas. Es importante mencionar que no se disponen de referencias para todas las cuencas, siendo para el caso de esta región las más pequeñas. Esta brecha de información es comentada en el acápite 4.2.1.ii.

Tabla 2.3-3 Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región

Código Cuenca	Cuenca	Recarga (l/s)	Fuente
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	-	
105	Río Puelo	3.639	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO NACIONAL EN LAS CUENCAS DE LA MACROZONA SUR Y PARTE NORTE DE LA MACROZONA AUSTRAL (DGA, 2019)
106	Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	-	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO NACIONAL EN LAS CUENCAS DE LA MACROZONA SUR Y PARTE NORTE DE LA MACROZONA AUSTRAL (DGA, 2019)
107	Río Yelcho	3.983	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO NACIONAL EN LAS CUENCAS DE LA MACROZONA SUR Y PARTE NORTE DE LA MACROZONA AUSTRAL (DGA, 2019)
108	Costeras entre R. Yelcho y límite Regional	-	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO NACIONAL EN LAS CUENCAS DE LA MACROZONA SUR Y PARTE NORTE DE LA MACROZONA AUSTRAL (DGA, 2019)
109	Islas Chiloé y Circundantes	5.090	PEGH EN LAS CUENCAS DE LAS ISLAS CHILOÉ Y CIRCUNDANTES (DGA, 2022)

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de lo presentado anteriormente, para el caso de la oferta hídrica proyectada, el uso de las fuentes mencionadas ya no resulta válido debido a los supuestos particulares que se usaron en cada uno de esos estudios para estimar la recarga subterránea en el periodo futuro. En este sentido, se consideró que la recarga subterránea varía de manera proporcional a la variación de la precipitación. Por lo tanto, para estimar la recarga acuífera futura, se aplicó la variación de precipitación del GCM considerado (CCSM4) como referencia del clima futuro de la región a las recargas presentadas en la Tabla 2.3-3. De este modo, en la Tabla 2.3-4 se presentan las recargas

proyectadas para cada una de las cuencas. El supuesto utilizado es parte de las brechas de información en el acápite 4.2.1.ii.

Tabla 2.3-4 Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región

Código Cuenca	Cuenca	Recarga histórica (l/s)	Variación de precipitación (%)	Recarga Proyectada (l/s)
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	-	-5,1	-
105	Rio Puelo	3.639	-4,4	3.480
106	Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	-	-5,1	-
107	Rio Yelcho	3.983	-4,7	3.794
108	Costeras entre R. Yelcho y limite Regional	-	-5,3	-
109	Islas Chiloé y Circundantes	5.090	-4,8	4.847

Fuente: Elaboración propia

Es posible observar que, ante la baja de precipitación proyectada por el GCM seleccionado como escenario desfavorable, se prevé un descenso de la recarga equivalente. Además, considerar que la recarga es una variable que se evalúa de manera constante para un periodo, por lo que se utiliza el valor promedio de los periodos histórico y futuro. Finalmente, es importante mencionar que no existen fuentes disponibles para todas las cuencas, de modo de estimar la recarga, lo que se menciona también en el acápite ii. En el Anexo 14.03 se presenta un análisis más extenso de la situación de la región, incluyendo curvas estacionales.

2.3.2 Eventos extremos

En lo que respecta a evento extremos, a partir del uso del GCM representativo (que no necesariamente es el que caracteriza los eventos extremos futuros), se realizó un análisis de variaciones en los eventos extremos de gran magnitud (precipitaciones máximas en 24 horas) y de baja magnitud (años con sequías). A partir de los resultados obtenidos, se observa que se prevé pequeños cambios en las magnitudes de los eventos extremos. Por otro lado, para el caso de las sequías, en todas las cuencas se proyecta un pequeño aumento en los años con sequía en comparación al periodo histórico (ver Anexo 14.03.02).

Tabla 2.3-5 Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años

Cod Cuenca	Nombre Cuenca	1985-2015 (mm/d)	2025-2055 (mm/d)	Variación (%)
104	Cuencas e Islas entre R.Bueno y R. Puelo	78.6	86.3	9.8
105	Rio Puelo	105.8	103.6	-2.0
106	Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho	75.1	77.0	2.5
107	Rio Yelcho	95.7	91.6	-4.3
108	Costeras entre R.Yelcho y limite Regional	93.7	91.1	-2.8
109	Islas Chiloe y Circundantes	54.1	57.1	5.6

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en consideración que los eventos extremos no se deben únicamente al efecto de la intensidad de precipitación, sino que son producto de la sinergia de distintos fenómenos climáticos y geográficos. En este sentido, aspectos como la duración y distribución temporal de la tormenta, fisiografía, humedad del suelo y superficie pluvial pueden llegar a afectar la intensidad de un evento extremo. Al respecto, uno de los aspectos que pueden llegar a tener un mayor impacto es el área pluvial, correspondiente a la superficie que principalmente genera la escorrentía efectiva que deriva en la crecida. Esta superficie pluvial está determinada por el cruce entre la cuenca aporte total a un punto y la posición de la línea de nieve o isoterma 0°C. Por lo tanto, a partir de los eventos observados en el último tiempo, resulta importante tener en consideración que variaciones de la isoterma 0°C pueden provocar un efecto sinérgico que aumente la intensidad de la crecida antes eventos de precipitación, por lo que resulta necesario tomar este aspecto en cuenta. Este tipo de análisis debiera realizarse a escala de cuenca para lograr una correcta estimación, como lo fue el estudio realizado por Mardones y Garreaud (2019) en la zona Central de Chile (30° 38°S), donde se obtuvieron variaciones proyectadas de la isoterma 0°C. En relación a los eventos extremos históricos, en base a Eridanus (2018) se presenta la Tabla 2.3-6 con los eventos extremos de origen natural históricos ocurridos entre los años 1912 y 2017 dentro de la región.

Tabla 2.3-6 Eventos extremos históricos en la región de Los Lagos, periodo 1912-2017

Tipo	1912-2007 (95 años)	2008-2017 (9 años)
Inundaciones ⁴	210	93
Aluvión	1	10

Fuente: Elaboración propia en base a Eridanus (2018).

⁴ La variable inundación considera inundaciones, lluvias y avenidas torrenciales.

En base a SENAPRED (2023), en el periodo 2017-2023, se observan treinta (30) sistemas frontales los cuales han provocado inundaciones de escala reducida y daños menores a viviendas. Por otra parte, se presenta también quince (15) eventos de remoción en masa.

En relación a las inundaciones y aluviones catastrados por SENAPRED (2023) y EM DATA (2024), se observan cinco (5) inundaciones ocurridas entre los años 2017 y 2023 afectando a las cuencas Costeras entre Aconcagua y Maipo (código BNA 055) y la cuenca del Río Aconcagua (código BNA 054). La Tabla 2.3-7 presenta las cuencas afectadas por inundaciones y aluviones.

Tabla 2.3-7 Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de los Lagos, periodo 2017-2023

Cód. cuenca	Cuenca	Inundación	Aluvión
103	Río Bueno		
104	Cuencas e Islas entre Río. Bueno y Río Puelo	X	
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	X	
107	Río Yelcho		
109	Islas Chiloé y Circundantes		

Nota: Cuencas afectadas en rojo.

Fuente: Elaboración propia en base a SENAPRED (2023) y EM-DAT (2024).

2.3.3 Calidad de aguas

La calidad del agua subterránea en la región de Los Lagos está influenciada por diversos factores, tanto naturales como antropogénicos. Entre los factores naturales, la composición del agua de lluvia varía según la proximidad a la costa y los minerales presentes en el suelo. Cerca de la costa, el agua de lluvia contiene mayores concentraciones de cloruro (Cl), sodio (Na) y potasio (K). A medida que se avanza hacia el interior de la cuenca, el agua se enriquece en sulfato (SO₄), bicarbonato (HCO₃) y calcio (Ca).

La composición de las aguas subterráneas se define en los primeros metros del subsuelo, donde el agua tiende a ser ácida debido a la interacción entre el dióxido de carbono (CO₂) y el agua. Sin embargo, al llegar al acuífero, donde el medio es saturado y no existen aportes de acidez significativos, el agua adquiere características básicas, perdiendo su capacidad de disolver carbonatos y alterar silicatos. La evolución química del agua subterránea depende de los minerales con los que interactúa y del tiempo que permanezca en contacto con ellos, lo cual a su vez está influenciado por la velocidad del flujo subterráneo (DGA, 2021).

A continuación, se presenta la calidad de aguas de la región de Los Lagos en cada cuenca:

- En la cuenca del Río Bueno (Código BNA: 103), se realizó una caracterización hidroquímica en cada Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) de la cuenca. En los SHAC de Bueno Superior y Bueno Medio, las aguas son predominantemente bicarbonatadas magnésicas (HCO₃⁻ Mg²⁺). En contraste, el SHAC Rahue solo muestra concentraciones de cationes de sodio (Na⁺) y potasio (K⁺) entre los años 2011 y 2020.

Los parámetros de hierro (Fe) y manganeso (Mn) presentan un comportamiento geoquímico similar, con una distribución dispersa a lo largo de la cuenca, lo que sugiere un origen natural. Además, los valores de sodio porcentual (Na%) exceden los límites establecidos, debido a las bajas concentraciones de otros cationes como potasio y magnesio. Finalmente, el pH indica que las aguas son ligeramente ácidas, al igual que en los casos de hierro y plomo, lo que parece tener un origen natural dada su distribución generalizada (DGA, 2021b).

- En la cuenca e islas entre río Puelo y río Bueno (Código BNA: 104), a partir de muestras de pozos, se determinó que las aguas son mayoritariamente de composición bicarbonatada sódica (HCO₃⁻ Na⁺) y bicarbonatada cálcicas (HCO₃⁻ Ca²⁺). Sin embargo, en el pozo Caicaén, ubicado cerca de la costa, se identificaron aguas más evolucionadas de tipo clorurada, posiblemente debido a procesos de intrusión salina. El pozo Carelmapu, por su parte, presenta aguas de tipo bicarbonatada clorurada. En todas las muestras analizadas, se destaca la ausencia del anión sulfato (SO₄²⁻) (DGA, 2021).

- En la cuenca del Río Yelcho (Código BNA: 107), la caracterización de la calidad de aguas superficiales se realizó mediante cinco muestras. Se identificaron aguas de tipo bicarbonatada magnésica ($\text{HCO}_3^- \text{Mg}^{2+}$), con una mayor presencia de sulfatos en dos de las muestras, posiblemente derivadas de suelos más alcalinos. Históricamente, se han monitoreado las estaciones del Río Futaleufú y Río Yelcho, cuyos datos se comparan con las Normas chilenas NCh 409/2005 para agua potable y NCh 1333/78 para usos generales.

El boro (B) ha excedido consistentemente los límites establecidos por la NCh 1333/78 en ambas estaciones. Por otro lado, el hierro (Fe) y el mercurio (Hg) han superado ocasionalmente los límites en ambas normas. El pH, en general, se ha mantenido dentro de los rangos establecidos, aunque en algunas ocasiones ha estado por debajo o por encima de los límites normativos. De manera similar, el plomo (Pb) y el molibdeno (Mo) generalmente cumplen con los límites de la NCh 409/05, aunque los valores de plomo han estado al borde o han superado los límites entre julio de 2006 y julio de 2016.

En general, los parámetros que no cumplen con la NCh 409/05 incluyen hierro total, manganeso total, mercurio total, pH y plomo total. Para la NCh 1333/78, los incumplimientos se observan en los niveles de boro, hierro total, manganeso total, mercurio total, molibdeno total, oxígeno disuelto y pH.

Las aguas subterráneas en la cuenca del Río Yelcho se clasifican principalmente como bicarbonatadas cálcicas ($\text{HCO}_3^- \text{Ca}^{2+}$), on presencia de aguas sulfatadas-cálcicas y bicarbonatadas/sulfatadas. En el sector de los ríos Futaleufú y Espolón, las concentraciones de calcio son ligeramente más bajas y las de sulfatos más altas en comparación con el río Futaleufú. Además, se observa un aumento en las concentraciones de bicarbonatos en el sector del río Espolón y en la localidad de Futaleufú en comparación con los acuíferos del sector del río Futaleufú. En cuanto a los parámetros monitoreados, todos se encuentran por debajo de los límites establecidos por la Norma de agua potable, con la excepción del hierro (Fe), manganeso (Mn), cobalto (Co) y alcalinidad, que superan los límites permitidos para la Norma de riego en el sector de Futaleufú (DGA, 2022).

- En la cuenca de las islas de Chiloé y circundantes (Código BNA: 109), la caracterización de las aguas superficiales se realizó mediante la estimación del ODS 6.3.2 (Objetivos de Desarrollo Sostenible, indicador 6.3.2 “Proporción de masas de agua de buena calidad”). Los resultados muestran que la calidad del agua de los cuerpos superficiales en Chiloé ha experimentado un deterioro desde los años 2015-2016, pasando de ser clasificada como “Buena” a “No Buena” en 2017-2018, debido a las descargas de la actividad productiva de salmones y truchas. En cuanto al análisis hidroquímico de las aguas subterráneas, todas se clasifican como cloruradas sulfatadas-cálcicas magnésicas. Según las Normas NCh 409 y NCh 1333, las concentraciones de los iones mayoritarios (mg/L) están dentro de los

límites permitidos para consumo humano y riego, con la excepción de tres muestras de pozos en el sur de la isla grande, donde el sodio porcentual (Na%) supera el límite establecido por la Norma NCh 1333 (35%) (DGA, 2022a).

- En las cuencas e islas entre Río Yelcho y Limite región (Código BNA: 108) y Cuencas Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (Código BNA: 106), no presentan información sobre calidad de aguas.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

3.1 INFRAESTRUCTURA HÍDRICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES

En este acápite se da cuenta de las obras de infraestructura, relativas al recurso hídrico relevantes para el propósito de este estudio. Para esto, primero se realizará la identificación de infraestructura existente al año 2023 de acuerdo a los catastros y base de datos públicos existentes; luego se analizará el estado de la infraestructura existente desde el punto de vista de las principales demandas definidas en el acápite 2.2, incluyendo las nuevas fuentes disponibles para su abastecimiento. El detalle de los catastros utilizados se presenta en el anexo metodológico.

3.1.1 Infraestructura hídrica existente al año 2023

A continuación, se presenta una breve categorización de la infraestructura existente y su capacidad instalada total. Para esto, la infraestructura hídrica se ha clasificado en: obras de acumulación, centrales para la generación eléctrica, infraestructura de distribución, obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas y pozos. Además, se incluye un apartado con respecto a infraestructura para el uso de agua desde fuentes no convencionales e infraestructura de defensa fluvial y aluvional.

La identificación de cada tipo de obra y su correspondiente información de capacidades instaladas se presenta de forma georreferenciada en la geodatabase SIG para la región en el Anexo C del Informe Nacional. No obstante, un resumen de dicho catastro se presenta en la Figura 3.1-6.

3.1.1.1 Obras de acumulación

En la región de Los Lagos no se identifican grandes obras de acumulación.

3.1.1.2 Centrales para la generación eléctrica

En la región de Los Lagos se identifican veinte (20) centrales hidroeléctricas con una potencia instalada de 380 MW (CNE, 2018; CEN, 2023). Entre las más destacadas se encuentran la central hidroeléctrica Canutillar, ubicada entre la cuenca “Cuencas e Islas

entre Río Bueno y Río Puelo”, y la central hidroeléctrica Rucatayo, situada en la cuenca del río Bueno, en el límite con la región de los Ríos.

3.1.1.3 Infraestructura de distribución

En la región de Los Lagos se identifican ocho (8) bocatomas y 6,5 km de canales ubicados principalmente en la cuenca Río Bueno, donde se concentra aproximadamente el 79% de la red total. En otras cuencas de la región la presencia de canales es menor o nula.

3.1.1.4 Obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas

i. Zonas urbanas

Se identifican tres (3) concesiones de agua potable en la Región de Los Lagos, operadas por las empresas Aguas San Pedro, Aguas Santiago Norte y ESSAL, abarcando un total de veintisiete (27) territorios operacionales. Además, se registran veintitrés (23) plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en la región.

A continuación, se presenta la Tabla 3.1-1 donde se observa el número de territorios operacionales por cuenca, su producción al año 2022 y el porcentaje de aumento de producción al año 2055, según las proyecciones de demanda desarrolladas en el acápite 2.2.1.

Tabla 3.1-1 Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca

Cód. Cuenca	Cuencas	N° de Territorios Operacionales	Producción 2022 (m3/año)	Aumento al 2055 (%)
103	Río Bueno	6	17.237.169	11%
104	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	13	31.472.528	19%
105	Río Puelo	0	0	0%
106	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	1	329.257	19%
107	Islas Chiloé y Circundantes	6	267.312	14%
108	Cuencas costeras Río Yelcho y Límite regional	0	0	0%
109	Río Yelcho	1	9.152.085	9%
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se presenta a continuación la Tabla 3.1-2 donde se observan los planes de desarrollo vigentes por parte de las concesiones sanitarias presentes en la región, con su respectivo alcance territorial.

Tabla 3.1-2 Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Los Lagos

Concesión	Plan de Desarrollo	Alcance
Aguas San Pedro	Alerce – Puerto Montt	Alerce
Aguas Santiago Norte	Alto Volcanes – Puerto Montt	Alto Volcanes
Suralis (Ex ESSAL)	Achao	Achao
	Alerce	Alerce
	Ancud	Ancud
	Calbuco	Calbuco
	Castro	Castro
	Chaitén	Chaitén
	Chonchi	Chonchi
	Corral	Corral
	Corte Alto	Corte Alto
	Dalcahue	Dalcahue
	Fresia	Fresia
	Frutillar	Frutillar
	Futaleufú	Futaleufú
	Futrono	Futrono
	La Unión	La Unión
	Lago Ranco	Lago Ranco
	Lanco	Lanco
	Llanquihue	Llanquihue
	Los Lagos	Los Lagos
	Los Muermos	Los Muermos
	Mauñín	Mauñín
	Máfil	Máfil
	Osorno	Osorno
	Paillaco	Paillaco
	Panguipulli	Panguipulli
	Puerto Montt	Puerto Montt
	Purranque	Purranque
	Puerto Varas	Puerto Varas
	Quellón	Quellón
	Río Bueno	Río Bueno
	Río Negro	Río Negro
	San José de La Mariquina	San José de La Mariquina
	San Pablo	San Pablo

Fuente: Elaboración propia en base a Aguas San Pedro **Fuente especificada no válida.**, Aguas Santiago Norte (2023) y Suralis (2023).

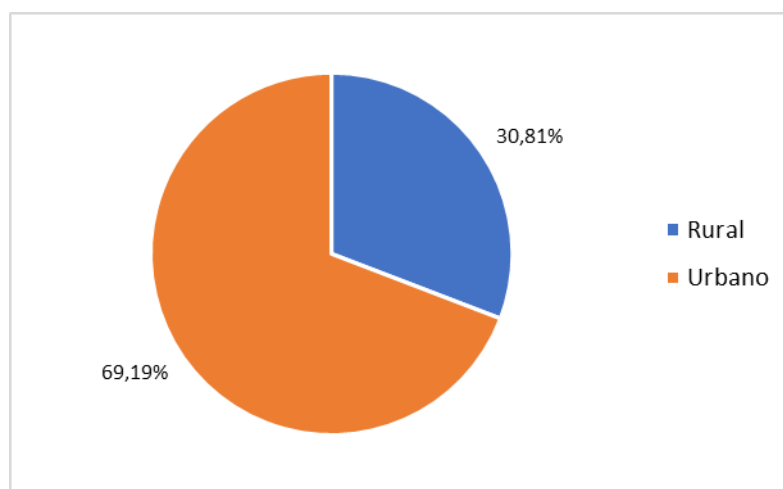
De acuerdo a lo señalado en el Informe de Gestión de Servicios Sanitarios 2022 (SISS, 2023) uno de los objetivos principales en la gestión de sus concesiones es mantener “un abanico de alternativas para hacer frente a posibles agravamientos de las condiciones,

producto del cambio climático”, asegurando el “consumo urbano multipropósito en condiciones de continuidad conforme lo determine la voluntad del usuario final” (Celedón, 2023).

Bajo este contexto, y según los datos entregados en el Informe de Coberturas 2022 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2023), las cifras de cobertura de agua potable y alcantarillado del sector sanitario en la región de Los Lagos, en las áreas concesionadas, alcanza un 90,7%.

ii. Zonas rurales

De acuerdo a los catastros más recientes el 30,8% del total de viviendas registradas en el censo de población (INE, 2017) en la región de Los Lagos corresponde a zonas rurales. Esto resulta equivalente a 102.584 viviendas y 218.675 habitantes, con una relación aproximada de dos habitantes por vivienda rural (ver Figura 3.1-1).



Fuente: INE (2017)

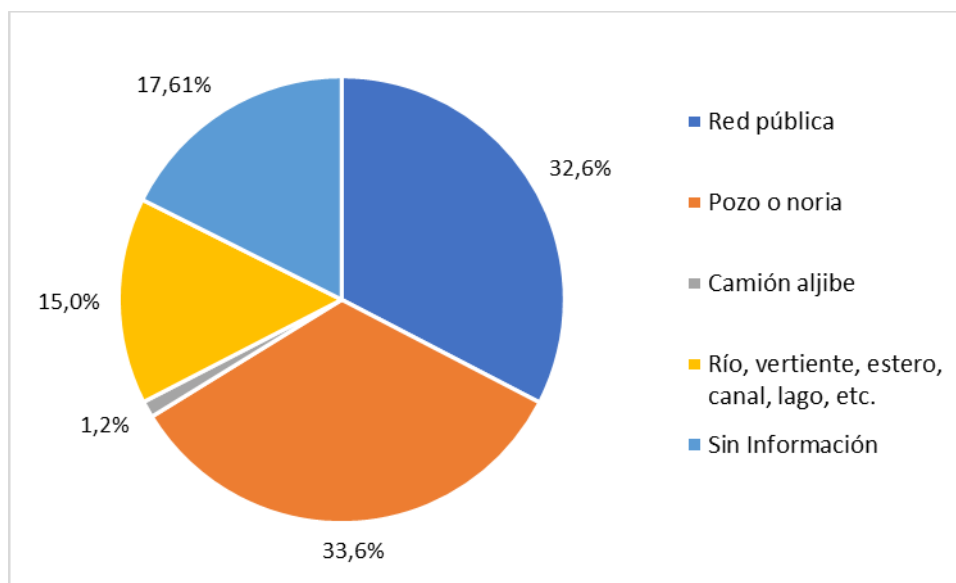
Figura 3.1-1 Distribución de viviendas en región de Los Lagos 2017

Del total de hogares en zonas rurales se ha identificado que un 17,6% no presenta información en relación a las fuentes de abastecimiento en base a los datos del censo de población (INE, 2017). Bajo este contexto, se presenta un breve análisis respecto al estado del agua potable y saneamiento en la región de Los Lagos.

a) Agua Potable

De acuerdo a los datos presentados en el último censo de población y vivienda (INE, 2017), del 82,4% de los hogares en zona rural con un acceso aceptable a servicios básicos,

un 32,6 % (27.219) cuenta con abastecimiento desde una red pública de agua⁵ (ver Figura 3.1-2).



Fuente: Elaboración propia en base a INE (2017).

Figura 3.1-2 Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua

Por otra parte, el Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural (SICVIR) creado para dar seguimiento y cumplimiento de los objetivos propuestos por la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNRD) en 2020, entrega información del número de viviendas comunal por región con conexión a la red de agua potable.

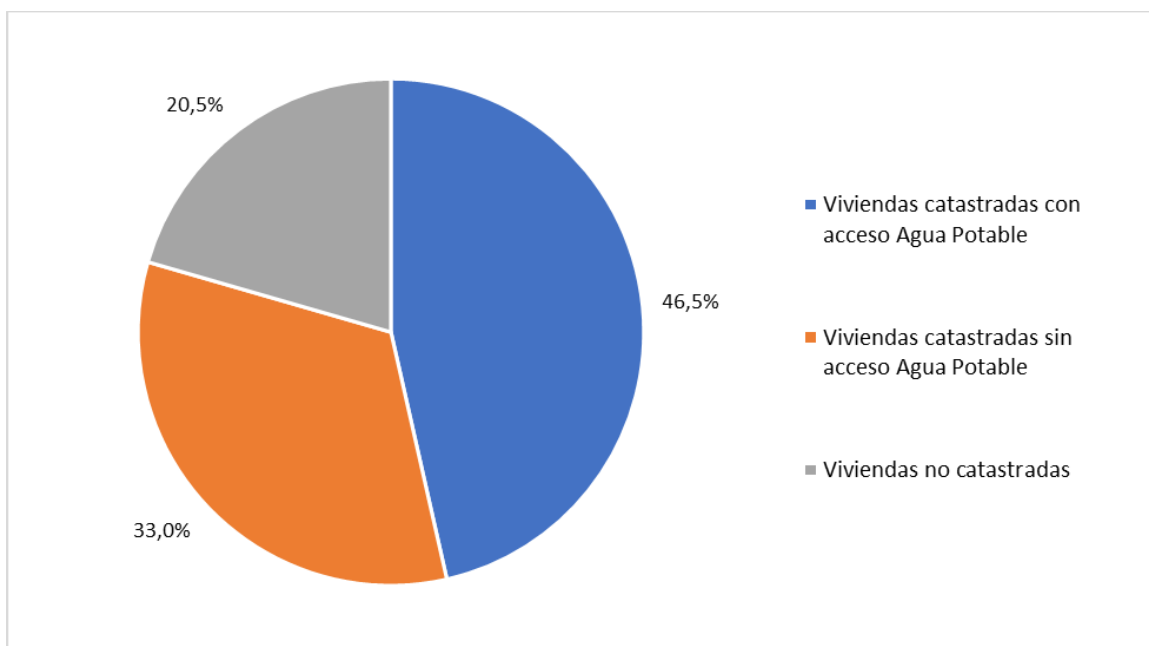
El indicador BS12 relacionado al porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable, considera veintisiete (27) de las treinta (30) comunas de la región, las cuales concentran el 79,5% (81.520 viviendas) del total de las viviendas rurales de la región.

Bajo los datos otorgados por este indicador, un 46,5% de las viviendas rurales de la región presenta conexión a la red de agua potable, mientras que un 33% (33.867 viviendas) no cuentan con acceso a la red pública de agua potable (ver Figura 3.1-3).

A modo de resumen, se identifica que un 79,5% de las viviendas rurales han sido catastradas, en base a estos datos, un 33% de las viviendas informan que no presentan acceso a la red de agua potable. Por último, se concluye que el indicador BS12 presenta

⁵ Incluye hogares abastecidos por Servicios Sanitarios Rurales (SSR) o acogidos al Artículo 52 bis del Decreto Fuerza Ley N°382/1988 del Ministerio de Obras Públicas.

una brecha de información del 20,5% del total de viviendas rurales de la región de Los Lagos.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo poblacional (INE, 2017) y SICVIR (INE, 2021)

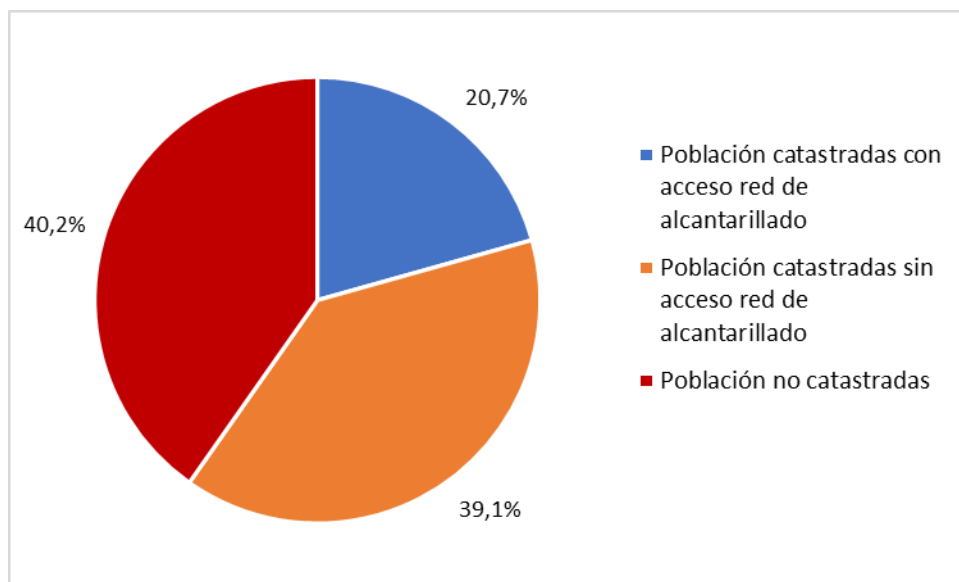
Figura 3.1-3 Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región de Los Lagos

Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas (2021), en adelante DOH, presenta un listado con doscientos dos (202) Servicios Sanitarios Rurales (SSR) para la región de Los Lagos, los cuales abastecen a veintinueve (29) comunas de la región. Dentro del listado de SSR y en base al total de población rural regional (142.470 habitantes), existe un número estimado de 162.408 beneficiarios, que sobrepasa en un 13,09% al total de población rural. Esto puede significar a modo de especulación la existencia de población flotante, producto de actividades laborales o segundas viviendas que genera una mayor demanda de las aguas potable rurales

Por último, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS, 2022) igualmente presenta un listado de SSR dentro de la región de Coquimbo, con un total de cincuenta y cuatro (54) sistemas distribuidos en las quince (15) comunas de la región. Estos sistemas de agua potable rural abastecen aproximadamente al 66,4% de la población rural regional (94.596 beneficiarios), dejando una brecha del 33,6% (47.874 habitantes) de la población rural sin acceso a agua potable.

b) Saneamiento

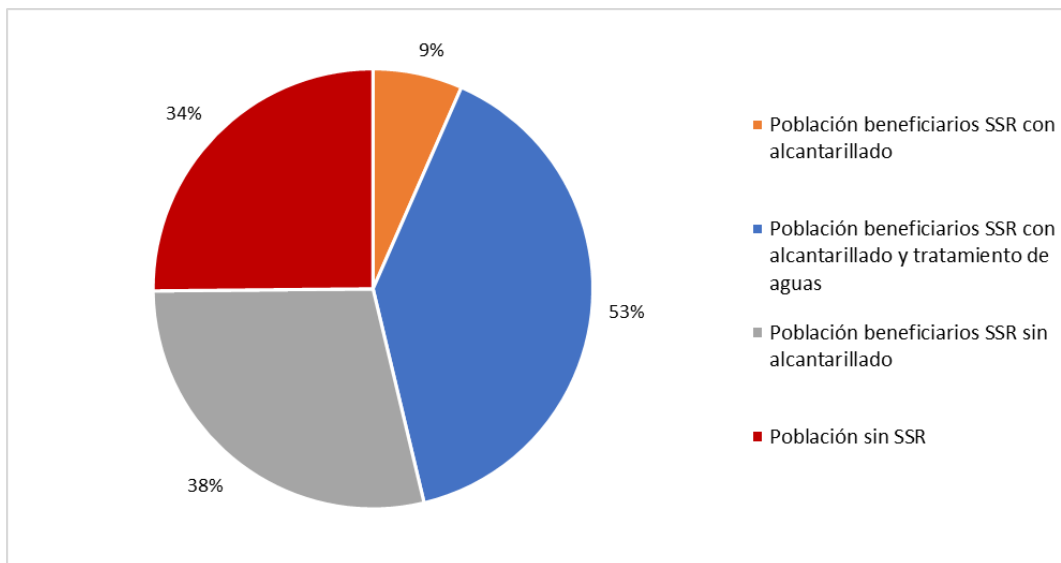
De acuerdo a los datos presentados en el indicador BS13 (SICVIR, 2020) el cual considera doce (12) de las quince (15) comunas de la región, concentrando el 59,8% del total de la población rural de la región, se observa que el 20,66% de la población rural se encuentra saneada por alcantarillado (ver Figura 3.1-4).



Fuente: Elaboración propia en base a Censo poblacional (INE, 2017) y SICVIR (2021).

Figura 3.1-4 Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región de Coquimbo según indicador BS13

Por otra parte, de acuerdo al listado de Sistemas Sanitarios Rurales de la SiSS (2022), se menciona que del total de beneficiarios SSR de la región, un 9% presenta solo servicio de alcantarillado, mientras que un 53% de la población rural presenta servicio de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas (ver Figura 3.1-5).



Fuente: Elaboración propia en base a SiSS (2022)

Figura 3.1-5 Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural para el año 2022

Los detalles del análisis se pueden observar en profundidad en el Anexo 14.02.

3.1.1.5 Pozos

Se identificaron un total de 3.674 pozos de extracción en la región de Los Lagos, de los cuales un 69,1% se identifica para uso de bebida y doméstico, seguido de un 14,8% de uso sin clasificación.

3.1.1.6 Infraestructura hídrica para uso de fuentes no convencionales

i. Acuíferos profundos

De acuerdo con Aguilera y otros (2014) en la región de Los Lagos se identificó un acuífero profundo en secuencias de rocas sedimentarias, confinado por depósitos no consolidados, ubicado en profundidades variables entre los 375 y 1.407 m. de profundidad. Los autores reconocen este acuífero como una eventual fuente de explotación de agua subterránea dentro de las cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo.

ii. Recarga artificial de acuíferos

No hay evidencia de recarga artificial de acuíferos en la región de Los Lagos.

iii. Desalinización

La región cuenta con tres plantas desalinizadoras de agua potable en funcionamiento, sin embargo, en el año 2019 el Gobierno Regional de Los Lagos presentó un proyecto de distribución de 16 plantas desalinizadoras de agua de mar en localidades costeras y

costeras insulares. Cada planta tiene una capacidad de producción 0,07 L/s de agua potable (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2019).

Con respecto a las plantas en operación, la Isla Imerquiña, ubicada en la cuenca Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho, desde el año 2019 cuenta con una planta desalinizadora de osmosis inversa, la cual fue desarrollada por INDAP y produce 0,035 L/s para usos de agua potable doméstica y agricultura familiar campesina (INDAP, 2019)

Por otra parte, en la Isla Cheniao, perteneciente a la comuna de Quemchi, en la cuenca Islas Chiloé y circundantes, la Universidad de Concepción en conjunto con la municipalidad, instalaron en 2023 una planta desaladora de nanofiltración que tiene por objetivo abastecer de agua potable a 15 viviendas de la isla con proyecciones de ampliación de cobertura (UdeC, 2023).

De igual forma, en la comuna de Purranque, en la cuenca Río Bueno, en el año 2020 se instaló por parte de INDESPA, una planta desalinizadora de osmosis inversa que tiene como objetivo proveer agua potable a pescadores artesanales y para fines turísticos (SUBPESCA, 2020).

iv. Cosecha de aguas lluvia

En la región de Los Lagos se identificaron 5 proyectos de cosecha de aguas lluvias. El primero se desarrolló en el año 2015, donde se instalaron 26 proyectos de acumulación y captación de aguas lluvias en la provincia de Llanquihue, en las Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo, Río Puelo y en Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (Intendencia Los Lagos, 2015).

Por otra parte, se encuentra el proyecto de cosecha de agua para la Isla Imerquiña, asociado a la planta desalinizadora antes mencionada y consiste en la instalación de estanques acumuladores de aguas lluvias para riego de cultivos (INDAP, 2019).

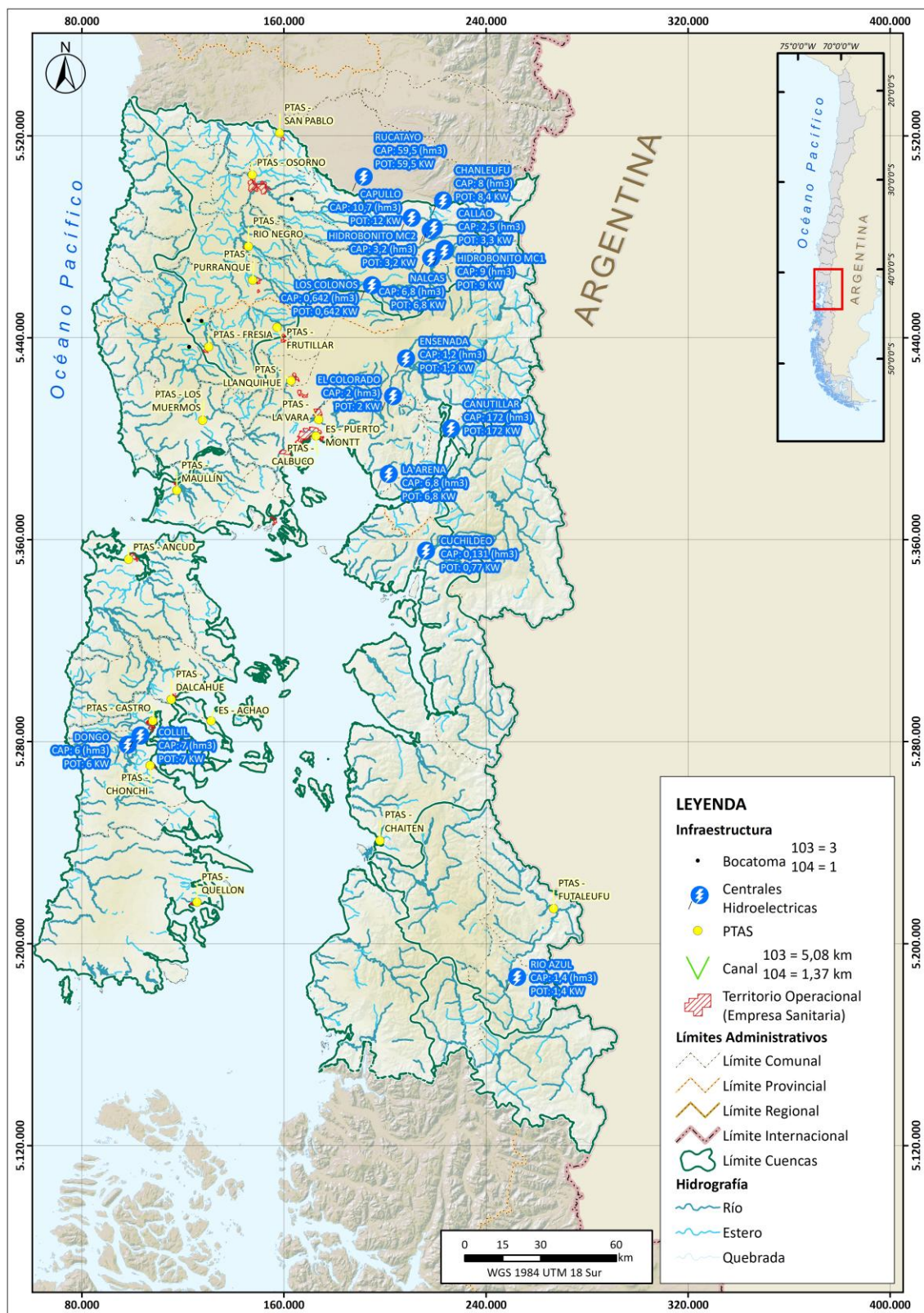
Por su parte, el Gobierno Regional de Los Lagos en conjunto con la CNR implementaron sistemas de cosechas de aguas lluvias en la Provincia de Osorno, en las cuencas Río Bueno y cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo, destinados a agricultores para beneficio de Agricultura Familiar Campesina (INDAP, 2018).

Para el año 2020 la CNR (2020) declaró haber concretado 34 sistemas de acumulación de aguas lluvias en la provincia de Chiloé, en las cuencas Islas Chiloé y circundantes; 45 en la provincia de Osorno y 22 en la Provincia de Llanquihue, en las cuencas antes mencionadas; mientras que para el año 2024 sumo la entrega de bonificaciones de riego a 9 agricultores de la provincia de Osorno, 20 de la provincia de Llanquihue y 32 de la

provincia de Chiloé. A través de estas bonificaciones los agricultores desarrollarán sistemas de acumulación de aguas lluvias (CNR, 2024)

v. Uso de aguas servidas tratadas

No hay evidencia de uso de aguas servidas tratadas en la región de Los Lagos.



Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2017) y DGA (2023).

Figura 3.1-6 Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Los Lagos

3.1.1.7 Infraestructura de defensa fluvial y aluvional

En la región de Los Lagos existen obras de defensa fluvial que intervienen los principales cauces, estos se han visto amenazados en términos de infraestructura y humano (MOP, Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Los Lagos, 2012).

Dentro de la región de Los Lagos se han identificado obras relacionadas con crecidas y contaminación de sistemas hídricos, las cuales están orientadas en mitigar efectos de fenómenos naturales y actividad humana.

A partir de lo anterior, se consideran los planes maestros de aguas lluvias con estado tramitado para la región presentados en la Tabla 3.1-3.

Tabla 3.1-3 Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Los Lagos

Nombre	Localidad	Cuenca BNA	Decreto
Plan Maestro de Aguas Lluvias Puerto Montt	Puerto Montt	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104)	D.S. N°1909 del 31-10-2002
Plan Maestro de Aguas Lluvias Osorno	Osorno	Río Bueno (103)	D.S. N°1938 del 31-10-2002
Plan Maestro de Aguas Lluvias Alerce	Alerce	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104)	D.S. N°1904 del 31-10-2002
Plan Maestro de Aguas Lluvias Ancud	Ancud	Islas Chiloé y Circundantes (109)	D.S. N° 164, del 03-10-2022
Plan Maestro de Aguas Lluvias Puerto Varas	Puerto Varas	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104)	D.S. N°83 del 05-09-2019
Plan Maestro de Aguas Lluvias Castro ¹	Castro	Islas Chiloé y Circundantes (109)	s/i

Nota 1: Si bien el plan está desarrollado de forma técnica, aún se está procesando el decreto supremo.

Fuente: Elaboración en base a CIDOH y recopilación de antecedentes.

En la Tabla 3.1-4 se presentan los tramos colectores presentes en la región.

Tabla 3.1-4 Obras de tramo colector presentes en la región de Los Lagos

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Calle San Antonio, Psj Calle Cinco, Calle Pintora Elsa Martin, Calle Polpaico, Av Presidente Salvador Allendes, Calle Antonio Varas, Urriola, Calle Chorrillos, Ejercito Escaleras, Calle Los Ebanistas, Calle Naviera Oelckers, Calle Nueva Ote, Calle Pinto Agüero, Calle Tambor José A Águila, Av Presidente Ibáñez, Lago Puyehue, Poblado Pichipelluco Sector Rural, Calle Lago Ranco, Calle Berlín, Calle México, Calle Linares, Calle Ñuble, Calle Ecuador, Calle Pudeto, Calle	Existente	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Independencia, Av Sargento Silva, Calle Lago Llanquihue, Calle Lago Vidal Gormaz, Calle Zerrano, Calle Guillermo Gallardo, Av Presidente Ibáñez- Las Camelias, Peatonal Los Cuncos, Psj Birmania, Calle Jenequeo, Psj Río La Máquina, Calle Las Camelias, Psj Araucanía, Calle Constitución, Atravesos Pichipelluco, Av Pacheco Altamirano, Pobl. Padre Huertado- Av Vickuña Mackenna, Av La Cruz, Calle Urmeneta, Calle Bernardo O'Higgins, Calle Inmaculada, Calle Augusto Goecke, Av Angelmo, Calle Miraflores, Calle Aserradero, Angelmo, Av Padre Harter, Calle Manuel Rodríguez, Calle Benavente, Calle Freire, Calle Aníbal Pinto, Av Andacollo, Pobl. Jardín Del Mar, Psj Cinco, Calle Doctor Martín, Villa Olímpica, Calle Los Andes, Psj Torres Del Paine, Psj Barrio Feliz, Psj Sagrada Familia, Loteo Serviu, Psj Las Hiladeras, Psj Nuevo Horizonte, Calle Leonora Latorre, Av El Teniente, Calle Antihual, Avenida Crucero, Calle Doctor Fonck, Pasaje Colo Colo, Calle Emiliano Figueroa, Calle Buenos Aires, Diego Portales, Calle Madre Paulina, Psj Luis, Calle Luis Ross, Calle Diego Barros Arana, Calle Manuel Blanco Encalada, Calle José Manuel Balmaceda, Calle Santa María, Calle Ganadera Aysén, Calle Chillán, Calle José Luis Araneda, Calle Moisés Arce, Calle Carrera Pinto, Calle Santiago Avelino Bravo, Calle General Lagos, Calle Iquique, Calle Clodomiro Rosse, Calle Magallanes, Psj Laguna Del Desierto, Psj Esmeralda, Calle Puerto Williams, Calle San Luis, Av Parque Industrial, Calle Panamericana Norte Servicio, Calle Nueva Oriente, Calle Sargento Amengual, Psj Hernán Merino Correa, Calle Nueva Pisagua, Calle Esmeralda, Calle La Unión, Calle Local, Psj Puerto Williams, Calle Rengifo, Calle San Martín, Calle Rancagua, Calle La Circunvalación, Calle German Oelckers, Av Los Notros, Calle Los Sauces, Psj Antillanca, Psj Villa Angaró, Calle Yates, Psj Los Aromos, Calles Las Camelias, Pasaje Los Pensamientos, Pasaje Las Dalias, Pasaje Las Lilas, Pasaje Los Claveles, Pasaje Las Gaviotas, Calle Janequeo, Calle Diego Portales, Calle Barrancas, Psj Ñuble, Calle Mirador, Calle Sur, Calle Sierra Nevada, Av Santa María, Calle Calbuco, Psj El Vergel, Calle Alberto Goecke, Calle Uruguay, Psj Iris, Calle 22 De Mayo, Pasaje República, Calle Buena Vecindad, Calle Egaña, Peatonal Achao, Calle Serena, Calle Copiapó, Psj Hispania, Psj Los Huilliches, Avenida Río Puelche, Psj Río Stepahn, Calle Lautaro, Calle Illapel, Calle España, Av		

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Ejercito, Av Regimiento, Calle San Felipe, Av Marcelo Fourcade, Calle Volcán Corcovado, Calle Volcán Michimavida, Calle Las Araucanias, Calle Los Robles, Calle Volcán Tacora, Calle Volcán Socompa, Calle Carriel Sur, Calle Gamboa, Calle Los Confines, Calle Volcán Tulapalca, Calle Uno Norte, Av Monseñor Ramon Monita, Psj Lelbun, Calle Puntra, Psj Detico, Calle Alcalde Ramon Yuraszeck, Psj Guillermo Lopetegui, Calle Chonchi, Calle Castro, Calle Futaleufú, Psj Sargento Lagos, Pasaje Chaitén, Pasaje 46, Calle Quellon, Psj Matias Doggenweiler, Calle Dalcabue, Calle Coronel Holley, Calle Michimalonco, Calle Veinticuatro De Mayo, Calle Los Maños, Calle Los Álamos, Cale Los Eucaliptus, Calle Pedro Aguirre Cerda, Calle Lago Huillinco, Psj Rio Techado, Psj Rio Yely, Av General Merino Benítez, Calle Buin, Calle Palena, Calle Serrano, Calle Francisco Bilbao, Calle Los Leones, Calle Cauquenes, Calle Pedro Montt, Calle Talca, Av Diego Portales, F. Oelckers- Escalera Ancud, F. Oelckers- Av Presidente Salvador Allende, Calle Ochagavia, Av Lago Villarica, Psj Rio Bariloche, Psj Rio Gipsy Mosa, Psj Rio Chamiza, Psj Rio Tambor, Psj Rio Del Este, Psj Rio Peñol, Psj Rio Cebadal, Psj Rio Chagua, Psj Rio Quemnuir, Psj Rio Contao, Acequia Tagua Tagua, Psj Algelmo, F. Oelckers - Antonio Varas, F. Oelckers- Calle Andrés Bello, Calle Deber Cumplido, Calle Amor Patrio, Peatonal Verdad y Calle Quillota		
Calle Inmaculada, Ruta V-65 Tramo 2, Ruta V-65 Tramo 1, Pelluco Poniente, Av Volcán Puntagudo, Chincui, Caullahuapi Norte, Caullahuapi Sur, Chinquihue, Estero Chinquihue, Av Regimiento, Proyección Sargento Silva, Calle Volcán Socompa, Calle Regimiento, Av Ejercito, Av Pádre Harter, Av Diego Portales, Calle Urmeneta, Calle Antonio Varas, Av Los Notros, Sector Nororiente - Calle Palermo, Av Diego De Almagro Norte, Avenida Alessandri, Maximiliano Uribe, Calle Puerto Gregorio, Av Pto Lirquen, Av Diego De Almagro Nororiente, Sector Norte Ruta 5 Sur, Sector Sur Poniente, Sector Poniente- Calle Capitán Avalos, Las Quemas Nororiente - Camino El Tepual, El Progreso, Av Presidente Ibalez, Quebrada Alessandri, Av Presidente Ibalez- 5 de Abril, Av Presidente Ibalez- Los Copihues, Via Panamericana, Calle Paipote, Pobl Jardín Del Mar, Chin-Chin Chico y Ruta 5, Calle Magallanes, Calle Las Rosas, Calle Ñuble, Angelmo, Calle La	Proyectado	

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Igualdad, Calle Las Hilanderas, Acequia Tagua Tagua, Psj Rio Yely, Poblado Pichipelluco sector Rural, Atraviesos Pichipelluco, Calle Egaña, Pelluco Oriente, Psj Rio Rollizos, Calle Diego Barros Arana, Calle Santa Maria, Av Santa María, Calle Benavente, Urriola, V Peres R, Calle Janequeo, Av Sargento Silva, Calle Antihual, Calle Castro, Av Presidente Ibáñez, Psj Detico, Calle Andina, Calle Bima, Calle San Luis, Calle La Circunvalación, Calle Manuel Plaza, Calle Gabriela Mistral, Av Monseñor Ramon Monita, Calle Caren, Calle Italia, Camino Alto La Paloma, Volcán Corcovado, Calle Pedro Aguirre Cerda, Quebrada Pelluco Norte, Pelluco Norponiente, Pelluco Surponiente, Pelluco Centro, Ruta V-65 Tramo 3, Calle Pelluco Centro, Av Gallardo, Pelluco Norte, Pelluco Nororiente, Pelluco Suroriente, Pelluco Sur, Chin-Chin Chico, Calle Vía Azul, Trapén Poniente, Sector La Paloma Alto, Trapén Oriente, Caullahuapi Oriente, Calle Bernardo O Higgins, Av Seminario, Calle Copiapó, Calle Guillermo Gallardo, Calle Estero Lobos, Av Diego de Almagro Suroriente, Calle Capitán Avalos, Loteo Serviu, Canal Las Camelias, Vickuña Mackenna, Av La Cruz, Pobl. Padre Huertado- Av Vickuña Mackenna, Av Vickuña Mackenna, Calle Puerto Almeyda, Calle Puerto Melinka, Sector Poniente, Las Quemadas Nororiente, Las Quemadas Norponientes, Av Andacollo, Pobl. Villa Marina, Av Presidente Ibáñez- Las Camelias, Calle Jorge Alessandri, Calle Polpaico, Chi-Chin Grande Y Canal Ruta 5, Av Parque Industrial, Calle Las Hojalateras, Calle Enrique Mac Iver, Calle Malquias Concha, Calle San Ignacio, Peatonal Lagna Del Desierto, Calle Volcán Tacora, Av General Merino Benitez, Calle Lago Llanquihue, Lago Puyehue, Volcan Corcovado- Calle Volcán Nevado, Calle Volcan Choshuenco, Av Volcán Michimavida, Calle Volcan Osorno, Calle Lago Vidal Gormaz, Calle Manuel Blanco Encalada, Avenida Crucero, Calle Dalcahue, Calle Traumen, Ruta 5 Cardonal, Calle Los Pelues, Calle Lord Cochrane, Paralelo a Calle Teniente, Psj Las Hilanderas, Sector Norte Pblado Valle Los Volcanes, Calle Cerro Tronador, Volcan Corcovado- Calle Intendente Autelio Andrade, Calle Serena, Calle Talca, Av Presidente Salvador Allendes, Psj Sargento Lagos, Psj Rio Tambor, Via Florentina, Calle Misael Escuti, Calle Uno Norte, Calle Buin, Calle Emiliano Figueroa, Calle Diego Portales, Calle Chorrillos, Calle Copa Davis,		

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Pasaje Regata Crucero, Pasaje Republica, Cale Manuel Rodríguez, Calle Freire, Calle José Manuel Balmaceda, Calle Cauquenes, Villa Puerta Del Sol, Psj Río Chagua, Psj Río Quemnuir, Psj Río Contao, Calle Berlín, Pasaje Chaitén, Pasaje 46, Calle Quellón, Calle Puntra, Sector Nororiente - Calle Italia, Sector Nororiente - Calle Bari, Sector Nororiente - Vía Panamericana y Calle Maullin		

Fuente: Departamento de Territorio de la Dirección de Planeamiento DIRPLAN, (2024)

No hay obras de control aluvional en la región.

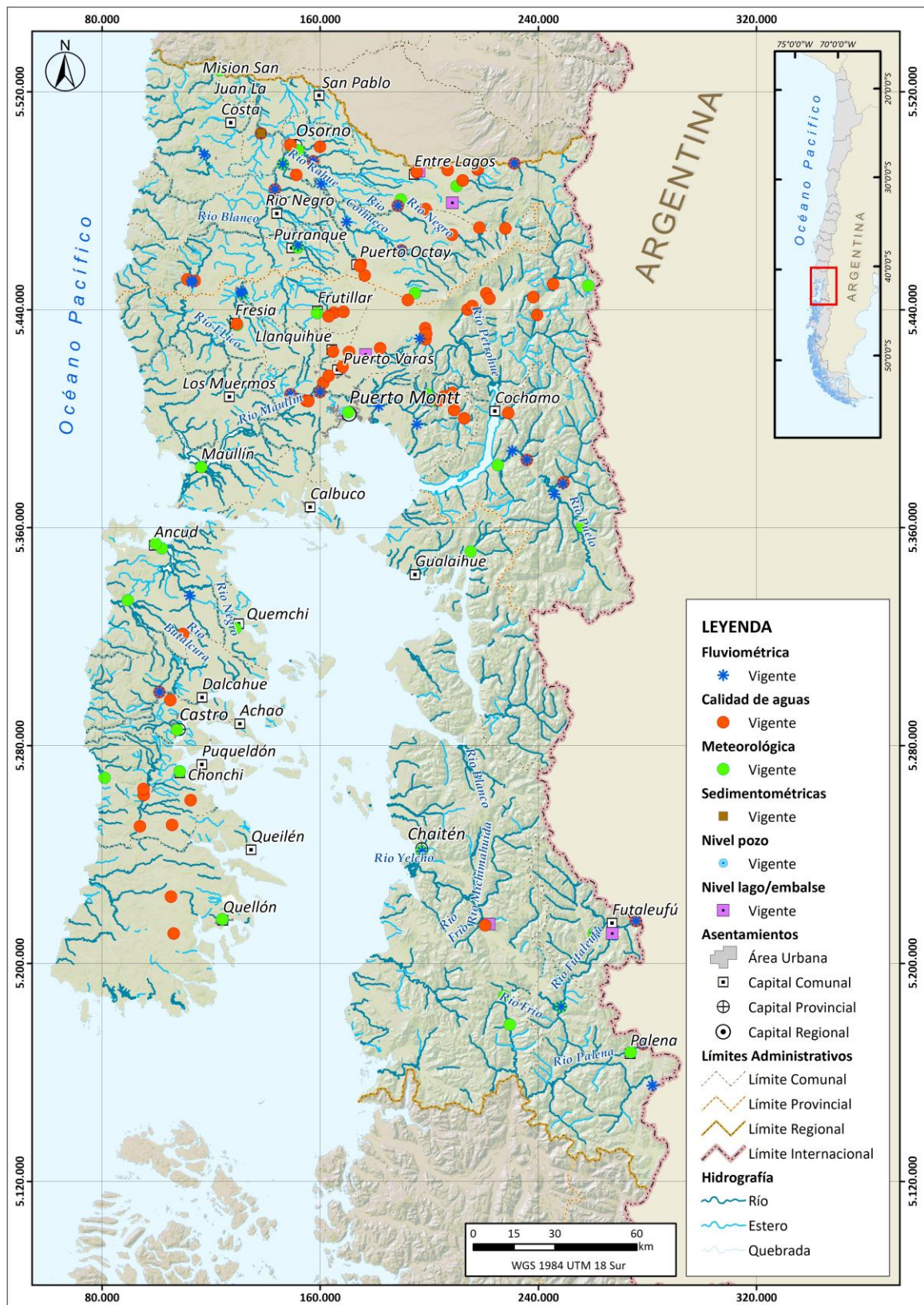
3.1.1.8 Red hidrométrica

De acuerdo a la información publicada por DGA (2023), en la región de Los Lagos se encuentran 155 estaciones de monitoreo vigentes que constituyen la red hidrométrica de la región. En la Tabla 3.1-5 se muestra en detalle el tipo de estación presente en la región y su estado, en el Anexo 14.01 se encuentra la distribución de la red por cuenca. En la Figura 3.1-7 se presenta la ubicación de la totalidad de estaciones de la red. Se observa que la infraestructura de monitoreo se concentra en las cuencas Río Bueno y Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo.

Tabla 3.1-5 Estaciones de monitoreo de la región de Los Lagos

Tipo de Estación	Vigentes	Suspendidas
Calidad de Aguas	73	0
Fluviométrica	34	0
Meteorológica	37	0
Nivel de pozo	4	0
Sedimentométrica	1	0
Nivel de lago y embalses	6	0
Glaciológica	0	0
Rutas de nieve	0	0
Total	155	0

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, (2022)



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2022).

Figura 3.1-7 Red hidrométrica de la región de Los Lagos

3.1.2 Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente

A continuación, se exponen las propuestas identificadas en diversos estudios y planes para la región de Los Lagos entre los años 2010 y 2022 detalladas en el anexo 14.04.

3.1.2.1 Infraestructura hídrica y nuevas fuentes sin ejecutar propuesta entre 2010-2022

A partir de antecedentes revisados de diversos planes de gestión hídrica, con base principal en el estudio “Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050” (MOP, 2019), se han catastrado las iniciativas propuestas dentro del periodo mencionado. Por otro lado, considerando que existían iniciativas que resuelven la misma brecha, se decidió agrupar aquellas con los mismos objetivos, de manera de sintetizar los requerimientos de las acciones estratégicas.

Las iniciativas catastradas se clasificaron según tres tipologías definidas y cada una de las tipologías tiene una estrategia de acción. Las iniciativas catastradas según la clasificación planteada se presentan en la Tabla 3.1-6.

Tabla 3.1-6 Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
Infraestructura hídrica estructural	Redes hidrométricas	5
	Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas	0
	Defensa fluvial y aluvional	0
	Desalinización	0
	Infraestructura de riego	2
	Infraestructura de distribución de agua	0
	Obras de acumulación de agua	1
	Reúso de aguas residuales	0
	Redes de aguas lluvias	1
	Captación de aguas	0
	Trasvase de aguas	0
	Drenaje de aguas	1
	Control de erosión	0
	Recarga de acuíferos	0
	Conservación de riberas	1
Infraestructura hídrica no estructural	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	19
	Análisis sistemas glaciares y periglaciares	0
	Estudio calidad de agua superficial y subterránea	2
	Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	0
	Conservación y restauración de riberas y cauces	0

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
	Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales	0
	Estudios obras de acumulación de agua	14
	Estudios de riesgo fluvial y aluvional	2
	Conservación obras de riego	0
	Estudio sistemas de riego	13
	Estudios contaminación de aguas	0
	Estudios de saneamiento	0
	Estudios de aguas lluvias	5
	Estudio obras de distribución de aguas	0
	Estudios de desalación	0
	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	1
	Estudio de reúso de aguas	0
	Diagnóstico de OUA y DAA	1
	Estudios para abastecimiento de agua potable	0
Medidas de gestión	Creación de capital humano	16
	Análisis situación legal DAA	1
	Fortalecimiento y formalización de OUA	0
	Reservas de agua	0
	Manejo de quebradas	0
	Manejo riesgos de contaminación de aguas	0
	Manejo de normas ambientales e hídricas	0
	Planes y políticas	5

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la revisión de los antecedentes, se definen las características básicas que debe incluir una iniciativa al ser propuesta como medida pública. Las iniciativas según tipologías y las características básicas se presentan en la Tabla 3.1-7.

Tabla 3.1-7 Iniciativas según tipologías y características básicas

Tipología	Características básicas			
	Identificación del problema	Monto asociado	Responsable de la iniciativa	Fecha de ejecución
Infraestructura hídrica estructural	4	1	1	0
Infraestructura hídrica no estructural	51	42	34	1
Medidas de gestión	18	12	1	12

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la región de Los Lagos, no hay ninguna iniciativa que contenga información acerca del estado de su ejecución.

En la Tabla 3.1-8 se presentan los planes de desarrollo de empresas sanitarias presentes en la región por implementar.

Tabla 3.1-8 Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Los Lagos

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
Aguas San Pedro	2022	Alerce – Puerto Montt	Ampliación de PTAP, obras de distribución o recolección, obras de almacenamiento y potabilización, ampliación PEAP, reposición equipos PEAP y reposición equipos PEAS
Aguas Santiago Norte	2021	Alto Volcanes – Puerto Montt	Captaciones, ampliación PEAP, obras de distribución o recolección, construcción y ampliación PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización y ampliación PTAS
SURALIS	2021	Alerce	Mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización y nueva PTAS
		Ancud	Captaciones, ampliación PTAP, aumento de capacidad PEAP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PEAS, reposición equipos PEAS, refuerzo de red de AS, obras de disposición de residuos y mejoramiento PTAS
		Calbuco	Obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución, aumento de capacidad PEAS, renovación de red de AS, aumento de capacidad PTAS y aumento de capacidad PEAS
		Castro	Captaciones, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PEAP, obras de

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
			distribución, renovación de red de AS, aumento de capacidad PTAS, aumento de capacidad PEAS
		Chaitén	Mejoramientos PTAP y obras de almacenamiento y potabilización
		Chonchi	Captaciones, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PEAS
		Corte Alto	Captaciones
		Dalcahue	Reposición e inclusión de equipos PTAP, aumento de capacidad PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PTAS
		Fresia	Aumento de capacidad PTAP, inclusión de equipos PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS
		Frutillar	Captaciones, inclusión de equipos PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PEAP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Futaleufú	Reposición e inclusión de equipos PTAP, aumento de capacidad PTAS y mejoramiento PTAS
		Futrono	Aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución o recolección, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS
		La Unión	Captaciones, aumento de capacidad PTAP, obras de distribución o recolección, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
			almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAP, reposición equipos PEAP, reposición de red de AS, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PTAS y aumento de capacidad PEAS
		Lago Ranco	Aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución o recolección, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Lanco	Captaciones, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP y ampliación PEAS
		Llanquihue	Captaciones, aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS
		Los Lagos	Aumento de capacidad PEAP, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAS, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Los Muermos	Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución o recolección, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Mauñín	Aumento de capacidad PTAS
		Osorno	Captaciones, aumento de capacidad PTAP, aumento de capacidad PEAP, obras de distribución o recolección, obras de almacenamiento y potabilización, inclusión de equipos PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
			capacidad PEAS, refuerzo de red de AS
		Paillaco	Captaciones, obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Panguipulli	Ampliación PTAP, captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución o recolección y ampliación PEAS
		Puerto Montt	Captaciones, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PTAP, aumento de capacidad PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, renovación de red de AS y aumento de capacidad PEAS
		Purranque	Aumento de capacidad PEAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PEAS, refuerzo de red de AS y ampliación PTAS
		Puerto Varas	Obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PEAP, refuerzo de red de AS y reposición equipos PEAS
		Quellón	Captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PEAS, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Río Bueno	Mitigación eventos extremos, aumento de capacidad PEAP, aumento de capacidad PTAP, obras de

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
			distribución o recolección, obras de almacenamiento y potabilización, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PEAS
		Río Negro	Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución o recolección, obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS
		San José de La Mariquina	Captaciones, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		San Pablo	Obras de almacenamiento y potabilización y aumento de capacidad PEAP

Fuente: Elaboración en base a SISS, (2023a)

Por último, en la Tabla 3.1-9 se consideran los planes maestros de aguas lluvias proyectadas y en desarrollo para la región.

Tabla 3.1-9 Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Los Lagos

Nombre	Localidad	Cuenca BNA	Decreto	Estado decreto
Plan Maestro de Aguas Lluvias Puerto Montt Actualización	Puerto Montt	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104)	s/i	En desarrollo
Plan Maestro de Aguas Lluvias Osorno Actualización	Osorno	Río Bueno (103)	s/i	En desarrollo
Plan Maestro de Aguas Lluvias Llanquihue	Llanquihue	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo (104) e Islas Chiloé y Circundantes (109)	s/i	En licitación
Plan Maestro de Aguas Lluvias Quellón	Quellón	Islas Chiloé y Circundantes (109)	s/i	En desarrollo

Fuente: Fuente: Elaboración en base a CIDOH y recopilación de antecedentes.

3.1.2.2 Iniciativas ejecutadas en el periodo histórico

A partir de los antecedentes de la Inversión histórica del MOP entre los años 1986-2023, en la Tabla 3.1-10 se presentan las iniciativas ejecutadas a partir de las estrategias de acción y montos asociados a cada proyecto. El listado completo de estas iniciativas se presenta en el Anexo 14.04.

Tabla 3.1-10 Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción

Tipología	Estrategias de acción	Programa	N° iniciativas	Inversión	
				Miles \$ cada año	Miles \$ año 2023
Infraestructura hídrica estructural	Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas	APR concentrado	48	17.092.293	19.482.976
		APR semi concentrado	308	65.229.295	77.762.932
		Ampliación y mejoramiento de servicios existentes de APR	12	5.847.442	6.547.112
		Conservación, mantención y ampliación de SSR existentes	6	264.943	264.943
	Redes de aguas lluvias	Conservación de obras de aguas lluvias	19	5.886.313	6.997.344
		Evacuación y drenaje de aguas lluvias	39	6.915.261	9.421.417
	Defensa fluvial y aluvional	Control aluvional	1	76	76
		Manejo de cauces	6	207.795	224.332
Infraestructura hídrica no estructural	Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación de riberas (defensas fluviales)	32	16.702.749	20.248.486
Medidas de gestión	Planes y políticas	Planes maestros de aguas lluvias	6	390.711	450.227

Fuente: Elaboración en base a MOP, (2023).

CAPÍTULO 4 BRECHAS HÍDRICAS

De acuerdo al análisis realizado por Bolados et al. (2023), se establece que la brecha hídrica se considerará en un sentido amplio como una brecha estratégica o una brecha de gestión, cuya distancia con respecto a una meta establecida puede ser cuantificada, ya sea mediante un volumen de agua (brecha hídrica en sentido numérico) o mediante algún indicador definido por los planificadores del territorio.

Para efectos del presente estudio, se estimará una brecha hídrica vinculada al balance hídrico, brechas hídricas estratégicas y brechas de infraestructura.

4.1 BRECHAS DE BALANCE HÍDRICO

Se estimó la brecha hídrica a nivel de cuenca (BNA) para cada una de las presentes en la región. Para esto, se consideró como oferta hídrica la curva de frecuencia calculada a partir de los caudales medios anuales, obtenidos del Balance Hídrico Nacional (BHN) en el periodo 1985-2015. Por otro lado, la demanda hídrica se determinó al agregar las demandas consuntivas de los diferentes usos en cada cuenca, siendo estas: agua potable urbana, agua potable rural, agrícola, pecuario, minera, industrial y generación eléctrica, incorporando además la demanda proyectada. Adicionalmente, se incluye la recarga subterránea, proveniente de estudios específicos en la cuenca, por lo que no todas las cuencas disponen de esta información. Finalmente, para las proyecciones de oferta, se consideraron los caudales del BHN del GCM representativo de la región, mientras que, para la recarga subterránea, con el objetivo de lograr una coherencia en el criterio utilizado, se consideró el porcentaje de cambio de precipitación del GCM representativo como la variación en la recarga futura. En el Anexo 14.05 se presentan los gráficos con las brechas para cada cuenca. La metodología utilizada para la clasificación se presenta en el Anexo B del Informe Nacional.

En particular, **la brecha hídrica asociada al balance hídrico considera como oferta hídrica disponible para satisfacción de la demanda aquella que posee una probabilidad de excedencia del 85%, mientras que la demanda potencial corresponde a la sumatoria de demandas de agua asociada a los diferentes tipos de consumo y actividades productivas consuntivas.** Considerando el carácter estratégico del Plan y las tendencias observadas y proyectadas respecto al aumento sostenido de la demanda y los efectos del cambio climático en la oferta, se establece la componente de balance de la brecha hídrica para el **año 2055.**

Cabe señalar que las brechas asociadas al balance hídrico y las brechas hídricas estratégicas son factores complementarios para el análisis de brechas de infraestructura y para la selección de medidas a implementar. Es decir, las brechas de infraestructura se identificarán considerando la existencia de brechas asociadas a la disponibilidad física de agua (brechas de balance hídrico), además de la necesidad de ejecutar estudios, programas u otras medidas de gestión para que la infraestructura seleccionada pueda ser implementada correctamente (brechas hídricas estratégicas). Para definir la brecha hídrica asociada al balance, este estudio consideró dos criterios:

- **Criterio 1:** Se evalúa si la demanda total de la cuenca supera la oferta superficial⁶ en la misma considerando diferentes probabilidades de excedencia. Se considera una **cuenca crítica** aquella donde la demanda supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 50%; una **cuenca en estrés** se determina cuando la demanda supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%; y una **cuenca con recursos** es en la cual la demanda no supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%.
- **Criterio 2:** Se evalúa si en la actualidad existen restricciones para el uso de agua en la cuenca (declaraciones de agotamiento o decretos de escasez para la componente superficial, y, áreas de restricción o zonas de prohibición para la componente subterránea). Este criterio se aplica solo a la situación actual.

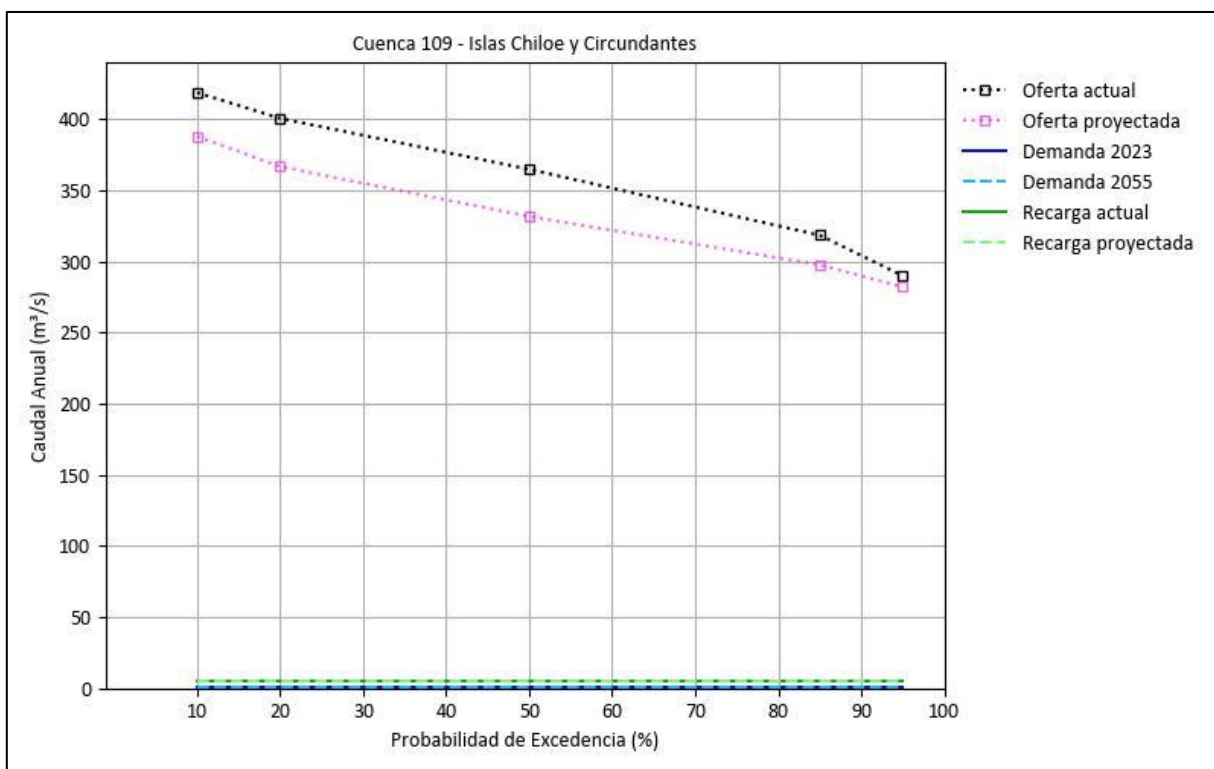
Clasificación final: En el caso de existir dos (2) tipos de restricción (superficial y subterráneo) en la cuenca, esta se define inmediatamente como **cuenca crítica**. En el caso de existir un (1) tipo de restricción (superficial o subterráneo) en la cuenca, la clasificación definida en el *Criterio 1* se promueve en un nivel de criticidad, por ejemplo:

Criterio 1 = cuenca con recursos
Criterio 2 = decreto de escasez vigente
Clasificación final = cuenca en estrés

Para la situación actual de la región, en la Figura 4.1-2 se observa que todas las cuencas se encuentran en una situación cuya demanda total no supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%, es decir son cuencas **con recursos hídricos disponibles**. No obstante, se debe considerar que hasta 5 cuencas de la región poseen algún tipo de restricción para el uso aguas subterráneas, por lo que finalmente se reclasifican a **cuencas en estrés o críticas**, situación que se mantiene a futuro (ver Tabla 4.1-1). En la Figura 4.1-1 se

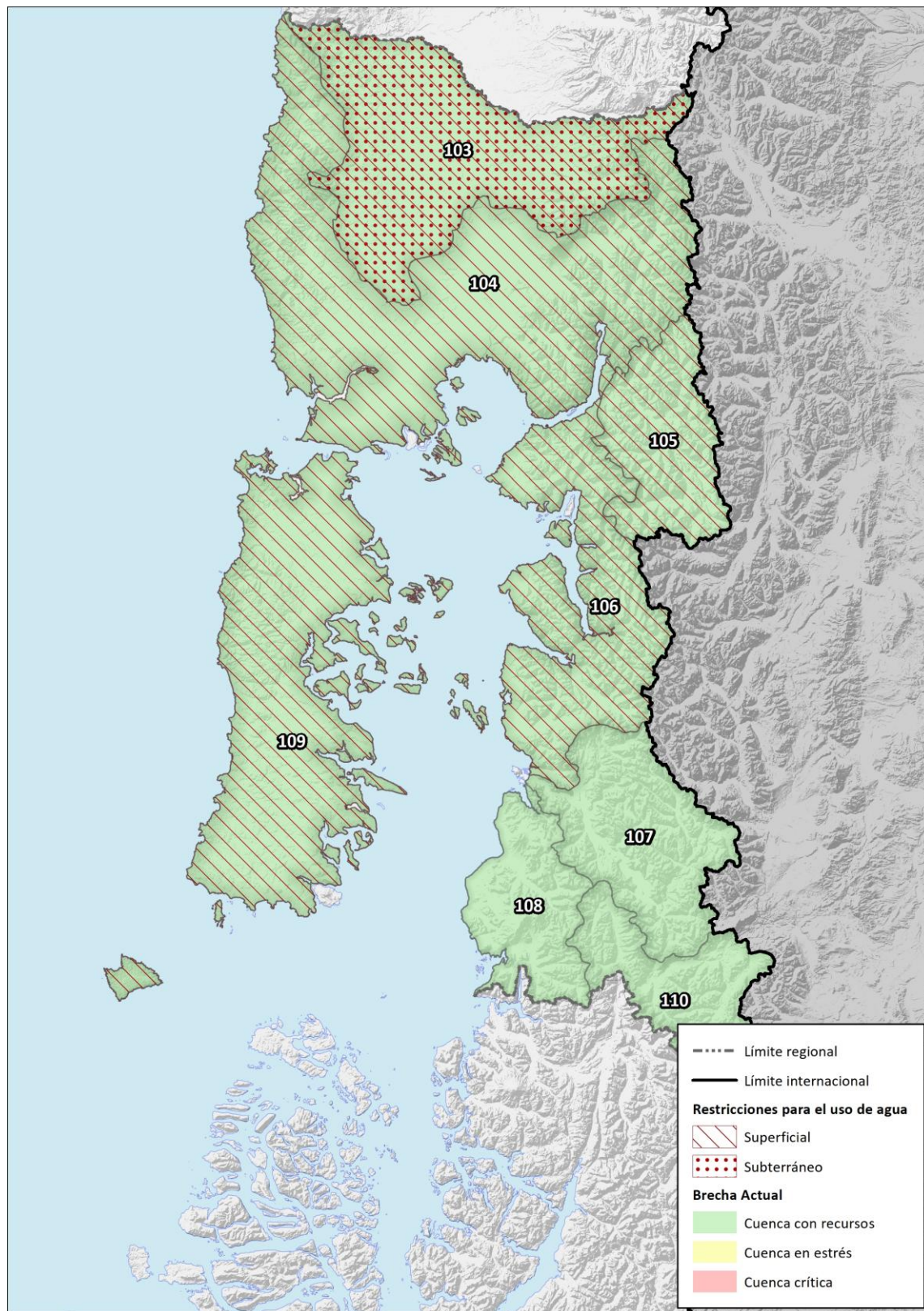
⁶ En base al Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018)

muestra el caso para la cuenca Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109), una de las más grandes de esta región.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-1 Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 109



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-2 Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Los Lagos

Tabla 4.1-1 Brechas Hídricas por Cuenca Región de Los Lagos

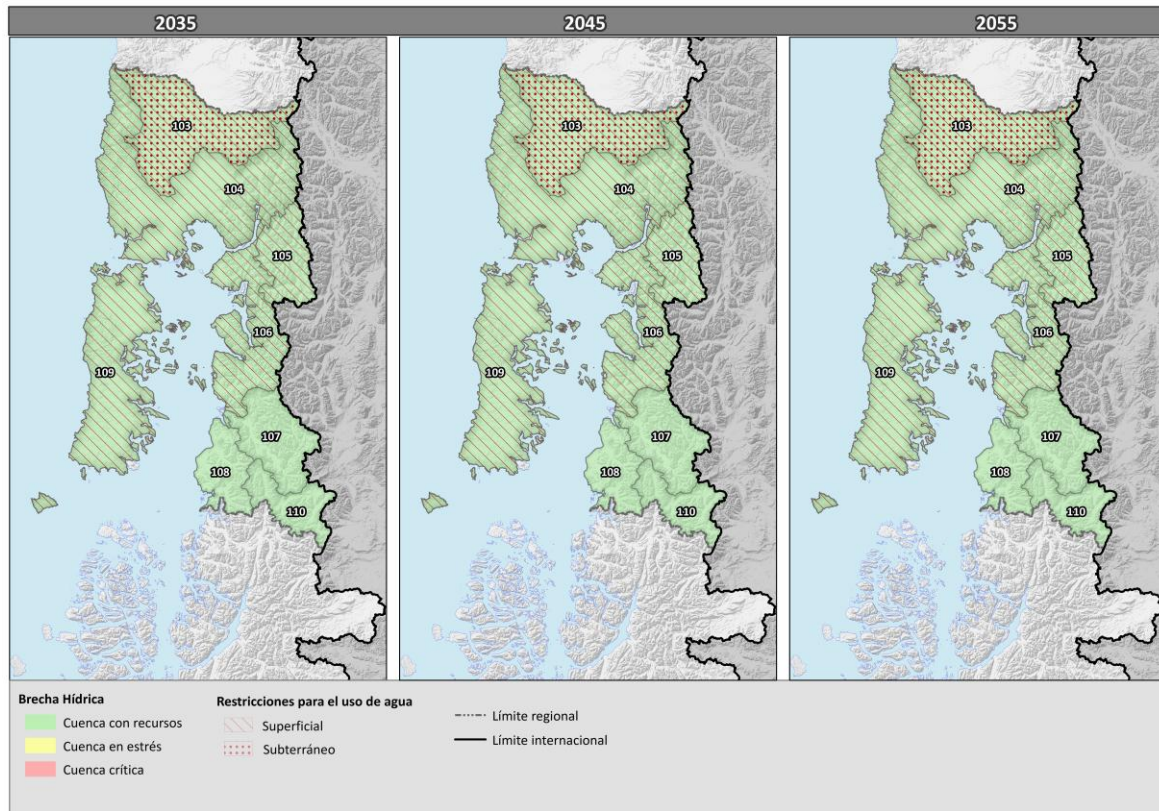
Código BNA	Nombre Cuenca	2025	2035	2045	2055
103	Rio Bueno	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno y R. Puelo	En estrés	En estrés	En estrés	En estrés
105	Rio Puelo	En estrés	En estrés	En estrés	En estrés
106	Costeras entre R. Puelo y R. Yelcho	En estrés	En estrés	En estrés	En estrés
107	Rio Yelcho	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
108	Costeras entre R. Yelcho y limite Regional	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
109	Islas Chiloé y Circundantes	En estrés	En estrés	En estrés	En estrés

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.1-1 se aprecia que casi todas las cuencas se encuentran en una situación de estrés o crítica al año 2025, sin que exista una mejoría en las ventanas futuras. Esto se debe a que, según el balance hídrico de la cuenca, el estado de las cuencas es con recursos, pero que si se consideran las restricciones superficiales o subterráneas existentes (las cuales están en casi todas las cuencas de la región), la situación es de estrés crítica. Si bien estas restricciones no son proyectables a las ventanas lejanas, se conservan para el análisis futuro, lo que se puede ver en la Figura 4.1-3.

A pesar de lo anterior es importante mencionar que una fuente de los recursos hídricos utilizados en las cuencas corresponde a recursos subterráneos, los que permiten acortar la brecha hídrica de interpretar solo el cruce de oferta y demanda. En este sentido, existe una brecha de información en varias de estas cuencas, donde no existe un estudio específico que defina la magnitud de las recargas en ellas. Además, es importante destacar que muchas de estas cuencas han experimentado diversas sequías intensas desde el año 2014 (situación por la que se clasifican como cuencas en estrés), lo que puede no verse reflejado en un análisis de caudales que considera el periodo 1985-2015.

En vista de lo presentado anteriormente, es posible decir que hay cuencas que presentan brechas de información para el completo entendimiento de la situación hídrica. Mientras que, del resto de cuencas, se visualiza una situación más compleja en lo que respecta a recursos hídricos en las cuencas que están clasificadas en estrés, considerando que la cuenca río Bueno (BNA 103) se encuentra principalmente en la región de Los Ríos, donde es particularmente analizada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-3 Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Los Lagos

4.2 BRECHAS ESTRATÉGICAS

De acuerdo a lo definido en la metodología para el presente estudio (Anexo B del Informe Nacional) se incluirán las siguientes brechas estratégicas:

- Brechas de información: brechas existentes que limiten la caracterización de la cuenca en los siguientes aspectos: ambiental, climáticos, hidrológicos, hidrogeológicos, calidad de aguas, infraestructura, nuevas fuentes existentes, coordinación y gestión hídrica.
- Brechas para la seguridad hídrica: problemas relacionados directa o indirectamente a la disponibilidad de agua, que dificulta el cumplimiento de los objetivos de seguridad hídrica. Las brechas estarán diferenciadas de acuerdo a las dimensiones de seguridad hídrica:
 - i) seguridad hídrica para el consumo humano, la salud y subsistencia,
 - ii) seguridad hídrica para el desarrollo económico,
 - iii) seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas, y
 - iv) seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación.

4.2.1 Brechas de Información

A continuación, se presentan algunas de las brechas de información identificadas durante el diagnóstico. Estas pueden estar vinculadas a información hídrica para la caracterización física de la región, las estimaciones de oferta-demanda o la caracterización de infraestructura.

i. Para caracterización de infraestructura:

- En base al acápite de agua potable rural (ver 3.1.1.4ii), no se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua entre un 17,6% y 20,5% de las viviendas rurales regionales.
- En base al acápite de agua potable rural (ver 3.1.1.4ii), no se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua de alrededor del 33,6% la población rural regional.
- En base al acápite de agua potable rural (ver 3.1.1.4ii), no se posee información en relación al acceso a la red de alcantarillado de entre un 34% y 40% de la población rural regional.
- No existen estudios o planes de reúso de aguas servidas. Actualmente se encuentra la normativa para el tratamiento y reutilización de aguas residuales se encuentra en la Comisión de recursos hídricos del senado sin que avances a la fecha.
- No se posee real conocimiento de la situación de acceso al agua potable y alcantarillado en zonas rurales, ya que no se cuenta con información de acceso al agua

potable en las comunas de Maullín y Osorno, mientras que, en relación al alcantarillado, no se presenta información en las comunas de Puerto Montt, Cochamó, Curaco de Vélez, Puqueldón, Queilén, Quemchi, Osorno, Puerto Octay, Puyehue, San Juan de La Costa, Hualaihué y Palena.

- Los catastros de SSR no se encuentran estandarizados y actualizados, aquellos perteneciente a la DOH presentan mayor número de SSR; no obstante, no aportan información en relación al saneamiento. Mientras que el listado de SSR de la SISS presenta información de saneamiento, pero los catastros se encuentran restringidos a aquellos SSR que poseen tarificación.
- No existen catastros de SSR actualizados y generalizados para la región, que contengan la información necesaria para identificar concretamente el porcentaje de población rural con acceso a agua potable y alcantarillado
- Déficit de red hidrométrica operativa y consolidada. Esto se evidencia en las cuencas e islas entre Río Yelcho y Limite región (Código BNA: 108) y Cuencas Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (Código BNA: 106), en donde no se cuenta con información sobre calidad de aguas.

ii. Para caracterización de oferta-demanda

- Desconocimiento de los titulares de DAA.
- Déficit de estaciones y metodologías de muestreo de calidad de aguas.
- Bajo nivel de integración de datos e información proveniente del sector público y privado.
- Carencia de protocolo de validación de información proveniente de distintas fuentes, ya sea público o privado.
- La oferta hídrica actual, en lo que respecta a aguas subterráneas, se obtuvo de estudios previos en las cuencas de la región. Sin embargo, no se dispone de referencias para todas las cuencas, siendo las más pequeñas las más afectadas por esta brecha de información. Esta brecha se evidencia en el acápite 2.3.1.2 iii.
- GCM seleccionado como escenario desfavorable no permite realizar todos los análisis. Además, existen limitaciones en estos GCM, aclarados en el mismo estudio que los realizó.
- No se presentan catastros a nivel regional y comunal con la totalidad de eventos extremos ocurridos.
- Se reconoce una carencia de datos sobre los consumos reales de agua por parte de los principales sectores productivos en la región. Esta falta de información no solo dificulta la estimación de la demanda actual de agua, sino también dificulta la capacidad de proyectar de manera adecuada las necesidades futuras.

4.2.2 Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia

En esta dimensión, el análisis se centró en garantizar el acceso equitativo y suficiente al agua potable y a servicios de saneamiento para las personas, con un enfoque en las necesidades básicas de consumo humano. Las brechas identificadas se relacionaron con la cobertura insuficiente de estos servicios, la falta de infraestructura y las dificultades para asegurar un suministro adecuado.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada.

En la Tabla 4.2-1 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

Tabla 4.2-1 Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Los Lagos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Límite Décima Región
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii entre un 33% y un 49,8% de las viviendas rurales no presentan acceso a la red de agua potable, mientras que no se cuenta con la información de alrededor de un 17,6% y 20,5% de la totalidad de las viviendas rurales de la región.	Población de localidades rurales desconcentradas y semiconcentradas sin servicios de agua potable	Falta de infraestructura de calidad en comunidades marginadas y desatendidas para garantizar el acceso universal al agua potable y saneamiento, reduciendo las disparidades territoriales. Insuficiente cobertura de servicios de saneamiento rural y alto número de hogares desconectados de un sistema de suministro de agua en zonas rurales.	Porcentaje de cobertura de la red de agua potable rural respecto del total de viviendas de la cuenca.	Cobertura menor a o igual a 70% Cobertura mayor a 70% y menor a 85% Cobertura mayor o igual a 85	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	4	4	4	4
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii entre un 38% y un 39% de la población rural no presenta acceso a la red de alcantarillado, mientras que no se cuenta con la información de alrededor de un 34% y 40% de la totalidad de la población rural regional.	Déficit en la cobertura del servicio de saneamiento y tratamiento en APR concentrados, semiconcentradas y desconcentradas	Falta de infraestructura de calidad en comunidades marginadas y desatendidas para garantizar el acceso universal al agua potable y saneamiento, reduciendo las disparidades territoriales. Insuficiente cobertura de servicios de saneamiento rural y alto número de hogares desconectados de un sistema de suministro de agua en zonas rurales.	Porcentaje de cobertura de la población saneada por alcantarillado rural respecto al total de la población de la comuna.	Cobertura menor a o igual a 30% Cobertura mayor a 30% y menor a 50% Cobertura mayor o igual a 50%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	4	4	4	4
La proyección de la población rural de áreas con APR en las cuencas de la región de Los Lagos, presenta un mayor incremento en la población rural al 2055 respecto de la población actual son la cuenca del Río Puelo (código BNA 105) con un 53%, las cuencas Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (código BNA 106) con un 29% y las cuencas de Río Bueno (código BNA 103) y Río Yelcho (código BNA 109) con un aumento del 22%. Para las áreas sin presencia de APR, se observa una proyección del 8% de aumento para el año 2055 en todas las cuencas presentes en la región. (ver acápite 2.2.2)	Aumento de la demanda de agua potable en áreas sin planificación y sin disponibilidad suficiente.		Tasa de migración en las comunas de la región (x1000)	Migración neta mayor o igual a 10 Migración neta menor a 10 y mayor a 0 Migración neta menor o igual a 0	Alta =4 Media =2 Baja =2	2	2	1	2	2	2	2	1
Se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 94,4% del total de clientes en la región. Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los Clientes Residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa de crecimiento de un 0,2%.	Aumento de la demanda de agua potable urbana asociada a un incremento de la población		Tasa de crecimiento Demanda Urbana promedio por cuenca ((Dda35 - Dda25)/Dda25) (acápite 2.2.1)	Alta Criticidad = Tasa de crecimiento mayor a 8% Alta Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 8% y mayor a 4% Baja Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 4%	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	N/A	4	2	N/A	2	N/A
Para el año 2022 se estimó un promedio de pérdidas por distribución de un 35,9% a nivel regional; las pérdidas más altas se registraron en la localidad de Chiquihue (más de un 60% de pérdidas), mientras que solo las localidades de Chiquio y Panitao se mantuvieron bajo un 20% de pérdidas. (ver Anexo 05.02 Demanda futura)	Deterioro en el sistema de distribución de agua potable (pérdidas)	Falta de infraestructura de calidad en comunidades marginadas y desatendidas para garantizar el acceso universal al agua potable y saneamiento, reduciendo las disparidades territoriales.	Porcentaje de pérdidas por efecto de fugas	Pérdidas mayor o igual a 40% Pérdidas menor a 40 y mayor a 20% Pérdidas menor o igual a 20%	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	N/A	4	4	N/A	4	N/A
Dentro de la región de Los Lagos no se observa infraestructura o proyectos de infraestructura asociados a fuentes no convencionales para consumo humano	Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el consumo humano a escalas relevantes	Falta de desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales urbanas y rurales para mejorar el bienestar de la población y contribuir a la economía circular del agua. Falta de investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para asegurar una gestión eficiente, sostenible y asequible del agua.	Uso de fuentes no convencionales de agua en consumo humano	No existen proyectos para uso de fuentes no convencionales para consumo humano Se planifica la implementación de proyectos públicos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	4	4	4	4

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica

Esta dimensión abordó la relación entre el uso del recurso hídrico y las actividades productivas clave en la región. El enfoque principal fue identificar las brechas en la eficiencia hídrica en estos sectores. Las brechas se centraron en la necesidad de mejorar el uso eficiente del agua en los procesos productivos y en asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las actividades económicas.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y *baja criticidad* con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada.

En la Tabla 4.2-2 y la Tabla 4.2-3 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

Tabla 4.2-2 Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Lagos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Limite Décima Región
En la región de Los Lagos, la eficiencia de aplicación de riego promedio estimada para el año 2023 es del 64%. Esta eficiencia varía entre un 55% y un 71%, siendo la cuenca "Costeras entre R.Puelo y R.Yelcho" la que presenta el valor más bajo, y la cuenca "Río Puelo" el valor más alto. Esta disparidad en la eficiencia de aplicación de riego sugiere la necesidad de promover mejoras en la gestión del agua, con el fin de aumentar la productividad de los cultivos y mitigar los impactos del cambio climático (mayor detalle en Anexo 14.02).	Déficit en tecnificación del riego y modernización de sistemas de control de heladas.	Falta de infraestructura especializada y transición socioecológica justa para la gestión sostenible del agua a nivel de cuenca, conciliando el consumo de agua con la disponibilidad. Falta de modernización de los sistemas de riego y promoción del uso eficiente y sostenible del agua mediante tecnologías y consideraciones ambientales.	Eficiencia de aplicación de riego (%) (año 2023)	Eficiencia de riego ≤ 50% 50% < Eficiencia de riego < 60% Eficiencia de riego ≥ 60%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	2	1	2	1	1
En la región de Los Lagos se identifican aproximadamente 6 km de canales, ubicados principalmente en la cuenca Río Bueno, donde se concentra aproximadamente el 79% de la red total. En otras cuencas de la región la presencia de canales es menor o nula. Es fundamental mantener estos canales para minimizar las pérdidas de agua por filtración y evaporación, lo que a su vez mejora la eficiencia en la distribución del recurso hídrico (mayor detalle en Anexo 14.01).	Deterioro en el sistema de distribución de agua para riego.	Falta de modernización de los sistemas de riego y promoción del uso eficiente y sostenible del agua mediante tecnologías y consideraciones ambientales.	Longitud total de canales de riego	Concentra más del 70% de los canales de la región. Concentra entre el 20 y el 70% de los canales de la región. Concentra menos del 20% de los canales de la región.	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	2	1	1	1	1	1	1
Según la tendencia histórica, se prevé que la demanda hídrica agrícola en la región de Los Lagos aumentará en un 172% para el año 2055. A pesar de que en los últimos 14 años se ha observado una reducción de la superficie dedicada a gran parte de los cultivos y un aumento significativo en la de praderas mejoradas y viñas y parronales, los cuales muestran una mejor adaptación a condiciones de estrés hídrico en comparación con otros cultivos, aún es necesario, dadas las proyecciones, fomentar la investigación y el desarrollo de cultivos más resistentes a la sequía y menos dependientes del riego (mayor detalle en acápite 2.2.3 del estudio).	Aumento de la demanda de agua para riego debido a superficies de cultivo con uso intensivo de agua.	Insuficiente investigación e identificación de nuevas fuentes de agua y gestión integrada del recurso con la infraestructura necesaria para su uso eficiente.	Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica agrícola (Periodo 2023-2055)	Variación ponderada de la demanda ≥ 100% 20% < Variación ponderada de la demanda < 100% Variación ponderada de la demanda ≤ 20%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	2	2	2	1	2	2
En la región de Los Lagos no se identifican Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUAs).	Descoordinación entre las instituciones con atribuciones en la gestión del agua de la cuenca (Juntas de vigilancia, organizaciones de usuarios, organismos del Estado, etc.).		Presencia de OUAs	No hay presencia de OUAs o solo CA/AC Presencia de CAS o JV Presencia de JV y CAS	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	4	4	4	4
Se proyecta que, en la región de Los Lagos, la demanda total de agua por parte de la industria manufacturera aumentará un 195% durante el periodo 2023-2055. Este incremento está directamente relacionado con el desarrollo y crecimiento del sector industrial en la región. Ante esta situación, es fundamental adoptar tecnologías innovadoras y eficientes para asegurar una gestión sostenible del recurso hídrico en el sector industrial. (mayor detalle en acápite 2.2.6 del estudio).	Déficit de modernización de tecnologías y optimización del uso a través de equipos y procesos para la eficiencia hídrica en la producción minera e industrial	-	Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica industrial (Periodo 2023-2055)	Variación ponderada de la demanda ≥ 70% 30% < Variación ponderada de la demanda < 70% Variación ponderada de la demanda ≤ 30%	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	1	1	1	1	2	1

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2-3 Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Lagos (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Limite Décima Región
En la región de Los Lagos no se identifican obras de acumulación. Respecto a las proyecciones de la oferta hídrica superficial, se observa una tendencia a la baja hasta el año 2055, lo que podría resultar en una reducción de los volúmenes aportantes a posibles futuros proyectos de acumulación (ver acápite 2.3.1.1 del estudio para más detalle).	Disminución de aportes superficiales a obras de acumulación.	-	Disminución de la oferta hídrica superficial (Periodo 2025-2055).	Disminución de la oferta hídrica superficial $\geq 7\%$ 4 < variación de la oferta hídrica superficial < 7% Disminución de la oferta hídrica superficial $\leq 4\%$	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	2	2	2	4	2	4
En la región de Los Lagos, se han llevado a cabo obras multipropósito para asegurar el suministro de agua utilizando fuentes no convencionales. Según la información disponible, estas obras se limitan a obras de desalinización y cosecha de aguas lluvias . No se dispone de antecedentes sobre la implementación de otras obras ni sobre la existencia de proyectos futuros en esta área (mayor detalle en acápite 3.1.1.6 del estudio).	Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el desarrollo de actividades productivas a escalas relevantes.	Falta de infraestructura que promuevan la seguridad hídrica, con obras públicas resilientes para la adaptación territorial y climática.	Presencia de obras o proyectos multipropósito para el abastecimiento de agua desde fuentes no convencionales	No existen proyectos para uso de fuentes no convencionales. Se planifica la implementación de proyectos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales. Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1	4	4	1	4

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas

En esta dimensión, la atención se enfocó en el equilibrio entre el uso del agua y la protección de los ecosistemas naturales, especialmente en áreas de alta biodiversidad y valor ambiental. Las brechas se identificaron en relación con la conservación de los caudales ecológicos, la preservación de humedales. El objetivo fue garantizar que el uso del agua no comprometiera la integridad de los ecosistemas acuáticos y terrestres en la región.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada

En la Tabla 4.2-4 y la Tabla 4.2-5 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y su clasificación para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha.



Tabla 4.2-4 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Lagos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Límite Décima Región
Una práctica agrícola que no prioriza la eficiencia en el uso de agroquímicos conduce a la contaminación del suelo, agua y aire, así como a la generación de pasivos ambientales. En la Región de Los Lagos, donde la producción de leche y carne es predominante, el uso de fertilizantes y pesticidas está aumentando. Un estudio de 2023 indicó que el 45% de las muestras de agua en áreas agrícolas presentaron niveles de nitratos superiores a los recomendados (Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2023).	Escaso manejo de contaminantes y pasivos ambientales en agricultura		Calidad de agua, parámetro nitrato en la Cuenca	Sobre el límite permitido de 50 mg/L=Alta criticidad. Entre 40 a 50 mg/L=Media criticidad. Bajo 40 mg/L=baja criticidad	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	s/i	1	s/i	1	1
En la Región de Los Lagos, el deterioro de la calidad de agua se ve agravado por la falta de infraestructura de saneamiento en localidades rurales. Según un informe de 2023, el 60% de las localidades rurales no cuentan con sistemas adecuados para el tratamiento de aguas servidas, afectando directamente la calidad del agua en lagos y ríos (Fuente: Ministerio de Obras Públicas, 2023).	Deterioro de la calidad de aguas debido a las descargas de aguas servidas desde localidades rurales sin servicios de saneamiento	Falta de gobernanza territorial de la sostenibilidad hídrica enfocada en ecosistemas prioritarios y en la reducción de emisiones contaminantes a los cuerpos de agua, así como en el tratamiento de aguas residuales	% de cobertura de alcantarillado	70% de cobertura o inferior=Alta criticidad. 70 al 90%=Media criticidad. Sobre el 90%=Baja criticidad	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	4	4	4	4
La Región de Los Lagos enfrenta riesgos significativos de contaminación debido a la actividad industrial, especialmente en la producción de salmones. Las crecidas y las inundaciones pueden llevar a la dispersión de contaminantes provenientes de la acuicultura. En 2022, se registraron niveles elevados de químicos utilizados en la industria del salmón en cuerpos de agua cercanos a centros de producción tras eventos de inundación (Fuente: Sernapesca, 2022).	Riesgos de contaminación de las aguas por parte de sector industrial y minero asociado a eventos de crecidas e inundaciones		Ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápíte 2.3.2)	Alta Criticidad (Valor 4): Ocurrencia de eventos históricos de inundaciones o aluviones Baja Criticidad (Valor 1): Inexistencia de eventos históricos de inundaciones o aluviones	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	4	1	4	1	1	1	s/i
En la Región de Los Lagos, la expansión agrícola y el cambio de uso del suelo han impactado negativamente en los ecosistemas acuáticos. Un estudio de 2023 mostró que el 50% de los humedales de la región han sufrido alteraciones debido a la expansión de la ganadería y la agricultura, comprometiendo su capacidad de mantener la calidad del agua (Fuente: Centro de Humedales de la Universidad Austral, 2023).	Ecosistemas adyacentes a sistemas acuáticos afectadas por cambio de uso de suelo o uso productivo intensivo	Falta de restauración de áreas degradadas y establecimiento de metas específicas de mejora ambiental en las ciudades, priorizando el consumo humano de agua potable en zonas rurales. Falta de integración de consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de suelo rural, para equilibrar la conservación de ecosistemas acuáticos con la seguridad hídrica humana.	Tasa de deforestación en la región de los lagos en los últimos 20 años. Datos de MAPBIOMAS Chile, abril de 2024. Se calcula como: Tasa de Deforestación Anual(%) =(bosque nativo al inicio- bosque nativo final/ bosque nativo al inicio)x(T/100). T es el periodo de 20 años.	Alta criticidad: Tasa de deforestación anual mayor al 2%. Media criticidad: Tasa de deforestación anual entre 1% y 2%. Baja criticidad: Tasa de deforestación anual menor al 1%.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1	1	1	1	1
La Región de Los Lagos carece de normas secundarias específicas para la calidad de aguas superficiales, lo que ha dificultado la gestión efectiva de la contaminación en ríos y lagos, especialmente en aquellos utilizados para el turismo y la pesca. En 2023, el 35% de los cuerpos de agua monitoreados superaron los niveles aceptables de fósforo y nitrógeno, exacerbando problemas de eutrofización (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2023).	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas superficiales	Falta de integración de los sistemas naturales en la planificación territorial mediante políticas sectoriales y normativas que prioricen la protección, restauración y remediación, así como la medición de variables ambientales y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación.	Existencia de Norma Secundaria de Aguas Superficiales	Alta criticidad: Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	2	2	2	2	2	2

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2-5 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Lagos (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Límite Décima Región
En la Región de Los Lagos, la falta de normas secundarias para la calidad de aguas subterráneas es crítica, especialmente considerando la importancia de los acuíferos para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales. Un informe de 2023 reveló que el 40% de los pozos monitoreados presentaron niveles preocupantes de contaminación por nitratos y coliformes fecales (Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, 2023).	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas subterráneas	Falta de integración de los sistemas naturales en la planificación territorial mediante políticas sectoriales y normativas que prioricen la protección, restauración y remediación, así como la medición de variables ambientales y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación.	Existencia de Norma Secundaria de Aguas Subterráneas	Alta criticidad: Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Subterráneas Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Subterráneas	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	2	2	2	2	2	2
En la Región de Los Lagos, el monitoreo de la calidad del agua y la hidrometría es insuficiente, afectando la capacidad de respuesta ante eventos de contaminación y cambios hidrológicos. Un informe de 2023 señaló que solo el 30% de las estaciones de monitoreo cumplen con los estándares necesarios para un seguimiento adecuado (Fuente: Dirección General de Aguas, 2023).	Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de aguas e hidrometría		Frecuencia de monitoreo, información disponible en línea de la página de la Dirección General de Aguas	Alta criticidad: Menos del 50% de los parámetros necesarios monitoreados. Media criticidad: Entre 50% y 75% de los parámetros necesarios monitoreados. Baja criticidad: Más del 75% de los parámetros necesarios monitoreados.	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	2	4	4	4	4	4	1
En la Región de Los Lagos, la capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad del agua se ha visto comprometida por la reducción de áreas boscosas y humedales. Un estudio de 2022 indicó que el 43% de los humedales han perdido su capacidad de regulación hídrica debido a la deforestación y el cambio de uso de suelo (Fuente: Instituto Forestal, 2022).	Pérdida de capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad ambiental de las aguas y mantener servicios ecosistémicos		Se le asigna un valor de acuerdo a la calidad del agua de cada cuenca, de acuerdo al estudio Diagnóstico de la Calidad de Agua Subterránea región de los Lagos, por la importancia en la recarga de Humedales en la Región.	Alta Criticidad: Oferta hídrica menor al 40% del caudal ambiental necesario. Media Criticidad: Oferta hídrica entre 40% y 75% del caudal ambiental necesario. Baja Criticidad: Oferta hídrica mayor al 75% del caudal ambiental necesario.	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	2	4	2	4	2	2
La degradación de los humedales en la Región de Los Lagos ha provocado la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del agua y la conservación de la biodiversidad. Según un informe de 2023, el 42% de los humedales han sufrido alteraciones significativas debido a la actividad humana, afectando su capacidad para ofrecer estos servicios (Fuente: Fundación Humedales Chilenos, 2023).	Degradación y pérdida de servicios ecosistémicos provistos por humedales, salares u otro tipo de ecosistema acuático	Falta de integración de los sistemas naturales en la planificación territorial mediante políticas sectoriales y normativas que prioricen la protección, restauración y remediación, así como la medición de variables ambientales y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación. Falta de gobernanza territorial de la sostenibilidad hídrica enfocada en ecosistemas prioritarios y en la reducción de emisiones contaminantes a los cuerpos de agua, así como en el tratamiento de aguas residuales	Cobertura de Protección de humedales = Superficie de Humedales Protegidos / Superficie Total de Humedales en la Cuenca. Considera cualquier tipo de Humedal informado en shape oficial de Ministerio de Medio Ambiente.	Alta Criticidad (4): Porcentaje de Protección < 5% Media Criticidad (2): 5% ≤ Porcentaje de Protección < 25% Baja Criticidad (1): Porcentaje de Protección ≥ 25%	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	4	1	4	1	2	1

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
Fuente: Elaboración propia
a.

4.2.5 Brechas para la seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación

En esta dimensión, el foco estuvo en la capacidad de las cuencas hidrográficas para enfrentar amenazas relacionadas con el cambio climático y eventos extremos, como sequías prolongadas, inundaciones o episodios de contaminación. Las brechas identificadas se relacionaron con la vulnerabilidad de las cuencas ante estos fenómenos y la necesidad de fortalecer las infraestructuras de almacenamiento y protección. El objetivo fue asegurar la resiliencia de las cuencas frente a eventos futuros y reducir el riesgo de desastres hídricos.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada

En la Tabla 4.2-6 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

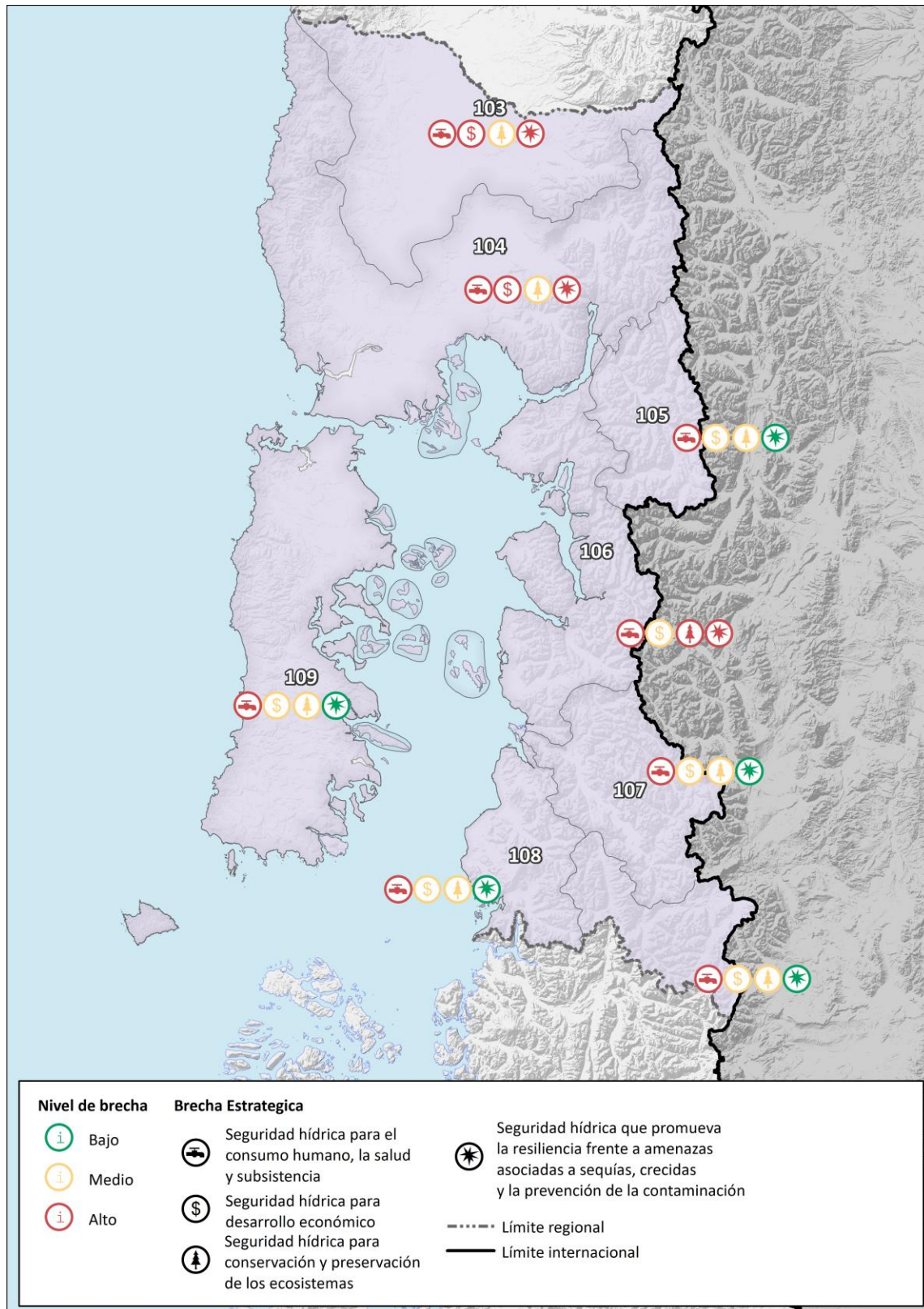
Tabla 4.2-6 Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Los Lagos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Río Bueno	Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo	Río Puelo	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho	Río Yelcho	Costeras entre R.Yelcho y límite Regional	Islas Chiloé y Circundantes	Río Palena y Costeras Límite Décima Región
Dentro de la región solo se observan obras de defensa fluvial que intervienen los principales cauces, estos se han visto amenazados en términos de infraestructura y humano (MOP, 2012).Por otra parte, también se identifican dos planes de drenaje de aguas lluvias en el sector de Alerce y en la comuna de Puerto Montt.	Baja efectividad de sistemas de drenaje de aguas lluvia	Falta de soluciones de drenaje urbano sostenible y/o infraestructura verde para proteger el territorio y la población de los fenómenos climáticos extremos y facilitar el drenaje de aguas pluviales.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección a eventos extremos. Se incluye la ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 2.3.2)	Variación porcentual sobre 20% de Pp24 en eventos extremos. Ocurrencia Histórica de eventos de inundación o aluvión. Variación porcentual entre 1 y 20% de Pp24 en eventos extremos Variación porcentual bajo el 1% de Pp24 en eventos extremos	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	1	4	1	1	2	1
Dentro de la región solo se observan obras de defensa fluvial que intervienen los principales cauces, estos se han visto amenazados en términos de infraestructura y humano (MOP, 2012).	Aumento del impacto de eventos de crecida asociado a precipitaciones intensas.	Falta de infraestructura resiliente que incorpore factores socioeconómicos y proteja a la población de los peligros relacionados con el clima, promoviendo la adaptación y mitigación del cambio climático.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección en relación a la densidad poblacional de la cuenca. Se incluye la ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 2.3.2)	Densidad poblacional >= 100 h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp. Ocurrencia Histórica de eventos de inundación o aluvión. Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	1	4	1	1	1	1
Dentro de la región solo se observan obras de defensa fluvial que intervienen los principales cauces, estos se han visto amenazados en términos de infraestructura y humano (MOP, 2012).	Aumento del impacto por eventos de deslizamientos de tierra sobre infraestructura y poblaciones.	Falta de infraestructura resiliente que incorpore factores socioeconómicos y proteja a la población de los peligros relacionados con el clima, promoviendo la adaptación y mitigación del cambio climático.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección en relación a la densidad poblacional de la cuenca	Densidad poblacional >= 100 h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	2	1	2	2	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Resumen de brechas estratégicas

En la Figura 4.2-1 se presenta un resumen de las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.2-1 Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Los Lagos

4.3 BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA

En este acápite se presentan las brechas relativas a las obras de infraestructura hídrica, específicamente vinculadas a la disponibilidad de información hídrica.

4.3.1 Desarrollo matriz OAI

4.3.1.1 Objetivos

i. Dimensión para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia

- Asegurar el acceso universal a los servicios de infraestructura esenciales, en particular en comunidades marginadas y desatendidas, garantizando el derecho humano al agua mediante servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros y asequibles. La meta es proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y mejorar la calidad de vida, con un enfoque de género. Esto incluye priorizar el apoyo a los asentamientos rurales más pequeños, mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica para fomentar el crecimiento sostenible. El objetivo también establece estándares mínimos para la infraestructura urbana y alienta proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios, priorizando soluciones que garanticen el agua potable y la sostenibilidad del agua. El objetivo es aumentar la cobertura de los servicios de saneamiento rural y reducir el número de hogares desconectados de un sistema de suministro de agua en las zonas rurales de la región.
- Asegurar estándares de servicios de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad de las personas a los riesgos siconaturales y disminuyan las disparidades sociales, promoviendo una mayor equidad en la prestación de servicios como el derecho al saneamiento. Se busca priorizar el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales urbanas y rurales para mejorar el bienestar de la población, proteger la calidad ambiental y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Adicionalmente, se busca promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para la gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, garantizando la calidad para diversas aplicaciones. Se busca también mejorar la calidad, la sostenibilidad a largo plazo y la administración de los servicios básicos en zonas rurales, revirtiendo y previniendo la segregación social urbana.

ii. Dimensión para la producción sostenible y eficiencia hídrica

- Se espera que la región cuente con servicios de infraestructura que promuevan la seguridad hídrica, con obras públicas resilientes para la adaptación territorial y climática para 2055, posibilitadas por diseños y soluciones de infraestructura verde innovadores y basados en la naturaleza. También se busca identificar oportunidades

territoriales actuales y futuras para expandir la base económica de las áreas rurales a través de diversas actividades competitivas relacionadas con el agua, promoviendo el dinamismo económico local y el empleo.

- Aprovechar las ventajas tecnológicas vinculadas a los recursos naturales y al capital humano, promover infraestructura especializada para sectores clave y fomentar una transición socioecológica justa para la gestión sostenible del agua a nivel de cuenca. Esto incluye promover prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad, implementar una gestión integrada del agua con la infraestructura, priorizar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua e incentivar el uso eficiente y sostenible del agua mediante la modernización de los sistemas y la incorporación de consideraciones ambientales. La región también enfatiza la implementación de compromisos para una región sostenible e inclusiva, respondiendo a los desafíos del sector y contribuyendo al uso eficiente y sostenible del agua de riego a través de un plan de gestión con participación de los interesados.

iii. Dimensión para la conservación y preservación de los ecosistemas

- Preservar los ecosistemas, abogar por un desarrollo descentralizado y geográficamente equilibrado con servicios de infraestructura, sistemas económicos productivos y asentamientos distribuidos alineados con las diversas capacidades y aptitudes de cada territorio. Para ello, la región pretende integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de suelo rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con la necesidad humana de seguridad hídrica y promoviendo prácticas sostenibles de uso de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Finalmente, la región espera incentivar la restauración de áreas degradadas y establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, priorizando soluciones que aseguren el consumo humano de agua potable en zonas rurales y la sostenibilidad hídrica a través de la gestión integrada de cuencas. Adicionalmente, la región pretende contribuir a la construcción e implementación de una gobernanza territorial de la sostenibilidad hídrica, enfocándose en ecosistemas prioritarios para la conservación y reparación del ciclo del agua. Asimismo, la región busca reducir las emisiones contaminantes a los cuerpos de agua y disminuir el porcentaje de aguas residuales no tratadas a nivel regional.
- Integrar los sistemas naturales en la planificación territorial, enfocándose en su protección, restauración y remediación a través de políticas sectoriales y normativas. Priorizar la medición de variables ambientales, la construcción sostenible y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación.

iv. Dimensión para la resiliencia frente a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación

- Reducir la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos, promover una infraestructura resiliente e incorporará factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La región también pretende proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y garantizar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque estará en el desarrollo de servicios de infraestructura pública que se integren con el paisaje natural, al mismo tiempo que sean resilientes a las emergencias socionaturales y la adaptación y mitigación del cambio climático. Además, la región actualizará su gestión del riesgo de desastres, incluida la implementación de obras de drenaje pluvial y defensa de ríos que incorporen soluciones de drenaje urbano sostenible y/o infraestructura verde para la protección del territorio y la población. Por último, la región elaborará y actualizará Planes Maestros de evacuación y drenaje de aguas pluviales de acuerdo a la Ley N° 19.525, para facilitar su fácil escurrimiento y disposición, y evitar daños a las personas, viviendas e infraestructura urbana en general.

4.3.1.2 Acciones o Iniciativas 2010 – 2022

En análisis de las iniciativas estratégicas de inversión en la región de Los Lagos (ver acápite 3.1.2) se identificaron un total de 90 iniciativas entre 2010 y 2022, distribuidas en conservación de recursos hídricos, consumo humano, desarrollo económico y resiliencia ante eventos extremos. Las iniciativas de infraestructura hídrica estructural corresponden, principalmente, a redes hidrométricas, infraestructura de riego, obras de acumulación de agua, redes de aguas lluvias, drenaje de aguas y conservación de riberas. Cabe señalar que, en el caso de las iniciativas regionales, se han aplicado para todas las cuencas de la región.

Las iniciativas de infraestructura hídrica estructural corresponden, principalmente, a redes hidrométricas, producción y distribución de agua potable y tratamiento de aguas servidas, desalinización, infraestructura de riego, infraestructura de distribución de agua, obras de acumulación de agua, reúso de aguas residuales, redes de aguas lluvias, captación de aguas, trasvase de aguas, recarga de acuíferos y conservación de riberas. Cabe señalar que, en el caso de las iniciativas regionales, se han aplicado para todas las cuencas de la región.

Con el objetivo de vincular las iniciativas catastradas, con los objetivos estratégicos regionales, se presentan en la Tabla 4.3-1 y Tabla 4.3-2 las tipologías de iniciativas y las medidas asociadas que potencialmente podrían ayudar a alcanzar los objetivos estratégicos.

Tabla 4.3-1 Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Lagos

Objetivos y problemas identificados en la región (O)		Tipo de iniciativas necesarias para alcanzar objetivos (A)		
Dimensión estratégica SH Nacional	Objetivos regionales específicos	Infraestructura estructural	Infraestructura no estructural	Medidas de Gestión
D1. Derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia	Asegurar el acceso universal a los servicios de infraestructura esenciales, en particular en comunidades marginadas y desatendidas, garantizando el derecho humano al agua mediante servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros y asequibles. La meta es proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y mejorar la calidad de vida, con un enfoque de género. Esto incluye priorizar el apoyo a los asentamientos rurales más pequeños, mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica para fomentar el crecimiento sostenible. El objetivo también establece estándares mínimos para la infraestructura urbana y alienta proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios, priorizando soluciones que garanticen el agua potable y la sostenibilidad del agua. El objetivo es aumentar la cobertura de los servicios de saneamiento rural y reducir el número de hogares desconectados de un sistema de suministro de agua en las zonas rurales de la región.	Producción-distribución de agua potable	Estudio hidrogeológico disponibilidad hídrica	Creación de capital humano Planes y políticas
		Saneamiento y tratamiento de aguas servidas	Estudios de saneamiento	Creación de capital humano Planes y políticas
		Captación de aguas	Estudios para abastecimiento de agua potable	Reservas de agua Planes y políticas Análisis situación legal DAA
		Captación de aguas	Reservas y áreas de protección de recursos hídricos Estudios para abastecimiento de agua potable	
		Infraestructura de distribución de agua	Estudio obras de distribución de aguas	
	Asegurar estándares de servicios de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad de las personas a los riesgos siconaturales y disminuyan las disparidades sociales, promoviendo una mayor equidad en la prestación de servicios como el derecho al saneamiento. Se busca priorizar el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales urbanas y rurales para mejorar el bienestar de la población, proteger la calidad ambiental y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Adicionalmente, se busca promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para la gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, garantizando la calidad para diversas aplicaciones. Se busca también mejorar la calidad, la sostenibilidad a largo plazo y la administración de los servicios básicos en zonas rurales, revirtiendo y previniendo la segregación social urbana.	Desalinización Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia) Recarga artificial de acuíferos	Estudios de desalación Estudio de reúso de aguas Estudios de aguas lluvias Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
D2. Producción sostenible y eficiencia hídrica	Se espera que la región cuente con servicios de infraestructura que promuevan la seguridad hídrica, con obras públicas resilientes para la adaptación territorial y climática para 2055, posibilitadas por diseños y soluciones de infraestructura verde innovadores y basados en la naturaleza. También se busca identificar oportunidades territoriales actuales y futuras para expandir la base económica de las áreas rurales a través de diversas actividades competitivas relacionadas con el agua, promoviendo el dinamismo económico local y el empleo.	Obras de acumulación de agua Trasvase de aguas	Reglas de operación para embalses Estudios obras de acumulación de agua	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA Fortalecimiento y formalización de OUA Planes y políticas
		Desalinización Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia) Recarga artificial de acuíferos	Estudios de desalación Estudio de reúso de aguas Estudios de aguas lluvias Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
	Aprovechar las ventajas tecnológicas vinculadas a los recursos naturales y al capital humano, promover infraestructura especializada para sectores clave y fomentar una transición socioecológica justa para la gestión sostenible del agua a nivel de cuenca. Esto incluye promover prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad, implementar una gestión integrada del agua con la infraestructura, priorizar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua e incentivar el uso eficiente y sostenible del agua mediante la modernización de los sistemas y la incorporación de consideraciones ambientales. La región también enfatiza la implementación de compromisos para una región sostenible e inclusiva, respondiendo a los desafíos del sector y contribuyendo al uso eficiente y sostenible del agua de riego a través de un plan de gestión con participación de los interesados.	Infraestructura de riego	Estudios para la conservación obras de riego Estudio sistemas de riego	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA
		Infraestructura de distribución de agua	Estudio obras de distribución de aguas	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA
		Captación de aguas	Incentivos para el recambio cultivos de menor requerimiento hídrico Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Campañas para el recambio cultivos de menor requerimiento hídrico
			Diagnóstico de OUA y DAA	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA Fortalecimiento y formalización de OUA Planes y políticas
		Redes hidrométricas y telemedición	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Creación de capital humano

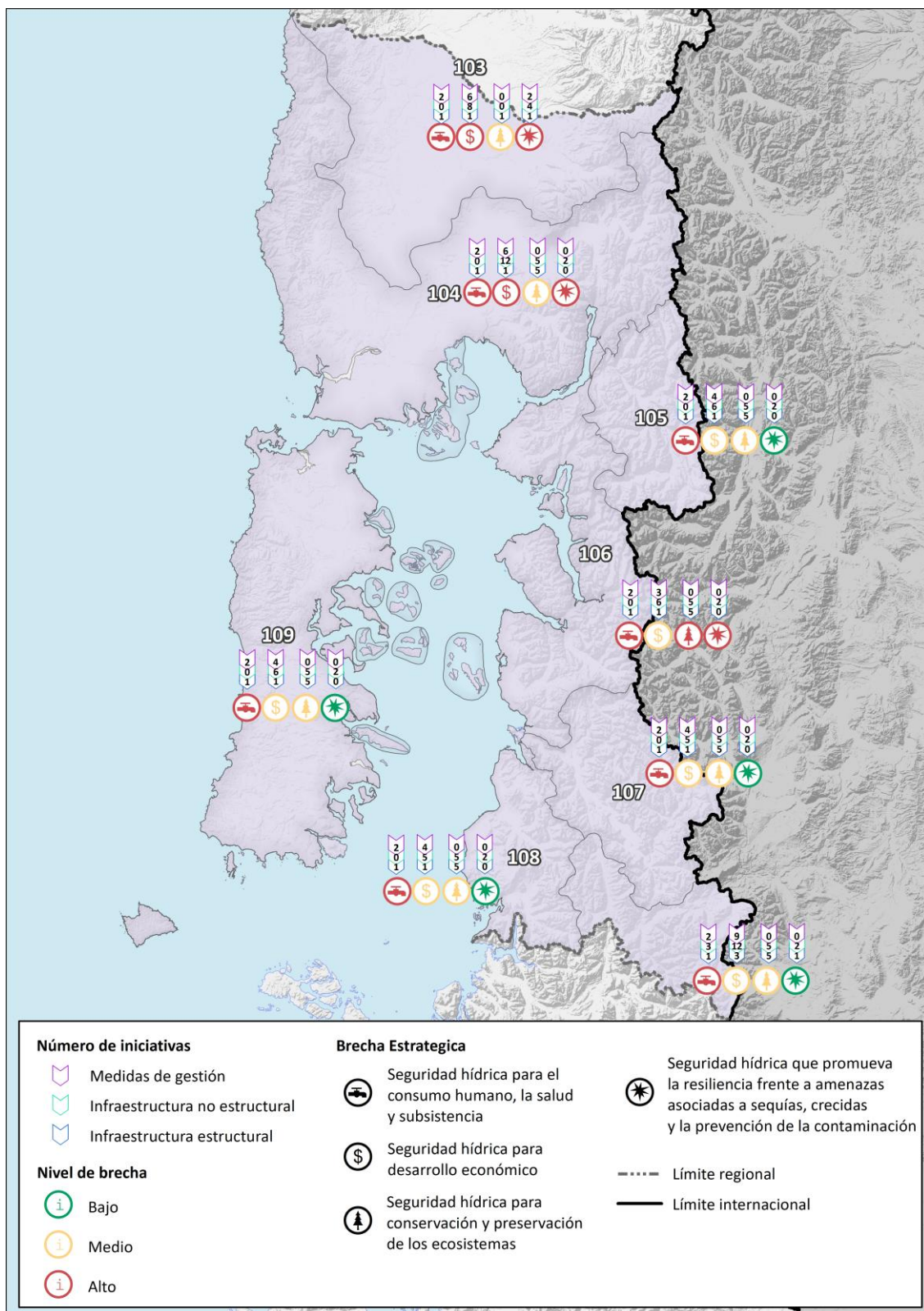
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3-2 Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Lagos (continuación)

Objetivos y problemas identificados en la región (O)		Tipo de iniciativas necesarias para alcanzar objetivos (A)		
Dimensión estratégica SH Nacional	Objetivos regionales específicos	Infraestructura estructural	Infraestructura no estructural	Medidas de Gestión
D3. Conservación y preservación de los ecosistemas	Preservar los ecosistemas, abogar por un desarrollo descentralizado y geográficamente equilibrado con servicios de infraestructura, sistemas económicos productivos y asentamientos distribuidos alineados con las diversas capacidades y aptitudes de cada territorio. Para ello, la región pretende integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de la tierra rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con la necesidad humana de seguridad hídrica y promoviendo prácticas sostenibles de uso de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Finalmente, la región espera incentivar la restauración de áreas degradadas y establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, priorizando soluciones que aseguren el consumo humano de agua potable en zonas rurales y la sostenibilidad hídrica a través de la gestión integrada de cuencas. Adicionalmente, la región pretende contribuir a la construcción e implementación de una gobernanza territorial de la sostenibilidad hídrica, enfocándose en ecosistemas prioritarios para la conservación y reparación del ciclo del agua. Asimismo, la región busca reducir las emisiones contaminantes a los cuerpos de agua y disminuir el porcentaje de aguas residuales no tratadas a nivel regional.	Reúso de aguas residuales	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo riesgos de contaminación de aguas
		Saneamiento y tratamiento de aguas servidas	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Creación de capital humano Manejo riesgos de contaminación de aguas
		Reúso de aguas residuales	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas
	Integrar los sistemas naturales en la planificación territorial, enfocándose en su protección, restauración y remediación a través de políticas sectoriales y normativas. Priorizar la medición de variables ambientales, la construcción sostenible y el análisis del uso del suelo para mitigar riesgos de degradación.	-	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Reservas de agua
		Redes hidrométricas y telemedición	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Creación de capital humano Planes y políticas
		Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación y restauración de riberas y cauces	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Reservas de agua
D4. Resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación	Reducir la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos, promover una infraestructura resiliente e incorporará factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La región también pretende proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y garantizar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque estará en el desarrollo de servicios de infraestructura pública que se integren con el paisaje natural, al mismo tiempo que sean resilientes a las emergencias sicionaturales y la adaptación y mitigación del cambio climático. Además, la región actualizará su gestión del riesgo de desastres, incluida la implementación de obras de drenaje pluvial y defensa de ríos que incorporen soluciones de drenaje urbano sostenible y/o infraestructura verde para la protección del territorio y la población. Por último, la región elaborará y actualizará Planes Maestros de evacuación y drenaje de aguas pluviales de acuerdo a la Ley N° 19.525, para facilitar su fácil escurrimiento y disposición, y evitar daños a las personas, viviendas e infraestructura urbana en general.	Redes de aguas lluvias Drenaje de aguas	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
		Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres Defensa fluvial y aluvional	Estudios de riesgo fluvial y aluvional Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
			Analisis sistemas glaciares y periglaciares	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas

Fuente: Elaboración propia

Considerando lo anterior, en la Figura 4.1-3 se presenta un resumen del número de iniciativas catastradas, que por diferentes razones aún no se han ejecutado (ver acápite 3.1.1 y detalles en el Anexo 16.04), y que pudiesen resolver alguna de las diferentes brechas de seguridad hídrica identificadas en el Capítulo 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3-1 Distribución geográfica de iniciativas catastradas sin ejecutar en periodo 2010-2022, asociadas a brechas de seguridad hídrica en la región de Los Lagos

4.3.1.3 Incertidumbres

i. Sobre factores técnicos y disponibilidad de información

En la región de Los Lagos, la ejecución de obras de infraestructura hídrica enfrenta múltiples desafíos técnicos que obstaculizan su desarrollo. Además, la falta de recursos para financiar proyectos de agua potable en zonas rurales agrava la vulnerabilidad de estas comunidades. Otro problema de acceso de información está relacionado a la frecuencia del monitoreo de calidad de agua, que se ha revisado que es insuficiente. Asimismo, la viabilidad técnica y económica de ciertos proyectos, especialmente aquellos relacionados con el saneamiento de aguas relacionado a la adopción de nuevas tecnologías, genera incertidumbre porque no se ha avanzado a nivel nacional en esta temática. Hay impedimento a nivel nacional de avanzar en el reúso de aguas por cuestiones normativas. También en el aspecto de las responsabilidades en la distribución o mantenimiento de obras hidráulicas cuando no hay conformación de comunidades, genera incertidumbre al momento de proyectar obras hidráulicas.

Para el análisis de incertidumbre, se seleccionaron los proyectos del Banco Integrado de Proyectos (BIP) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) considerando ciertos criterios específicos. En primer lugar, se incluyeron solo aquellos proyectos ubicados en la región en estudio y relacionados exclusivamente con el sector “Recursos Hídricos”. Además, la selección se limitó a proyectos con financiamiento previsto entre 2015 y 2024 que se encontraban en las etapas de perfil, prefactibilidad o factibilidad.

Los proyectos seleccionados para el análisis corresponden a aquellos cuyo Resultado de Análisis Técnico Económico (RATE) indica recomendación favorable (RS) o no recomendación, ya sea por falta de información (FI), objeciones técnicas (OT) o incumplimiento de normativas (IN).

En función del Resultado de Análisis Técnico Económico (RATE) se identificaron los subsectores con mayor cantidad de proyectos no recomendados. Para esto se calculó el porcentaje de proyectos no recomendados respecto al total de proyectos en cada subsector. Esta comparación permitió determinar los subsectores con mayores dificultades para alcanzar una recomendación favorable, proporcionando una base para analizar las causas de las no recomendaciones en aquellos subsectores con porcentajes elevados de proyectos no aprobados.

Posteriormente, se revisaron las fichas de Iniciativas de Inversión (IDI) de los proyectos no recomendados en estos subsectores, con el fin de identificar las causas específicas de

su no aprobación. Esta revisión proporcionó información crucial para reducir la incertidumbre en futuras evaluaciones.

Tabla 4.3-3 Incertidumbres detectadas por tipo de obra de infraestructura en la región de Los Lagos

Servicios Sanitarios (APR)	• Viabilidad técnica y legal: Se requiere certificados de dominio de los terrenos y acreditación de derechos de agua para garantizar la legalidad del proyecto, así como la obtención de las autorizaciones técnicas pendientes por parte de entidades como la DOH y el Servicio de Salud, para asegurar la viabilidad y correcta ejecución de la infraestructura proyectada. • Congruencia e imprecisiones en los antecedentes del proyecto: Se requiere presentar documentación coherente y validada, incluyendo planos y especificaciones técnicas firmadas por profesionales responsables, y una descripción clara de las partes constitutivas del proyecto. Es necesario asegurar la consistencia entre los documentos de respaldo y la identificación de los beneficiarios, así como justificar la inclusión de beneficiarios adicionales. Además, se debe detallar adecuadamente los costos y tarifas proyectadas para garantizar la precisión y validez de la información utilizada en la justificación del proyecto. • Planificación y viabilidad económica: Se requiere justificar detalladamente los costos y partidas presupuestarias, incluyendo gastos de consultoría y administrativos, además de proporcionar desgloses específicos y análisis de precios unitarios. También es necesario proyectar adecuadamente la demanda, diferenciando entre población estable y flotante, y recalculer los costos por beneficiario basados en una caracterización precisa para asegurar la coherencia y eficiencia económica del proyecto. • Discrepancias en la ficha IDI: Se requiere corregir inconsistencias en la justificación, descripción del proyecto, resultados, calendario de inversiones, y en la incorporación de indicadores económicos como el Valor Actualizado de Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE). Por otra parte, los presupuestos y la cantidad de beneficiarios no coinciden entre la ficha IDI y otros documentos, lo cual requiere una revisión exhaustiva y ajustes para asegurar la coherencia en la información presentada. • Operación y viabilidad del sistema: se requiere acreditar la entidad responsable que asumirá la operación y mantenimiento del sistema, asegurando la sostenibilidad operativa a largo plazo. Es fundamental definir los costos anuales de operación y mantenimiento, desglosados por tipo de gasto, y obtener las aprobaciones técnicas necesarias de las entidades pertinentes para garantizar la viabilidad y el funcionamiento adecuado del sistema proyectado.
----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia en base a Fichas BIP y Cartera de iniciativas

ii. Sobre factores Socioambientales

En la región de Los Lagos, puesto que no existe minería significativa, aun así, reporta conflictos en relación a este tema debido a la resistencia de la población local a nuevas actividades expansivas y extractivas, como prospecciones mineras en nuevas áreas. Los habitantes muestran una fuerte oposición por los potenciales daños ambientales que

esto puede provocar. Este es el caso de la defensa territorial relacionada con la explotación de yacimientos de carbón en la Isla Guafo, Quellón (Uribe-Sierra, 2023).

Las organizaciones de defensa ambiental en la Región de Los Lagos están conscientes unas de otras y comparten estrategias similares, principalmente en la educación y comunicación ambiental. Las organizaciones de la región identificadas son: Fundación Legado Chile, ONG Defendamos Chiloé, Cerro i-Mar (Universidad de Los Lagos), Red Plurinacional de Humedales (Atria Galaz, 2022).

Un conflicto importante en el seno de Reloncaví, Región de Los Lagos, tiene relación con las potenciales “zonas de sacrificio” por actividad acuicultura, en especial en zonas como San José (Calbuco) y Chinquihue (Puerto Montt) que concentra casi el 60% de los desembarques, siendo un eje central de la industria del salmón en Chile. A pesar de su relevancia económica, la industria enfrenta serias críticas por su manejo ambiental, incluyendo el uso excesivo de antibióticos y la contaminación del fondo marino, lo que ha llevado a la eutroficación del agua y la degradación de los ecosistemas. El Estado chileno ha sido ineficaz en regular y mitigar estos impactos, permitiendo que la industria opere con poca supervisión, lo que ha generado daños significativos en el ecosistema marino y riesgos para la salud de la población. Además, la expansión de la industria ha desplazado a las comunidades costeras, afectando sus actividades tradicionales, acceso a recursos pesqueros, y degradando sus condiciones de vida. Estos factores han llevado a la consideración del seno de Reloncaví como una zona de sacrificio en desarrollo, lo que subraya la necesidad de una zonificación participativa y un estudio integral de impacto socioambiental para asegurar la sustentabilidad y conservación de estas áreas para las futuras generaciones (Maldonado, 2021).

4.3.2 Identificación de brechas de Infraestructura

A continuación, se presenta la identificación de brechas de infraestructura para la región.

La metodología para asignar brechas de infraestructura hídrica por cuenca se desarrolló mediante un proceso sistemático que comenzó con la definición de objetivos específicos de gestión del agua, organizados en torno a cuatro dimensiones clave de seguridad hídrica: derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano (D1); producción sostenible y eficiencia hídrica (D2); conservación de ecosistemas (D3); y resiliencia ante amenazas como sequías, crecidas y contaminación (D4).

Con estos objetivos como base, se identificaron brechas estratégicas para cada dimensión de seguridad hídrica. Para evaluar y priorizar las cuencas, se desarrollaron indicadores específicos que reflejan las necesidades de cada una en función de los objetivos establecidos. A cada indicador se le asignó un nivel de criticidad según su urgencia de

intervención, utilizando una escala de alta (valor 4), media (valor 2) y baja (valor 1) criticidad. Esta clasificación facilitó la evaluación de la vulnerabilidad de cada cuenca y guió la asignación de brechas específicas de infraestructura.

Con base en los niveles de criticidad obtenidos, se definieron las intervenciones necesarias para cada cuenca, clasificándolas en infraestructura estructural, infraestructura no estructural y medidas de gestión. Este análisis general de brechas de infraestructura constituye la base para definir la cartera de inversiones en los siguientes capítulos del estudio, proporcionando una visión clara de las necesidades prioritarias en cada área y permitiendo una planificación eficiente de las intervenciones. El detalle del análisis se encuentra en el Anexo 01.05.

En la Tabla 4.3-4 se presenta el universo y las metas por tipología utilizadas para definir la cartera asociada a las iniciativas estratégicas. En el Anexo 01.07, se presenta el detalle por tipo de inversión.

Tabla 4.3-4 Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Los Lagos

Código TP	Tipología de Proyecto (TdP)	Nº inversiones	Universo	Metas
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	142	Población sin Abastecer 2055	-
1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	18	Población sin Abastecer 2055	-
1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	8	Total de APR existentes y Proyectados 2055	-
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	42	Población sin Saneamiento 20255 (AOR existente y proyectado)	-
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	8	Planes de Recursos Hídricos y Riego según Vigencia	-
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras	0	Población sin Abastecer 2055 en sector costero (2 km de borde costero)	-
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua: - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego; - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	8	Normalización de elementos eficientes para APR según Nº de arranques existentes y proyectados	-
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	1	De acuerdo a disminución de recarga y características favorables para la recarga	Máximo 30 ha por cuenca
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego	10	Aguas recolectadas y tratadas en Sistemas APR y APU de emisarios submarinos	-
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones; Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios; Plan de Seguimiento a Planes de Riego	3	Cuantificado según número de inversiones	-
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego; Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego; Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	23	Programa de Embalses DOH	Considera una meta de avance de 5% del total de canales
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales	20	Cuantificado según número de inversiones	-
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	19	Cuantificado según número de inversiones	-
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	7	Cuantificado según número de inversiones	-
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	2	Cuantificado según número de inversiones	-
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	7	Cuantificado según número de inversiones	-
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	8	Cuantificado según número de inversiones	-
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces	23	-	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año); OCAS: Rendimiento de avance 16 km-año
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	2	Priorizar ejecución de estudios	-
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	2	Planes de Manejo de Cauce según Vigencia	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año)
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas	8	Planes de Manejo de Cauce según Vigencia	Rendimiento de avance a validar con región (2 km-año)
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	28	Planes de Aguas Lluvia según Vigencia y Nº de habitantes sector Urbano	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5 IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN

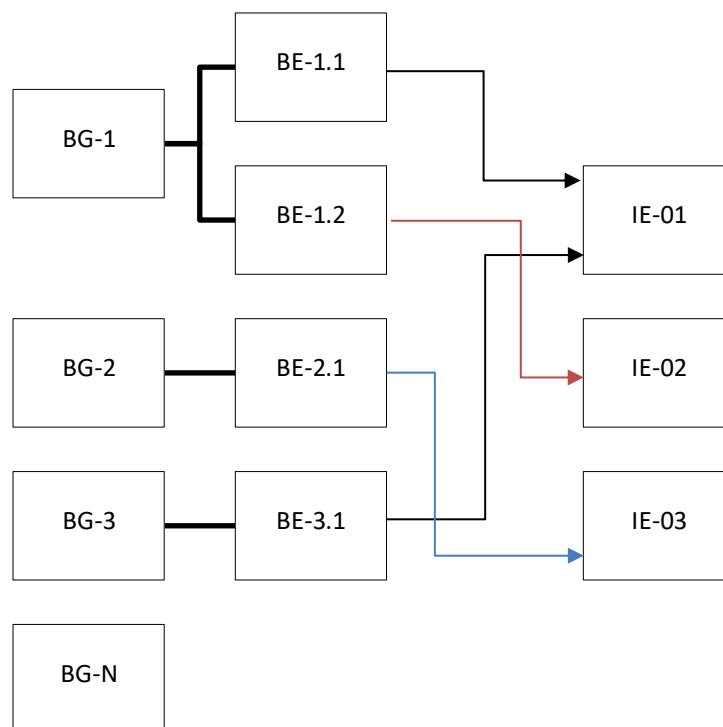
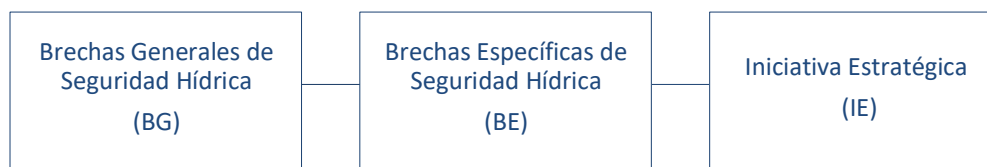
En el presente acápite se identifican las iniciativas estratégicas y sus carpetas de pre/inversión hídrica a considerar en una planificación prospectiva a 2055.

En el Anexo 14.07 se presenta cada Iniciativa Estratégica junto a su carpeta de pre/inversión en detalle.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Una vez identificadas las brechas de seguridad hídrica tanto a nivel nacional como regional, se formularon Iniciativas Estratégicas (IE). Estas buscan abordar las diversas deficiencias y requerimientos detectados en las brechas mencionadas, agrupándolos en temáticas similares. La respuesta a estas problemáticas se planteará a través de una cartera de preinversión e inversión.

En el esquema siguiente se presenta un diagrama entre las brechas y las Iniciativas Estratégicas, denominando “BG” a las Brechas Generales de seguridad Hídrica y “BE” a las Brechas Específicas de Seguridad Hídrica. Es importante destacar que una IE puede dar respuesta a diferentes BE.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.1-1 Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas

Las iniciativas estratégicas son codificadas como:

RRR – INI – EST – NN

Donde *RRR* corresponde a las siglas que identifican la región (LAG), *INI – EST* la abreviación de “Iniciativas Estratégica” y *NN* un número correlativo.

Para esta región se han identificado las siguientes iniciativas estratégicas:

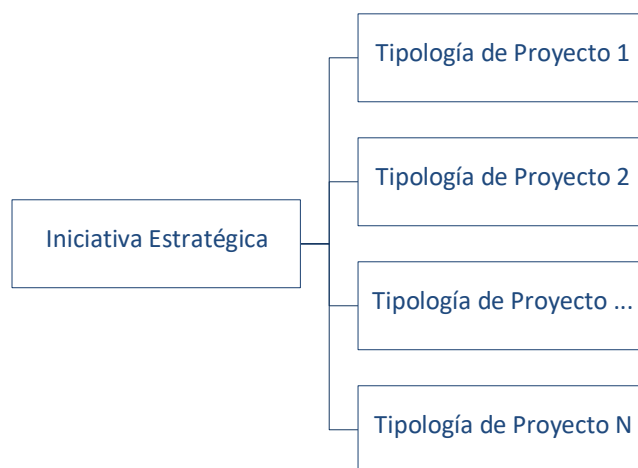
Tabla 5.1-1 : Iniciativas Estratégicas

Iniciativas Estratégicas	Código Iniciativa Estratégica
Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales	LAG-INI-EST-01
Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en soluciones sostenibles	LAG-INI-EST-02
Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas con énfasis en medio ambiente y sostenibilidad	LAG-INI-EST-03
Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza	LAG-INI-EST-04
Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en drenaje urbano sostenible	LAG-INI-EST-05

Fuente: Elaboración propia

5.2 TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS

Dada la diversidad y magnitud de potenciales inversiones de infraestructura hidráulica que se podrían proyectar en cada cuenca, se clasificaron de acuerdo a su tipología de proyecto.


Figura 5.2-1 Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas

En el caso de la región de Los Lagos las Tipologías de proyectos son los presentados en la Tabla 5.2-1.

Tabla 5.2-1 : Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas

LAG-INI-EST-01	1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural
	1-2	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural
	1-3	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural
	1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales
LAG-INI-EST-02	2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático
	2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras
	2-3	Eficiencia en el Uso del Agua - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana
	2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos
	2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego
	2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios Plan de Seguimiento a Planes de Riego
	2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego
LAG-INI-EST-03	3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales
	3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
	3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
	3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
	3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
	3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas
LAG-INI-EST-04	4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces
	4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad
LAG-INI-EST-05	5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas
	5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas
	5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias

Fuente: Elaboración propia

5.3 CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES

Con las iniciativas estratégicas definidas en conjunto de sus tipologías de proyecto se procedió a conformar la cartera de preinversiones e inversiones de la región a nivel de cuencas. Es importante mencionar que cada iniciativa de inversión se somete a un proceso de etapas, las cuales se conforman de: 1) Estudio y/o Prefactibilidad, 2) Factibilidad, 3) Diseño y 4) Ejecución.

Generalmente, los estudios y/o prefactibilidades corresponden a proyectos directores y/o de una espacialidad a nivel de cuenca, comuna, provincia o región, como son, por ejemplo, Los Planes Maestros de Aguas Lluvias, Los Planes de Manejo de Cauce, Los planes Integrales de Riego o los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, desde donde nace una serie de ideas y proyectos que se desarrollan posteriormente en las etapas de factibilidad, Diseño y Ejecución. En el caso de las conservaciones, sólo se considera la etapa de ejecución.

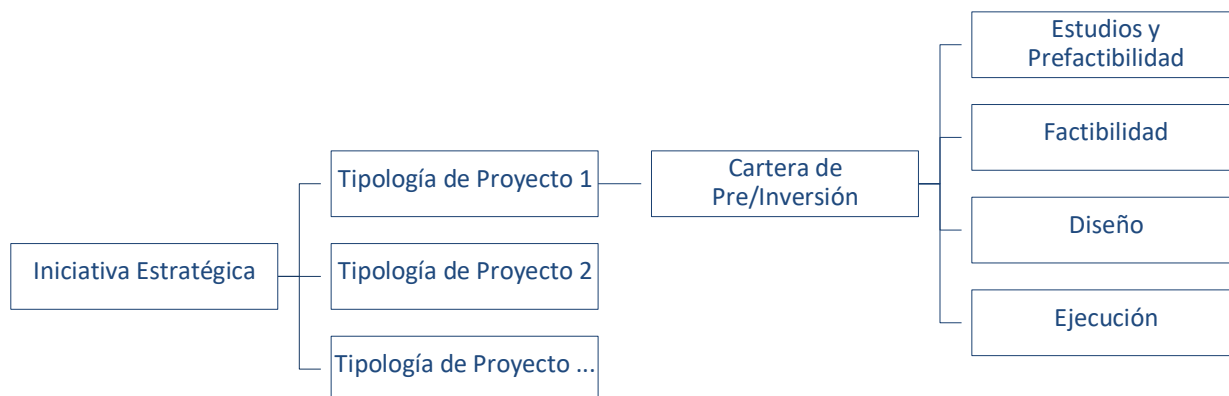


Figura 5.3-1 Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones

Para la conformación de la cartera, se contó con tres fuentes principales, además de las brechas identificadas en el capítulo 4:

- Cartera de proyectos existente, catastradas en el acápite 3.1.2. Los cuales se codificaron con la sigla CAR-INI-NNNN, donde NNNN es un número correlativo a nivel nacional de iniciativas.
- Estudio “Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica” del Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas (PIIH) para los años 2020-2050 (DGOP, 2021). Los cuales se codificaron con la sigla PIIH-XXX-NNNN, donde XXX corresponde al tipo de proyecto definido en el citado estudio (CM: Cartera maestra; APR: Proyectos de Agua Potable Rural; INO: Proyectos de innovación) y NNNN es un número correlativo a nivel nacional.
- Cartera de Iniciativas de 2024-2028 (Quinquenal). Los cuales se codificaron con la sigla QUIN-NNNN, donde NNNN es un número correlativo a nivel nacional de iniciativas.

Con esta información se consideraron los siguientes pasos:

1. Se agruparon las inversiones por tipología de proyecto
2. Se descartan las iniciativas repetidas bajo la siguiente priorización
 - a. Cartera Quinquenal: primera prioridad

- b. Cartera PIH: Segunda prioridad
 - c. Cartera proyectos Existentes. Tercera Prioridad
3. En el caso de que no se cubra la brecha con las iniciativas ya existentes, se propone una nueva inversión. Esta inversión se codifica con la sigla AIH-RRR-IE-TP-NN, donde AIH corresponde a la sigla “Análisis de Requerimientos de Infraestructura Hídrica”, “RRR” el código de la región (LAG), “IE” el numero correlativo de la Iniciativa estratégica, “TP” la tipología de proyecto a la que pertenece y NN un número de correlativo.

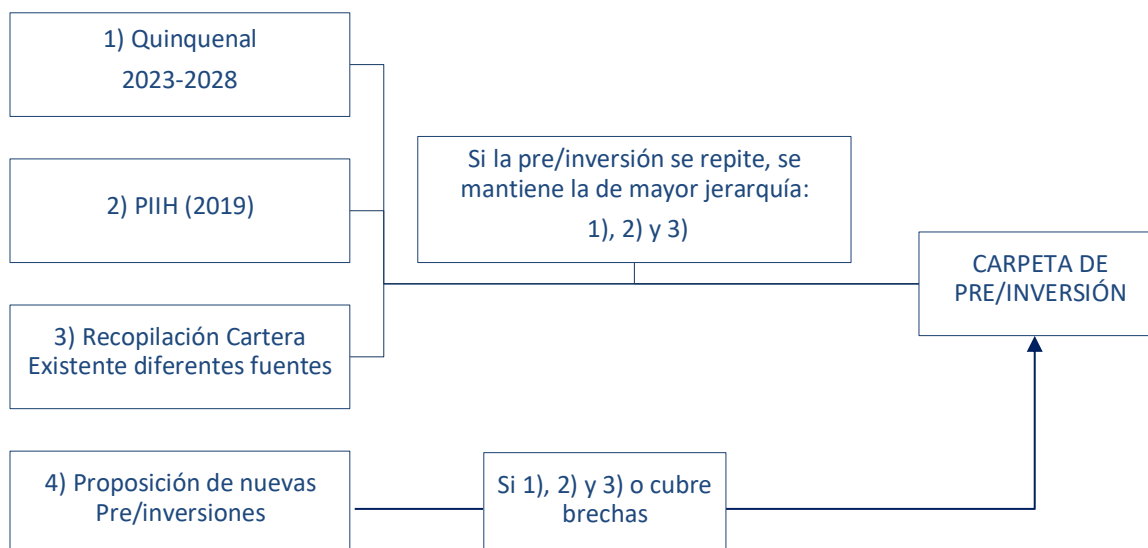


Figura 5.3-2 Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión

Se consideraron los siguientes criterios para determinar las brechas en cada una de las tipologías de proyecto. Los documentos utilizados para la determinación de las inversiones se presentan en el Anexo 14.07.

Tabla 5.3-1 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-01

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	A partir de proyección de Demanda APR sin abastecimiento, informada en el numeral 2.2.2, se define el número total de arranques promedio de los sistemas de APR y cantidad por cuenca y comuna.
1-2	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	No se proyectan ampliaciones al sistema, ya que el aumento se considera en 1.1.
1-3	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	Se propone proyectar al menos un sistema de telemetría y Control por Cuenca
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	A partir de Minuta "Estimación Brecha de SSR. RRP/18.08.2024" y proyección de nuevas APR en 1.1, se estima el total de proyectos a desarrollar para cubrir la brecha existente. Ver Anexo 14.07.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-2 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-02

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	Se propone la ejecución de un Plan Estratégico de Gestión Hídrica o similar, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (se observan cuencas no estudiadas con sistemas hidrológicos).
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras	Se recomienda realizar un estudio de viabilidad para la instalación de plantas de desalinización en cuencas donde existan localidades con más de 25 viviendas a una distancia de hasta 2 km de la costa. También se evalúa la proyección de sistemas de Agua Potable Rural (APR) en estas localidades, ofreciendo una alternativa a la proyección actual de APR. Este tipo de obras no se contempla en la zona austral de Chile
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua. - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego. - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	Se proponen proyectos de nuevas tecnologías para el consumo eficiente a nivel regional y su aplicación en Sistemas APR y Riego
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	Se proponen obras para la recuperación y recarga de acuíferos en cuencas donde existen antecedentes de Áreas de Restricción y Zonas de Prohibición para extracción de aguas subterráneas y además el Balance Hídrico Nacional indique si la cuenca posea una condición de estrés hídrico o cuenca crítica.
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego	Se propone estudios y proyectos de reutilización de aguas servidas para el uso en riego donde exista presencia de APR y, de presencia, zonas con riego.

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones. Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios. Plan de Seguimiento a Planes de Riego	Se proponen medidas de gestión, como seminarios, talleres, programas de capacitación y seguimiento, además de programas de reforzamiento de OUA.
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	Se propone la ejecución de un Plan Integral de Cuenca(s), en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (se observen sectores cultivables). Se proponen obras de mejoramiento y/o construcción de canales a una tasa de un (1) kilómetro por año, en cada cuenca con presencia de riego y/o canales. Se propone obras de Acumulación en cuencas "Con Recursos" considerando el balance hídrico realizado en el numeral 4.1.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-3 : Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-03 y LAG-INI-EST-06

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluvimétricas en Cauces y/o Canales	Se proponen en puntos estratégicos antes o después de confluencias, zonas altas y desembocaduras, cubriendo los principales cauces y considerando cercanía de estaciones existentes (ver Anexo 14.07). Idealmente, que cada cuenca BNA tenga al menos una estación. Existen excepciones en las que no se justifica por tratarse de quebradas secas, cuencas muy pequeñas o bien ubicaciones muy poco accesibles (Campo de Hielo Sur, por ejemplo)
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	Superficial: en cada estación Fluvimétrica. Subterránea, al menos una en cada pozo de medición proyectado y en SHAC sin medición con igual condición de superficie que en 3.5
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	Se proponen ubicaciones en áreas con poca cobertura de estaciones y que sea sean representativas de diversas zonas climáticas de Köppen para cada cuenca, considerando también la accesibilidad. Detalles en Anexo 14.07
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	Inicialmente se considera cobertura nacional. En base a esto, se prioriza para rutas de nieve zonas norte, sur y austral, escogiendo sectores planos, accesibles y lo suficientemente elevados según la latitud. Se proponen ubicaciones cercanas a pasos fronterizos, centros de montaña o puntos elevados de la Carretera Austral (cuesta Queulat, por ejemplo). Respecto a glaciares, estos son escasos en la zona norte, además de encontrarse a grandes elevaciones y ser en su mayoría rocosos, por lo que se proponen estaciones a partir del norte chico en glaciares de montaña, de valle o efluentes, de dimensiones importantes y relativamente accesibles, en

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
		base a IPG (DGA, 2022). Así y todo, algunas ubicaciones propuestas para zona austral son accesibles únicamente vía marítima, como es el caso de algunas ya existentes en la zona. Detalles en Anexo 14.07.
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	Se propone al menos un pozo de medición por SHAC cada 200 km ² . (Superficie con pendientes menor a 15% aptos para acumular agua)
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	Se propone la implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral a nivel regional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-4 : Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-04

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces	Se proponen estudios y/o proyectos donde el perímetro (km) de humedales (ríos, lagos, lagunas, salares, otros) es superior a los 20 km y en cuencas donde se hayan declarados áreas de restricción o Zonas de Prohibición y la cuenca sea prioritaria.
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	Se propone un estudio de manejo de normas ambiental e hídricas, Reservas de Agua, Planes y Políticas, a nivel regional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-5 : Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar LAG-INI-EST-05

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	Se propone la ejecución de un Plan de manejo de Cauce, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades concentradas, a orillas de un cauce importante). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas	Se propone la ejecución de un Plan de manejo de Cauce, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades concentradas, a orillas de un cauce importante). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	Se propone la ejecución de un Plan Maestro de Aguas Lluvias o su Actualización, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2010 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades con más de 50.000 habitantes). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.

Fuente: Elaboración propia

5.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS

Definida la cartera de inversión de cada Iniciativa Estratégica se procedió a definir su costo. Si bien, parte de las inversiones cuentan con una estimación de costos, en especial la cartera del Quinquenal, en general, estas no cuentan con un presupuesto. Misma condición se tiene con las inversiones propuestas.

Con el fin de determinar los costos, se estimaron precios Unitarios para diferentes tipos de proyectos genéricos al cual se le asignó un código INI. Este código fue asignado a todos los proyectos recopilados que tenían características similares al proyecto genérico y de esta manera valorizar su costo en todas las etapas de desarrollo.

Finalmente, dada la naturaleza de la tipología de proyecto, se indica si corresponde a una inversión innovadora, es decir, que corresponde a un tipo de inversión poco utilizada o nueva para el ministerio.

Tabla 5.4-1 : Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
1	NE-4-01	1	1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en la Cuenca	Ejecución-Prefactibilidad	280.000	no
2	ES-2-01				Construcción Sistema APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
3	ES-2-05				Construcción Sistema APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
4	ES-2-08				Construcción Sistema APR, Cuenca	Ejecución	2.800.000	no
5	ES-2-13				Conservación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	50.000	no
6	ES-2-01	1	1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	Ampliación Sistema APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
7	ES-2-05				Ampliación Sistema APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
8	ES-2-08				Ampliación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	2.800.000	no
9	ES-2-13				Conservación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	50.000	no
10	ES-1-02	1	1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Factibilidad	1.000.000	no
11	ES-1-02.1				Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Diseño	80.000	no
12	ES-1-02.2				Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Ejecución	150.000	no
13	ES-2-02	1	1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
14	ES-2-06				Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
15	ES-2-07				Construcción Alcantarillado, Cuenca	Diseño	280.000	no
16	ES-2-09				Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Ejecución	1.000.000	no
17	ES-2-10				Construcción Alcantarillado, Cuenca	Ejecución	3.200.000	no
18	ES-2-15				Construcción Planta de Tratamiento, Cuenca	Ejecución	400.000	no

Tabla 5.4-1 : Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
19	NE-4-03	2	2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	Estudio de Disponibilidad de Alternativas de Recursos Hídricos	Ejecución-Prefactibilidad	280.000	no
20	ES-2-14.1	2	2-2	Diseño, Construcción de Sistemas de plantas desaladoras	Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Factibilidad	180.000	si
21	ES-2-14.2				Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Diseño	250.000	si
22	ES-2-14				Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Ejecución	9.000.000	si
23	NE-4-04	2	2-3	Eficiencia en el Uso del Agua - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	Nuevas tecnologías para el consumo eficiente	Ejecución-Prefactibilidad	150.000	no
24	ES-2-04.1				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Factibilidad	150.000	no
25	ES-2-04				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Diseño	150.000	no
26	ES-2-12				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Ejecución	2.500.000	no
27	ES-7-01	2	2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Factibilidad	150.000	no
28	ES-7-02				Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Diseño	200.000	no
29	ES-7-03				Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Ejecución	1.500.000	no
30	ES-2-03	2	2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas Urbanas para Riego	Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Factibilidad	150.000	si
31	ES-2-11				Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Diseño	280.000	si
32	ES-2-11.1				Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Ejecución	2.500.000	si
33	NE-2-03	2	2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios Plan de Seguimiento a Planes de Riego	Medida de gestión: Programa de reforzamiento de OUA	Medida de Gestión	250.000	no
34	ES-3-05.1				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Factibilidad	200.000	no
35	ES-3-05				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Diseño	250.000	no
36	ES-3-08				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Ejecución	4.000.000	no
37	NE-4-02	2	2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción	Diagnóstico de Recursos Hídricos y Demanda de Riego	Ejecución-Prefactibilidad	380.000	no
38	ES-3-01				Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Factibilidad	210.000	no

Tabla 5.4-1 : Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
39	ES-3-03			de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Diseño	350.000	no
40	ES-3-06				Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Ejecución	2.600.000	no
41	ES-3-09				Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Ejecución	3.000.000	no
42	ES-3-02				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Factibilidad	650.000	no
43	ES-3-04				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Diseño	2.000.000	no
44	ES-3-07				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Ejecución	35.000.000	no
45	ES-3-10				Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Ejecución	4.500.000	no
46	ES-1-04	3	3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Ejecución	100.000	no
47	ES-1-01.1				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
48	ES-1-01.2				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Diseño	40.000	no
49	ES-1-01				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Ejecución	198.000	no
50	ES-1-01.1	3	3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
51	ES-1-01.2				Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Diseño	40.000	no
52	ES-1-01				Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Ejecución	198.000	no
50	ES-1-01.1	3	3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
51	ES-1-01.2				Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Diseño	40.000	no
52	ES-1-01				Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Ejecución	198.000	no
53	ES-1-01.1	3	3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
54	ES-1-01.2				Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Diseño	40.000	no
55	ES-1-01				Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Ejecución	198.000	no
56	ES-1-03.1	3	3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
57	ES-1-03.2				Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Diseño	10.000	no
58	ES-1-03				Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Ejecución	50.000	no
59	NE-2-01	3	3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	Medida de gestión: Seminarios y talleres	Medida de Gestión	20.000	no
60	NE-2-02				Medida de gestión: Programas de Capacitación y Seguimiento	Medida de Gestión	60.000	no
61	NE-4-06				Medida de gestión: Programas de Capacitación y Seguimiento	Medida de Gestión	200.000	no
62	NE-4-05				Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral	Ejecución-Prefactibilidad	250.000	no
63	NE-3-02	4	4-1	Conservación y restauración de	Estudio de Erosión y arrastre de sedimentos y sus efectos	Ejecución	150.000	si

Tabla 5.4-1 : Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
				riberas, cauces y humedales	ambientales, económicos y sociales en el territorio			
64	NE-3-01				Estudio Definición de franjas de restricción y Prohibición por riesgo de inundación, erosión u otro	Ejecución	350.000	si
65	NE-3-03				Estudio de Reforestación y forestación de cuencas en sectores con riesgo de erosión	Ejecución	150.000	si
66	ES-4-07.1				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Factibilidad	200.000	si
67	ES-4-07.2				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Diseño	200.000	si
68	ES-4-07				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Ejecución	3.000.000	si
69	ES-4-06.1				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Factibilidad	100.000	si
70	ES-4-06.2				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Diseño	150.000	si
71	ES-4-06				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Ejecución	1.200.000	si
72	ES-5-06.1				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Factibilidad	150.000	si
73	ES-5-06.2				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Diseño	200.000	si
74	ES-5-06				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Ejecución	1.000.000	si
75	ES-3-11.1				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	factibilidad	250.000	si
76	ES-3-11.2				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Diseño	400.000	si
77	ES-3-11.3				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Ejecución	4.000.000	si
78	NE-1-04	4	4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	Manejo de normas ambientales e hídricas, Reservas de agua, Planes y políticas	Ejecución	20.000	no
79	ES-4-03				Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Factibilidad	300.000	no
80	ES-4-03.1				Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Diseño	400.000	no
81	ES-4-05				Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Ejecución	3.000.000	no
82	ES-4-01				Plan de Manejo de Cauce, en río	Ejecución-Prefactibilidad	400.000	no
83	ES-4-02				Construcción de Defensas Fluviales, en río	Factibilidad	100.000	no
84	ES-4-02.1				Construcción de Defensas Fluviales, en río	Diseño	120.000	no
85	ES-4-04				Construcción de Defensas Fluviales, en río	Ejecución	4.500.000	no
86	ES-4-08				Conservación de Riberas, en río	Ejecución	1.000.000	no
87	ES-5-01	5	5-3	Diseño, Construcción y Conservación de	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización, Ciudad de	Ejecución-Prefactibilidad	350.000	no

Tabla 5.4-1 : Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
88	ES-5-02			Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	Construcción Sistema de Aguas Lluvias, Ciudad de	Factibilidad	250.000	no
89	ES-5-03				Construcción Estero/Canal de Aguas Lluvias, Ciudad de	Diseño	300.000	no
90	ES-5-04				Construcción Sistema de Colectores de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	2.460.000	no
91	ES-5-05				Construcción Estero/Canal de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	3.400.000	no
92	ES-5-07				Conservación Sistema de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	1.100.000	no

Fuente: Elaboración propia

5.5 VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

A continuación, se presenta un resumen de la cantidad y costos totales de inversión propuesta por Iniciativa Estratégica para dar respuesta a las brechas identificadas en la región. Es importante destacar que no es viable realizar el total de inversiones de manera simultánea, tanto por la magnitud de recursos económicos, mano de obra y control. Es por ello que en el siguiente Capítulo se realiza la priorización de los proyectos en función de las necesidades más inmediatas. La planilla con el detalle de la cartera de inversiones de cada Iniciativa Estratégica se presenta en el Anexo 14.07.

Tabla 5.5-1 : Costos totales propuesta por IE para dar respuesta a las brechas identificadas

IE	N° de Inversiones	Costo de Inversiones no Priorizada (M\$)
LAG-INI-EST-01	210	670.387.115
LAG-INI-EST-02	53	258.599.227
LAG-INI-EST-03	63	63.700.211
LAG-INI-EST-04	25	52.460.000
LAG-INI-EST-05	38	89.557.827
TOTAL	389	1.134.704.380

Fuente: Elaboración propia

5.6 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA

5.6.1 Beneficios de Inversiones

Para estimar los beneficios de las inversiones propuestas se consideraron los siguientes criterios:

- Se define su incidencia o impacto asociado a su desarrollo, tales como:
 - Más Información
 - Más Personas abastecidas

- Más personas con saneamiento
 - Superficie de riego equivalente beneficiada
 - Volumen Regulado
 - Protección de Riberas
 - Recarga Acuíferos
- Se define la unidad de medida del Beneficio, por ejemplo:
 - en proyectos reúso el beneficio se mide en las potenciales hectáreas beneficiadas,
 - en proyectos de APR y saneamiento en el número de personas.
 - En proyectos fluviales, aluviales en km de riberas mejorados/protegidos
 - El Beneficio efectivo solo se incorpora en las Inversiones en etapas de ejecución y de estudio (prefactibilidad y Ejecución)

En la Tabla 5.6-1, se indica la unidad de Beneficio y la incidencia de cada tipo de inversión, el detalle del beneficio se presenta en el Anexo 14.07.

Tabla 5.6-1 : Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidencia
ES-1-01.1F_G	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.1M_RN	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.2F_G	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.2M_RN	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01F	Ejecución	Construcción de Estaciones Fluviométrica c/s Montaña	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01M	Ejecución	Construcción de Estaciones Meteorológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01G	Ejecución	Construcción de Estaciones Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01RN	Ejecución	Construcción de Rutas de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-02.1	Factibilidad	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-02.2	Diseño	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-02	Ejecución	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-03.1	Factibilidad	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-03.2	Diseño	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-03	Ejecución	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-04	Ejecución	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-2-01	Factibilidad	Prefactibilidad Construcción Sistema de Agua Potable Rural	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-01A	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-02	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-03	Factibilidad	Diseño de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Beneficiada
ES-2-04.1	Factibilidad	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	Personas	Mayor Eficiencia
ES-2-04	Diseño	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	Personas	Mayor Eficiencia
ES-2-05	Diseño	Diseño Construcción Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-05A	Diseño	Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-06	Diseño	Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-07	Diseño	Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-08	Ejecución	Construcción Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-08A	Ejecución	Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-09	Ejecución	Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-10	Ejecución	Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-11	Ejecución	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-2-11.1	Diseño	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-2-12	Ejecución	Implementación de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	personas	Red de APR
ES-2-13	Ejecución	Conservación Infraestructura Sanitaria (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-2-14.1	Factibilidad	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-14.2	Diseño	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-14	Ejecución	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas

Tabla 5.6-1 : Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidencia
ES-2-15	Ejecución	Construcción de Plantas de Tratamiento	Nº Arranques	personas	Más personas con Saneamiento
ES-3-01	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras medianas de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-02	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras mayores de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-03	Diseño	Diseño de obras medianas de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-04	Diseño	Diseño de obras mayores de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-05.1	Factibilidad	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Unidad	inversiones	Mayor Eficiencia
ES-3-05	Diseño	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Unidad	inversiones	Mayor Eficiencia
ES-3-06	Ejecución	Construcción de obras medianas de riego y acumulación	km	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-07	Ejecución	Construcción de obras mayores de riego y acumulación	Anual	Volumen Regulado	Volumen Regulado
ES-3-08	Ejecución	Construcción Mejoramiento tecnológico para la eficiencia de sistemas de Riego	Unidad	ha	Mayor Eficiencia
ES-3-09	Ejecución	Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Anual	Anuales	Conservación
ES-3-10	Ejecución	Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Anual	Anuales	Conservación
ES-3-11.1	Factibilidad	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Unidad	inversiones	Protección Riberas
ES-3-11.2	Diseño	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Unidad	inversiones	Protección Riberas
ES-3-11.3	Ejecución	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	km	km	Protección Riberas
ES-4-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan de Manejo de Cauce	Unidad	inversiones	Diagnóstico del comportamiento Fluvioaluvial
ES-4-02	Factibilidad	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-02.1	Diseño	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-03	Ejecución	Diseño Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-03.1	Diseño	Diseño Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-04	Ejecución	Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-05	Ejecución	Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-06.1	Factibilidad	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-06.2	Diseño	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-06	Ejecución	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros) (	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-07.1	Factibilidad	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-07.2	Diseño	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-07	Ejecución	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-08	Ejecución	Conservación de Riberas río/Estero/Quebrada (Anual)	Anual	Anuales	Conservación

Tabla 5.6-1 : Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidenia
ES-5-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización (más de 50.000 hab)	Unidad	Inversiones	Diagnóstico del comportamiento de la ciudad frente a eventos de precipitación extrema
ES-5-02	Factibilidad	Factibilidad Construcción Conducciones de Aguas Lluvias (año)	Unidad	Inversiones	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-03	Diseño	Diseño Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-04	Ejecución	Construcción Colector de Aguas Lluvias (año)	1 km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-05	Ejecución	Construcción Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	1 km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-06.1	Factibilidad	Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Unidad	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-5-06.2	Diseño	Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Unidad	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-5-06	Ejecución	Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)	1 km	Volumen recarga m3/año	Recarga Acuífero
ES-5-07	Ejecución	Conservación de Colectores río/Estero/Quebrada (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-7-01	Factibilidad	Factibilidad construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-7-02	Diseño	Diseño construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-7-03	Ejecución	Construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero

Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Incidencia en Matriz Hídrica

Para estimar la incidencia de las inversiones propuestas en la matriz hídrica se consideraron los siguientes criterios:

- Se define su incidencia hídrica como:
 - Sin Incidencia
 - Más Oferta
 - Menos Demanda
 - Más demanda
- Se indican criterios definidos para su cuantificación. Los valores se presentan en m³/año, salvo proyectos de embalse, donde la unidad se explicita en hm³
- El efecto efectivo solo se incorpora en las Inversiones en etapas de ejecución.

En la Tabla 5.6-2, se indican los metros cúbicos anuales por unidad según la variable determinada para valorizar la inversión e incidencia en la Matriz Hídrica el detalle se presenta en el Anexo 14.07.

Tabla 5.6-2 : Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-1-01.1F_G	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.1M_RN	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.2F_G	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.2M_RN	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01F	Ejecución	Construcción de Estaciones Fluviométrica c/s Montaña	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01M	Ejecución	Construcción de Estaciones Meteorológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01G	Ejecución	Construcción de Estaciones Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01RN	Ejecución	Construcción de Rutas de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02.1	Factibilidad	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02.2	Diseño	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02	Ejecución	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	
ES-1-03.1	Factibilidad	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-03.2	Diseño	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-03	Ejecución	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	
ES-1-04	Ejecución	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-01	Factibilidad	Prefactibilidad Construcción Sistema de Agua Potable Rural	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-01A	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-02	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-03	Factibilidad	Diseño de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-04.1	Factibilidad	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-04	Diseño	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-05	Diseño	Diseño Construcción Sistema APR	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-05A	Diseño	Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-06	Diseño	Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-07	Diseño	Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-08	Ejecución	Construcción Sistema APR	Más Demanda	caudal por Arranque
ES-2-08A	Ejecución	Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Más Demanda	caudal por Arranque
ES-2-09	Ejecución	Construcción/Ampliación Sistema SSR	Sin Incidencia	
ES-2-10	Ejecución	Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Sin Incidencia	
ES-2-11	Ejecución	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	caudal por Arranca x factor de recuperación 0,8
ES-2-11.1	Diseño	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-12	Ejecución	Implementación de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Considera un 5% en el mejoramiento de la eficiencia de la red
ES-2-13	Ejecución	Conservación Infraestructura Sanitaria (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14.1	Factibilidad	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14.2	Diseño	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14	Ejecución	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	caudal por Arranque
ES-2-15	Ejecución	Construcción de Plantas de Tratamiento	Sin Incidencia	
ES-3-01	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-02	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-03	Diseño	Diseño de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción

Tabla 5.6-2 : Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-3-04	Diseño	Diseño de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-05.1	Factibilidad	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-05	Diseño	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-06	Ejecución	Construcción de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Para la estimación de estos volúmenes, se han considerado las siguientes variables: 1. Demanda de agua para riego por cuenca, 2. Longitud total de los canales por cuenca. 3. Porcentaje promedio de pérdida de agua en canales, según el Boletín INIA N° 412. Además, se ha asumido que el máximo de hectáreas regadas por kilómetro de canal es de 100 hectáreas.
ES-3-07	Ejecución	Construcción de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	
ES-3-08	Ejecución	Construcción Mejoramiento tecnológico para la eficiencia de sistemas de Riego	Menos Demanda	
ES-3-09	Ejecución	Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-10	Ejecución	Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.1	Factibilidad	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.2	Diseño	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.3	Ejecución	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	
ES-4-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan de Manejo de Cauce	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-02	Factibilidad	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-02.1	Diseño	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-03	Ejecución	Diseño Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-03.1	Diseño	Diseño Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-04	Ejecución	Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	
ES-4-05	Ejecución	Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	
ES-4-06.1	Factibilidad	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-06.2	Diseño	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-06	Ejecución	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros) (	Más Oferta	Para el cálculo se considera que para Pp mayores a 5mm la zanja se llena completamente
ES-4-07.1	Factibilidad	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-07.2	Diseño	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	
ES-4-07	Ejecución	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	
ES-4-08	Ejecución	Conservación de Riberas río/Estero/Quebrada (Anual)	Sin Incidencia	
ES-5-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización (más de 50.000 hab)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-02	Factibilidad	Factibilidad Construcción Conducciones de Aguas Lluvias (año)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-03	Diseño	Diseño Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-04	Ejecución	Construcción Colector de Aguas Lluvias (año)	Sin Incidencia	

Tabla 5.6-2 : Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-5-05	Ejecución	Construcción Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	Sin Incidencia	
ES-5-06.1	Factibilidad	Construcción Sistema Urbanos de drenaje Sostenibles (SUDS)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-06.2	Diseño	Construcción Sistema Urbanos de drenaje Sostenibles (SUDS)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-06	Ejecución	Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)	Más Oferta	
ES-5-07	Ejecución	Conservación de Colectores río/Estero/Quebrada (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-01	Factibilidad	Factibilidad construcción recarga acuífero	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-02	Diseño	Diseño construcción recarga acuífero	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-03	Ejecución	Construcción recarga acuífero	Más Oferta	
NE-1-04	Coordinación Integral de Instituciones Públicas y Privadas	Creación de mesa de trabajo para el Manejo Integrado de Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-01	Programa	Diseño y Ejecución de Seminarios y talleres	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-02	Programa	Diseño y Ejecución de Programas de Capacitación y Seguimiento	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-03	Programa	Programa de reforzamiento de OUA	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-01	Instrumento Director	Definición de franjas de restricción y Prohibición por riesgo de inundación, erosión u otro	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-02	Estudio	Elaboración Estudio de erosión y arrastre de sedimentos a nivel de cuenca periurbana y sus efectos ambientales, económicos y sociales en el territorio	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-03	Estudio	Reforestación y forestación de cuencas en sectores con riesgo de erosión	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-01	Estudio	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en la Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-02	Estudio	Diagnóstico de Recursos Hídricos y Demanda de Riesgo	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-03	Estudio	Estudio de Disponibilidad de Alternativas de Recursos Hídricos para Consumo Humano	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-04	Estudio	Nuevas tecnologías para el consumo humano eficiente y su reúso	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-05	Estudio	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral de la Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-06	Estudio	Programa de Operación de los sistemas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6 EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SOCIOECONÓMICO

La metodología desarrollada por MOP para la evaluación socioeconómica ex-ante de planes territoriales de infraestructura (DIRPLAN, 2012) es *“una herramienta que permite al MOP seleccionar el plan más apropiado para un determinado territorio, entendido como aquel que cumple de mejor manera los objetivos que el Plan se propuso para el territorio”*.

Se basa en los siguientes principios generales:

- Existen criterios de decisión que no son incorporados en los indicadores económicos y que son relevantes para la evaluación y selección.
- El procedimiento de evaluación es simple, de fácil aplicación y en concordancia con las metodologías y procedimientos vigentes del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

De acuerdo a lo definido por DIRPLAN, la metodología trata de identificar la mejor alternativa dentro de un conjunto conocido de posibles alternativas, cada una con un determinado impacto en cada uno de los criterios de evaluación, lo que corresponde a un problema de ordenar-jerarquizar o clasificar las alternativas. Para esto se mide cómo cada una de las carteras alternativas de iniciativas estratégicas de inversión cumple: i) con contribuir a los objetivos que el plan se estableció y ii) con contribuir a la eficiencia en el uso de los recursos de inversión. La medición de la contribución a los objetivos del Plan se realiza mediante el cálculo de lo que se ha denominado “Índice Multicriterio” (IMC), mientras que la contribución a la eficiencia en el uso de los recursos se realiza mediante la metodología Costo-Beneficio planteado en la “Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua” (Dictuc, 2021).

6.1 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Para la priorización de medidas se utiliza una aproximación de la metodología de Análisis Multicriterio para la Toma de Decisiones (MCDM, por sus siglas en inglés). Este método ha sido estudiado para la priorización de infraestructura hidráulica, específicamente cuando se toman

decisiones de inversión de un conjunto de iniciativas que contemplan el mismo producto estratégico (tipo de inversión). En el presente informe se consideran como criterios de desarrollo las evaluaciones ambientales, tipologías de obras, factores socioeconómicos, político normativo y estratégico a nivel cuenca (ver Tabla 6.1-1), para mayor detalle de la metodología ver Anexo B del Informe Nacional. El resultado de la priorización multicriterio para la región se presenta en el Anexo 01.08.

Tabla 6.1-1 Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización

Ámbito	Ambiental	Tipologías de Obras		Social	Socioeconómico	Político Normativo	Estratégico nivel cuenca y regional
Indicador	Protección y recuperación de las fuentes de agua	Requiere ingreso a SEIA	Categoría Sustentabilidad de Obras	Obras vinculadas a Dimensiones de Seguridad Hídrica ⁽²⁾	Categoría de Multipropósito	Alineamiento político / normativo	PRIORIZACIÓN DE CUENCAS EN LA REGIÓN (viene del listado de cuencas priorizadas, depende del código de cuenca)
Escala	Alta [4]: Iniciativas destinadas a la protección y recuperación de los recursos hídricos Baja [1]: No aplica lo anterior	Alta [4]: No requiere ingreso a SEIA Media [2]: Requiere análisis de pertinencia a SEIA Baja [1]: Requiere ingreso a SEIA	Alta [4]: Iniciativas innovadoras MOP (SbN, protección y recuperación de las fuentes de agua, recarga acuíferos, las habilitadas para el MOP por las leyes 21.639 y 20.998, otras) basadas en la Naturaleza u otras iniciativas no cubiertas por el MOP Media Alta [3]: Inversiones vinculadas a optimizar el uso del recurso hídrico Media Baja [2]: Embalses fuera del río o piscinas de acumulación Baja [1]: Iniciativas Tradicionales (Embalses en el río, Trasvase de agua entre distintas cuencas, otras obras grises no mencionadas anteriormente)	Alta [11]: Iniciativas vinculadas a Consumo Humano [D1 -AP] Media Alta [8]: Iniciativas vinculadas a Desarrollo Económico [D2] Media Baja [5]: Iniciativas vinculadas a Resiliencia [D4] Media Baja [5]: Iniciativas vinculadas a Conservación [D3] Baja [4]: Iniciativas vinculadas a Saneamiento [D1 - AS]	Alta [4]: Iniciativas multipropósito Baja [1]: No aplica lo anterior	Alta [4]: Cuenta con factibilidad política y cuenta con normativa adecuada Media [2]: Cuenta con factibilidad política, pero requiere cambios normativos Baja [1]: No cuenta con factibilidad política y/o requiere cambios normativos	Alta [4]: Mayor o igual al percentil del 75% Media [2]: Entre los percentiles del 75% y 25% Baja [1]: Menor o igual al percentil del 25%
Justificación	Alta [4]: Permite la protección y recuperación de los recursos hídricos de acuerdo a la definición de la iniciativa en el informe regional, acápite 5.3 Conformación de la cartera de pre/inversión Baja [1]: No se vincula a proyectos destinados a la protección y recuperación de los recursos hídricos	Alta [4]: Conforme a lo dispuesto ¹ , NO es necesario que la inversión deba ejecutarse o modificarse previa la evaluación de su impacto ambiental Media [2]: Conforme a lo dispuesto ¹ , la inversión requiere análisis de pertinencia para evaluación ambiental Baja [1]: Conforme a lo dispuesto ¹ , SI es necesario que la inversión deba ejecutarse o modificarse previa la evaluación de su impacto ambiental	Alta [4]: Se considera iniciativa innovadora de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3.1 del Anexo B Enfoque metodológico Media Alta [3]: Se considera iniciativa vinculada a optimizar el uso del recurso hídrico de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3 del Anexo B Enfoque metodológico Media Baja [2]: Se considera iniciativa vinculada a embalses fuera del río o piscinas de acumulación, de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3 del Anexo B Enfoque metodológico Baja [1]: Se considera iniciativa NO innovadora de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3.1 del Anexo B Enfoque metodológico	Alta [11]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Consumo Humano [D1-AP] Media Alta [8]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Producción sostenible y eficiencia hídrica [D2] Media Baja [5]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación [D4] Media Baja [5]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Conservación y preservación de los ecosistemas [D3] Baja [4]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Saneamiento Y Reúso [D1-AS]	Alta [4]: Se considera iniciativa multipropósito de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.2 del Anexo B Enfoque metodológico Baja [1]: Se considera iniciativa NO multipropósito de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.2 del Anexo B Enfoque metodológico	Alta [4]: Cuenta con factibilidad política y cuenta con normativa adecuada de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional Media [2]: Cuenta con factibilidad política, pero requiere cambios normativos de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional Baja [1]: No cuenta con factibilidad política y/o requiere cambios normativos de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional	
Ponderación	10%	9%	13%	20%	12%	12%	12%
Max	4	4	4	4	4	4	4
Min	1	1	1	1	1	1	1

(1): En el artículo 8° de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el artículo 10° de la misma Ley

(2): Dimensiones previamente ponderadas según cantidad de habitantes por cuenca, actividad económica con mayor demanda hídrica en la región, área de humedales protegidos en la cuenca y densidad poblacional por cuenca, correspondientemente a cada dimensión.

Fuente: Elaboración propia

6.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Dentro de la evaluación socioeconómica se desarrolló la evaluación Costo-Beneficio utilizando un enfoque basado en la normalización para garantizar la comparabilidad entre las variables. El método de normalización fue considerado según lo planteado por Dictuc (2021).

Tanto el costo como el beneficio de cada iniciativa fueron normalizados según el método de re-escalamiento, el cual considera los valores de las variables llevándolos a un rango entre [0-1], empleando las fórmulas:

$$Ec(1) \quad y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} * 100$$

$$Ec(2) \quad y_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} * 100$$

Donde:

Ec(1): Para indicadores con relación positiva, en este caso los **beneficios**

Ec(2): Para indicadores con relación negativa, en este caso los **costos**

y_{ij} = Variable normalizada

x_{ij} = Variable original

$\min(x_{ij})$ = El valor más bajo de esa variable en todo el conjunto de datos de la misma tipología

$\max(x_{ij})$ = El valor más alto de esa variable en todo el conjunto de datos de la misma tipología

Este proceso permitió ajustar los datos, originalmente expresados en distintas unidades, a una escala común. Posteriormente, la razón costo-beneficio fue calculada dividiendo el beneficio normalizado por el costo normalizado:

$$\text{Razón costo beneficio} = \frac{\text{Beneficio normalizado}}{\text{Costo normalizado}}$$

Los valores de la razón reflejan la relación relativa entre el beneficio generado y el costo incurrido, donde valores mayores a 1 indican que el beneficio supera al costo en términos relativos, mientras que valores menores a 1 evidencian que el costo es mayor que el beneficio.

La razón costo beneficio se ponderó con el 12% mientras que la ponderación de la tabla multicriterio (ver Tabla 6.1-1) es de 88%. Este ajuste busca mantener una equivalencia con la ponderación asignada al criterio de evaluación socioeconómica en la metodología multipropósito.

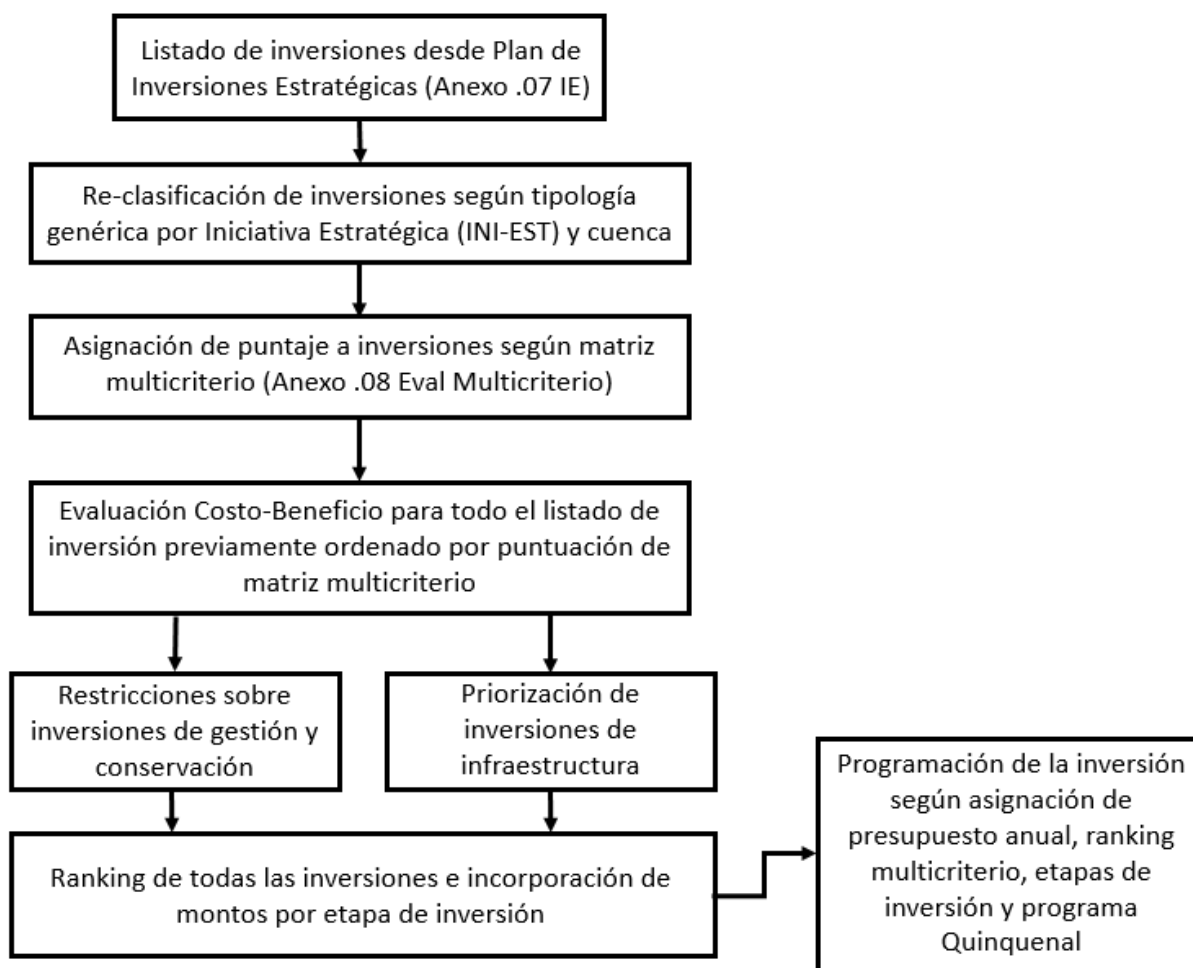
6.3 PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES

Según lo planteado en este capítulo, se han priorizado las inversiones a partir de la matriz multicriterio y el puntaje asignado a cada iniciativa planteada.

Dentro del proceso de priorización se consideraron una serie de restricciones, las cuales permiten una evaluación más precisa y alineada con los objetivos de este estudio. Las restricciones son:

- Se dejan fuera del ranking para la programación de la inversión todas las iniciativas vinculadas a conservación, las que quedan con un monto fijo anual asignado que equivale al promedio de la inversión histórica del MOP para este tipo de iniciativas entre los años 2019-2023. Para la región de Los Lagos, este equivale a \$4.000.000 (miles de pesos).
- Las medidas de gestión e instrumentos directores (inversiones de gestión) se priorizan por sobre las inversiones de infraestructura, por lo que sus montos de inversión quedan asociados al año 0 (cero) de la cartera programada. Esto debido a que estos tipos de inversión suelen ser medidas habilitantes para la ejecución de inversiones de infraestructura.
- La priorización incluye la inversión de los programas Quinquenales definidos por MOP para los años 2024-2028. Los proyectos marcados como “Ejecutado” ya se desarrollaron, su inclusión en las planillas es para el análisis y orden de la misma, considerando que algunos de estos proyectos aún tienen etapas por ejecutar. Esto no afecta a la inversión final ya que el monto asociado a etapas ya desarrolladas es cero.
- Se considera en la programación un monto disponible anual equivalente a \$33.000.000 (miles de pesos), el cual se obtiene a partir del promedio ajustado anual de la inversión histórica del MOP para esta región entre los años 2019-2023.
- En la programación se incluye el orden de las etapas que conforman una inversión, ordenándose de acuerdo a la siguiente priorización:
 1. Estudio y/o prefactibilidad
 2. Factibilidad
 3. Diseño
 4. Ejecución
- En el caso de las conservaciones, solo se considera la etapa de ejecución.

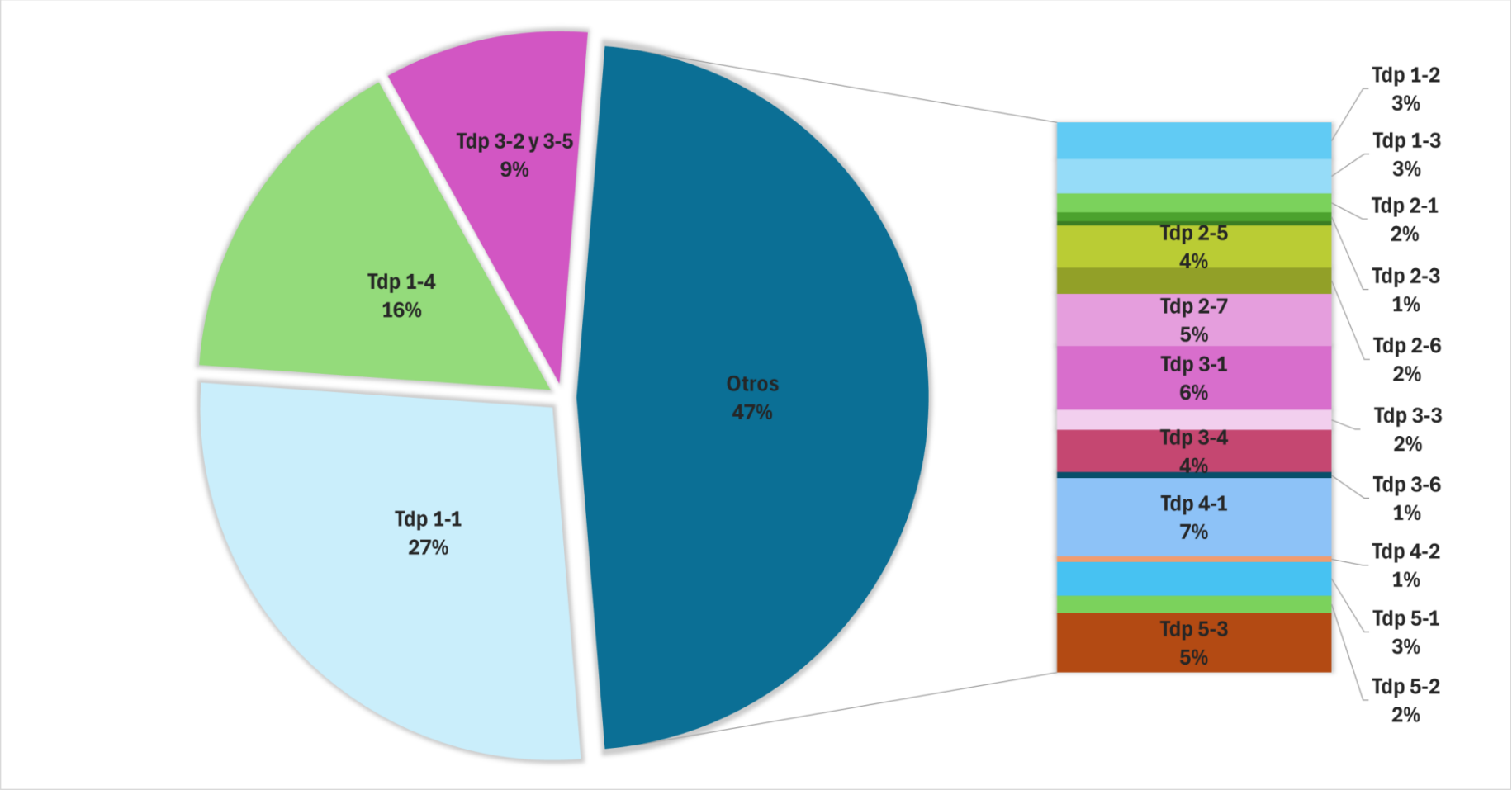
Para una revisión más detallada del procedimiento utilizado, en la Figura 6.3-1 se presenta un diagrama del proceso de priorización multicriterio y la generación de la cartera de inversión desarrollada para cada región.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3-1 Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión

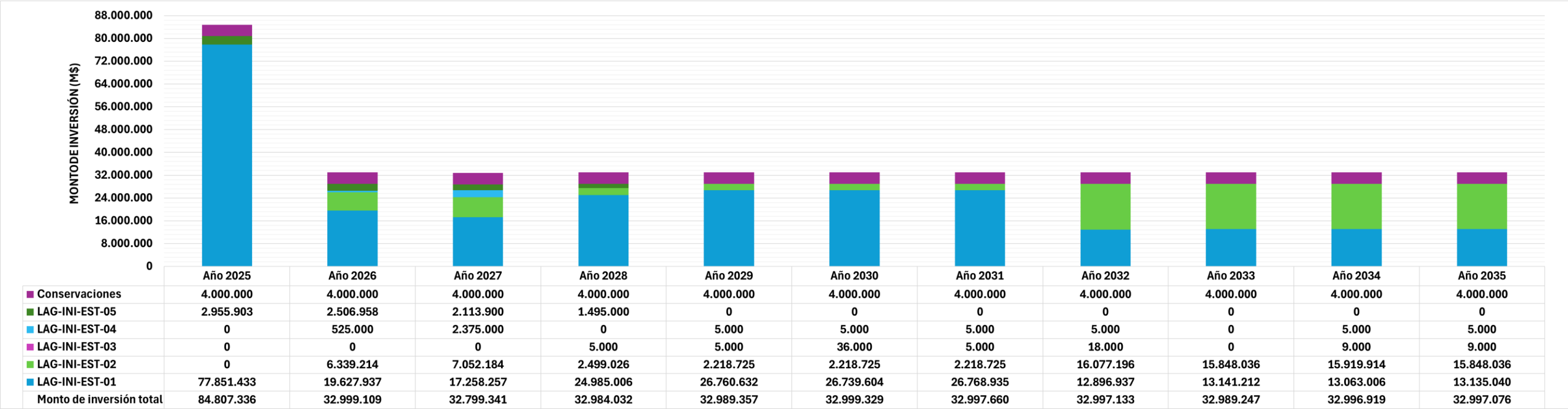
Finalmente, en la Figura 6.3-2 se presenta la cartera de inversión por tipología de proyecto, con su respectiva cantidad y porcentaje. En la Figura 6.3-3 se presenta la cartera de inversiones por cada iniciativa estratégica en la que se desarrollan. En la Figura 6.3-4 se presenta la cartera de inversiones por tipo de fuente de inversión a desarrollar durante el periodo 2025-2035.



Tipología de proyecto	Descripción
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural
1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural
1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua: - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego; - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones; Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios; Plan de Seguimiento a Planes de Riego
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego; Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego; Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias

Fuente: Elaboración propia

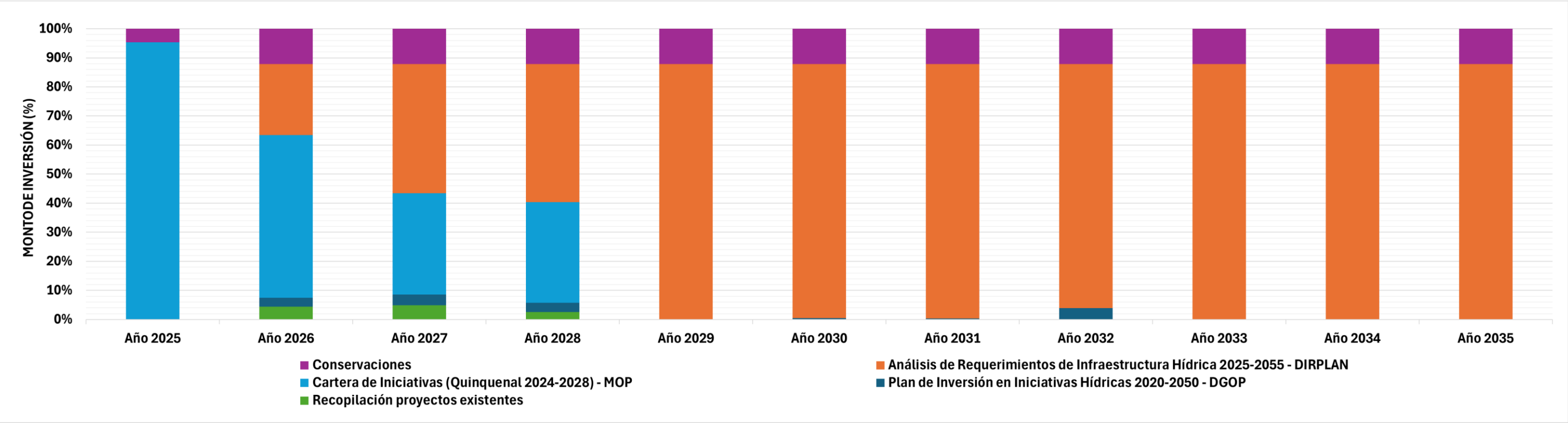
Figura 6.3-2 Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Los Lagos



Leyenda	Descripción iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en soluciones sostenibles
INI-EST-03 y 06	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas con énfasis en medio ambiente y sostenibilidad
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 drenaje urbano sostenible

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3-3 Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Los Lagos



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3-4 Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Los Lagos

CAPÍTULO 7 PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO

A continuación, se presenta la propuesta de escenarios de desarrollo que permitirán analizar la cartera de inversión de manera estratégica, considerando tanto las tendencias emergentes como los posibles puntos de inflexión que podrían impactar significativamente en la planificación y la capacidad de respuesta frente a los requerimientos hídricos del país.

En primer lugar, se definirán los puntos de inflexión o factores críticos para la toma de decisiones sobre los recursos hídricos; para luego definir los escenarios de desarrollo sobre los cuales se implementará la cartera de inversión.

7.1 SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN

Para la selección de factores se consideró como supuesto que unos pocos actores clave impulsan las decisiones que conducen a la implementación de proyectos, y que las decisiones se basan en un conjunto discreto de factores que colectivamente dan forma a las decisiones finales (Siddiqi, Eriqat, & Diaz Anadon, 2016). Es así como, inicialmente, se identificaron diferentes factores críticos transversales a nivel nacional vinculados a variables como:

- Distribución geográfica y migración: proyección de crecimiento poblacional
- Brechas hídricas y de infraestructura asociadas a la demanda del recurso: Uso y distribución de agua para el consumo humano, el desarrollo económico-productivo, y para la conservación y preservación ecosistémica.
- Brechas hídricas y de infraestructura asociadas a la oferta del recurso y calidad de agua: Sustentabilidad de fuentes de abastecimiento hídrico para diferentes usos y la prevención de contaminación. Incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento hídrico. Resiliencia frente a eventos extremos.
- Gobernanza hídrica: colaboración entre los diversos actores involucrados en la gestión hídrica. Desarrollo económico local e impacto social de proyectos de infraestructura hídrica. Acceso a información hídrica en cantidad y calidad.

Con el objetivo de identificar los factores críticos regionales, se desarrolla una breve contextualización de la situación actual en la región respecto a los desafíos y oportunidades futuras en materia de seguridad hídrica.

7.1.1 Contexto regional y áreas de intervención prioritarias

La Región de Los Lagos, ubicada en la macrozona austral de Chile, se extiende sobre un territorio diverso que incluye la costa del Pacífico, la Depresión Intermedia y la Cordillera de los Andes, con cuatro provincias: **Osorno, Llanquihue, Chiloé y Palena**. Su economía está dominada por la acuicultura, la silvicultura y la agricultura, con un crecimiento sostenido que ha llevado a un **PIB de 7.002,66 miles de millones de pesos en 2022**. Sin embargo, la distribución desigual del crecimiento económico ha generado brechas significativas en infraestructura y acceso a servicios básicos, especialmente en zonas rurales.

El crecimiento poblacional ha sido moderado, pasando de **828.708 habitantes en 2017 a una proyección de 951.562 en 2035**, con un envejecimiento progresivo y una mayor concentración urbana en **Puerto Montt, Osorno, Castro y Puerto Varas**. Las áreas rurales representan un **26,4% de la población** y enfrentan un acceso limitado a infraestructura de agua potable y saneamiento, situación que es aún más crítica en localidades como **Quinchao, Chaitén y Futaleufú**.

La cobertura de agua potable varía significativamente según la ubicación. En **zonas urbanas**, el **90,7% de la población** accede al servicio a través de empresas concesionarias como **Suralis (ex ESSAL), Aguas San Pedro y Aguas Santiago Norte**, con las mayores producciones en **Puerto Montt (Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo, BNA 104), Osorno (Río Bueno, BNA 103) y Castro (Islas Chiloé y Circundantes, BNA 109)**. Sin embargo, en **zonas rurales**, solo el **46,5% de las viviendas** está conectada a la red de agua potable, y un **33% no tiene acceso** a una fuente segura, dependiendo de pozos superficiales, vertientes y camiones aljibe. En Chiloé, la situación es especialmente grave, con comunas como **Quemchi, Puqueldón y Queilen**, donde más del **40% de la población rural** carece de acceso adecuado al agua potable.

El saneamiento también presenta diferencias marcadas entre áreas urbanas y rurales. En las ciudades, el **70% de la población cuenta con alcantarillado y tratamiento de aguas servidas**, con **23 plantas de tratamiento en la región**. No obstante, en las **zonas rurales**, el **20,66% de la población** tiene acceso a alcantarillado, mientras que el **53% depende de fosas sépticas o pozos negros**, lo que incrementa la contaminación de aguas subterráneas, especialmente en **Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo (BNA 104) y Río Yelcho (BNA 107)**.

Los desafíos hídricos incluyen tanto la disponibilidad como la calidad del agua. A pesar de su clima lluvioso, la región ha enfrentado una disminución en las precipitaciones desde 2017, lo que ha llevado a la declaración de **tres decretos de escasez hídrica (2017, 2021 y 2022)**, afectando a sectores agrícolas y al consumo humano, particularmente en **Palena y Llanquihue**. La sobreexplotación de acuíferos en **Puerto Montt y Osorno** ha generado conflictos por el uso del agua, mientras que la intrusión salina afecta fuentes de agua en zonas costeras como **Caremapu y Ancud**.

La eficiencia en el uso del agua es otro aspecto crítico. En la **agricultura**, que representa el **86% de la demanda consuntiva total de la región**, se prevé un aumento del **172% en la demanda hídrica entre 2023 y 2055**, impulsado por la expansión de **praderas mejoradas en la cuenca del Río Bueno (BNA 103) y cultivos de cereales en Osorno y Llanquihue**. Sin embargo, la eficiencia del riego es baja, con una pérdida de agua estimada en **30% por infiltración y evaporación**, lo que requiere inversiones en **riego tecnificado y embalses pequeños**.

En el sector **industrial y acuícola**, la demanda de agua se ha incrementado en un **195% desde 2013**, con un alto consumo en **Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo (BNA 104) y Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (BNA 106)**, donde operan plantas de procesamiento de salmón y empresas forestales. La implementación de tecnologías para la reutilización de aguas industriales es clave para reducir la presión sobre fuentes naturales. Las amenazas ambientales incluyen **inundaciones en el valle del Río Bueno (BNA 103), incendios forestales en la provincia de Osorno y remociones en masa en Palena**, lo que requiere infraestructura de mitigación como defensas fluviales y sistemas de drenaje urbano en **Puerto Montt y Osorno**. La conservación de humedales en la **cuenca del Río Puelo (BNA 105) y el Río Yelcho (BNA 107)** es prioritaria para mantener la capacidad natural de regulación hídrica.

Las soluciones deben enfocarse en mejorar la infraestructura hídrica y la gestión del recurso. En zonas urbanas, se requiere la ampliación de plantas de tratamiento y la optimización de redes de distribución, especialmente en **Puerto Montt, Osorno y Castro**. En áreas rurales, es crucial fortalecer los **Sistemas Sanitarios Rurales (SSR)** y aumentar la cobertura de redes de agua potable, con especial atención en **Chiloé y Palena**.

La desalinización y la cosecha de aguas lluvias se han implementado en localidades como **Isla Imerquiña y Quemchi**, pero su impacto sigue siendo limitado. Para mejorar la resiliencia hídrica, se deben impulsar proyectos de **recarga de acuíferos en la cuenca del Río Bueno y la construcción de reservorios multipropósito en Llanquihue y Palena**.

La gobernanza del agua es un eje clave, con la necesidad de fortalecer la gestión integrada de cuencas y mejorar la eficiencia en la distribución del recurso. La regulación del uso del agua debe considerar incentivos para la modernización de sistemas productivos, promoviendo la **eficiencia en el riego agrícola, la reutilización de aguas en la industria y el fortalecimiento de la infraestructura de saneamiento en áreas rurales.**

Garantizar la seguridad hídrica en la Región de Los Lagos requiere un enfoque integral que combine inversión en infraestructura, gestión eficiente del recurso y resiliencia ante el cambio climático. El equilibrio entre crecimiento económico, protección ambiental y equidad social definirá el desarrollo sostenible de la región en las próximas décadas.

7.1.2 Factores críticos regionales

A partir de los resultados del análisis de antecedentes presentados anteriormente, y la evaluación experta de la consultora, se identifican los siguientes factores críticos que afectan a la región de forma transversal:

- **Fuentes de abastecimiento y eficiencia en el uso del agua:** el cambio climático ha reducido la disponibilidad de agua en Río Bueno (BNA 103), Río Puelo (BNA 105) y Río Yelcho (BNA 107), mientras que la sobreexplotación en Puerto Montt y Osorno y la intrusión salina en Ancud y Carelmapu agravan el problema. La demanda agrícola crecerá un 172% para 2055, y la acuicultura aumentará la presión en Chiloé y Palena. En zonas rurales, solo el 46,5% accede a la red pública, y el 20,66% tiene alcantarillado. Es urgente optimizar el uso del agua, ampliar la infraestructura de saneamiento y fomentar soluciones descentralizadas, como cosecha de aguas lluvias y desalinización.
- **Deficiencias en infraestructura de agua potable y saneamiento:** La desigualdad entre áreas urbanas y rurales en acceso al agua es crítica. Mientras en ciudades como Puerto Montt y Osorno el 90,7% de la población tiene agua potable, en zonas rurales solo el 46,5% accede a la red pública, y un 33% depende de fuentes informales. En saneamiento, el alcantarillado cubre el 70% en áreas urbanas, pero solo el 20,66% en rurales, con contaminación de aguas subterráneas en Osorno y Chiloé. Es fundamental ampliar la infraestructura de agua y saneamiento, priorizando soluciones descentralizadas como cosecha de agua lluvia y plantas desalinizadoras en localidades costeras.

Las selecciones de estos factores permiten obtener información sobre qué escenarios pueden impulsar la progresión a lo largo de posibles diferentes vías de desarrollo e impulsar la selección de proyectos particulares en el futuro. En este contexto, y con el fin de dar respuesta a las brechas de seguridad hídricas, se propusieron Iniciativas Estratégicas, las cuales engloban un espectro de tipos de proyectos similares que, a su vez, cuentan con una

cartera de pre/inversiones. El detalle se presenta en el Anexo 01.07. Las Iniciativas Estratégicas vinculadas a los factores críticos seleccionados y sus respectivos códigos son:

- “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Agua Potable y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas rurales” [LAG-INI-EST-01].
- “Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en soluciones sostenibles” [LAG-INI-EST-02].

Dada la magnitud de pre/inversión propuestos, se realizó una priorización de ellos utilizando una matriz Multicriterio, además de una evaluación socioeconómica simplificada. Considerando las iniciativas priorizadas en el acápite 6.2, a continuación, se presentan la propuesta de escenarios de desarrollo futuro, en base a las incertidumbres, vulnerabilidades y oportunidades de la cartera de acciones actual.

7.2 PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región de Arica y Parinacota enfrenta desafíos estructurales significativos en torno a la gestión de los recursos hídricos, influenciados por factores como el crecimiento poblacional, la presión sobre los ecosistemas, los efectos del cambio climático y la vulnerabilidad de su infraestructura hídrica.

En este acápite se presentan los cuatro escenarios de desarrollo que reflejan la interacción de las **tendencias globales, los factores locales y los quiebres de tendencia regionales**, y su impacto en los aspectos mencionados de los **desafíos de seguridad hídrica y la capacidad de respuesta del sistema**. Estos escenarios desarrollo corresponden a:

- **Estancamiento crítico:** Aumentan los desafíos de seguridad hídrica y se obstaculiza la capacidad de respuesta.
- **Desafío gestionable:** Aumentan los desafíos de seguridad hídrica, pero no se obstaculiza la capacidad de respuesta.
- **Capacidad limitada:** No aumentan los desafíos de seguridad hídrica, pero se obstaculiza la capacidad de respuesta.
- **Avance sostenible y resiliente:** No aumentan los desafíos de seguridad hídrica y no se obstaculiza la capacidad de respuesta.

Cada escenario ha sido diseñado para proporcionar una visión amplia sobre cómo se pueden desarrollar los recursos hídricos en la región y cómo las políticas y las inversiones pueden mitigar o potenciar los desafíos.

7.2.1 Análisis de estancamiento crítico

El estancamiento crítico en la Región de Los Lagos constituye una crisis multifacética de gran envergadura en la gestión de los recursos hídricos, cuyos efectos trascienden lo ambiental para repercutir en las dinámicas socioeconómicas y de desarrollo regional. La creciente demanda de agua, impulsada por factores como el incremento demográfico, la intensificación de las actividades productivas y los efectos adversos del cambio climático, no encuentra una respuesta adecuada en la oferta disponible, generando un profundo desajuste estructural. Este desbalance se ve agravado por la insuficiente inversión en infraestructura hídrica, la falta de planificación estratégica a largo plazo y la inoperancia de marcos regulatorios que permitan una administración racional y equitativa del recurso.

El acceso al agua potable es un problema que se evidencia con particular agudeza en las provincias de Chiloé, Llanquihue, Osorno y Palena. Mientras el promedio nacional de cobertura de agua potable alcanza un 92,99%, en la Región de Los Lagos esta cifra se reduce a un 80,74%, con situaciones críticas en comunas como Quellón, Ancud y Chonchi, donde la disponibilidad del servicio es incluso menor. En el ámbito rural, la situación se torna aún más alarmante, con entre un 33% y un 49,8% de las viviendas sin conexión a la red de agua potable y un 38% a 39% de la población carente de sistemas de alcantarillado adecuados. Localidades como Palena, Futaleufú y Quemchi dependen de fuentes informales como pozos, vertientes y camiones aljibe, lo que evidencia una precariedad estructural que pone en riesgo la calidad de vida de sus habitantes.

En los entornos urbanos, ciudades como Puerto Montt, Osorno y Castro experimentan una crisis de eficiencia en la distribución del recurso. Las pérdidas en la red de distribución alcanzan un 35,9% en promedio, con puntos críticos como Chiquihue, donde la cifra asciende a más del 60%. Estas deficiencias, en su mayoría atribuibles a redes obsoletas en ciudades como Osorno y Puerto Varas, elevan los costos operacionales y restringen la cantidad de agua disponible para los consumidores. La ausencia de inversiones significativas en modernización de redes ha perpetuado esta problemática, convirtiendo la ineficiencia en un factor estructural que compromete la sostenibilidad del sistema.

El crecimiento demográfico proyectado intensificará la presión sobre el recurso hídrico. Se estima que la población regional aumentará en un 14,8% entre 2017 y 2035, alcanzando 951,562 habitantes. Este fenómeno tendrá un impacto directo en la demanda de agua potable, particularmente en centros urbanos como Puerto Montt, Osorno y Ancud, donde la brecha entre oferta y demanda se ampliará. Este escenario no solo afectará el acceso domiciliario, sino que generará implicaciones adversas en sectores estratégicos como la agricultura, la acuicultura y la industria manufacturera, todos ellos altamente dependientes del recurso.

La agricultura, en particular, enfrenta un panorama de crisis inminente. Se proyecta que la demanda hídrica agrícola se incrementará en un 172% hacia 2055, con efectos significativos en las cuencas del Río Bueno (BNA 103), Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo (BNA 104) y Río Yelcho (BNA 107). La eficiencia en el uso del agua para riego es variable, con un promedio regional del 64% y extremos que oscilan entre el 55% en las Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (BNA 106) y el 71% en la cuenca del Río Puelo (BNA 105). La implementación de tecnología avanzada y estrategias de optimización del riego resulta imperativa para mejorar la eficiencia en el uso del recurso, pero la limitada infraestructura y la carencia de planificación dificultan su adopción generalizada.

En términos de infraestructura de distribución, la situación es alarmante. La región solo dispone de 6 km de canales de distribución de agua, concentrados mayoritariamente en la cuenca del Río Bueno (BNA 103), que representa el 79% de la red total. En el resto del territorio, la infraestructura es prácticamente inexistente, lo que limita la equidad en la distribución del recurso y propicia grandes pérdidas por filtración y evaporación. Esta insuficiencia no solo compromete la sostenibilidad del sector agrícola, sino que también pone en riesgo la seguridad hídrica de las comunidades rurales. Si no se desarrolla un plan de expansión y modernización de la infraestructura de distribución, el crecimiento de la demanda hídrica se convertirá en un factor desestabilizador para toda la región.

El impacto ambiental del estancamiento crítico es otro aspecto ineludible de la crisis. La sobreexplotación de fuentes hídricas ha conducido a una degradación acelerada de los ecosistemas acuáticos, con efectos perniciosos para la biodiversidad y la calidad del agua. Actualmente, el 50% de los humedales de la región han sido severamente alterados por la expansión agrícola y ganadera, lo que ha reducido drásticamente su capacidad de regulación hídrica. Sectores de alta relevancia ecológica, como el Parque Nacional Alerce Andino y el sector de Cochamó, han sido impactados por la deforestación, comprometiendo el equilibrio hidrológico de sus cuencas. Paralelamente, ríos como el Maullín y el Palena presentan niveles de contaminación en ascenso debido al vertido de desechos industriales y la ausencia de regulaciones efectivas.

Para enfrentar este panorama, es imperativo implementar una serie de estrategias integradas que aborden la crisis desde múltiples dimensiones. En primer lugar, se requiere la formulación e implementación de un Plan de Gestión del Agua para el riego y drenaje, desarrollado en conjunto con los usuarios del recurso y actores regionales, con el objetivo de mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola. Además, resulta fundamental fortalecer la infraestructura de saneamiento y abastecimiento de agua potable en localidades como Quemchi, Quinchao y Futaleufú. La expansión de los sistemas de saneamiento APR en comunidades rurales permitiría reducir la brecha de acceso al agua potable y mejorar significativamente las condiciones sanitarias de la población.

Paralelamente, la modernización de las redes de distribución en ciudades como Osorno y Puerto Varas es una necesidad inaplazable para disminuir las pérdidas hídricas y optimizar el suministro. La incorporación de plantas desalinizadoras en Chiloé y el desarrollo de sistemas de captación de aguas lluvias en Palena podrían contribuir a diversificar las fuentes de abastecimiento, fortaleciendo la resiliencia hídrica de la región ante escenarios de variabilidad climática extrema. Finalmente, es esencial fortalecer la gobernanza del agua mediante la creación de una Autoridad Regional del Agua, que permita articular políticas integradas y garantizar una administración eficiente y equitativa del recurso.

El estancamiento crítico en la Región de Los Lagos es una crisis que requiere respuestas inmediatas y estructuradas. La implementación de estas estrategias permitirá avanzar hacia un modelo de gestión hídrica más equitativo, eficiente y resiliente, evitando así un colapso que comprometa el desarrollo sostenible de la región.

7.2.2 Análisis de desafío gestionable

La Región de Los Lagos enfrenta una creciente brecha de seguridad hídrica debido a la intersección de una demanda hídrica en aumento y una reducción progresiva en la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea. Este fenómeno es impulsado por el crecimiento poblacional en conglomerados urbanos como Puerto Montt, Osorno, Castro y Ancud, así como por la intensificación de la actividad industrial y agrícola en provincias como Llanquihue, Chiloé y Osorno. Adicionalmente, los efectos del cambio climático han alterado de manera significativa los patrones de precipitación y la disponibilidad del recurso hídrico en cuencas estratégicas como el Río Bueno (BNA 103), las Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo (BNA 104) y el Río Yelcho (BNA 107). No obstante, la región ha demostrado una capacidad de respuesta que puede ser fortalecida mediante la implementación de estrategias de gestión hídrica basadas en un enfoque integrado, la adopción de tecnologías innovadoras y el mejoramiento de la infraestructura crítica.

Las principales áreas de impacto incluyen el abastecimiento de agua potable en sectores urbanos como Puerto Montt y Osorno, donde la presión sobre los sistemas de distribución se ha incrementado debido al crecimiento demográfico y la expansión de la actividad económica. En el ámbito rural, la precariedad en el acceso a agua potable y saneamiento sigue siendo un desafío crítico, con comunas como Chaitén y Quellón registrando elevados índices de déficit en infraestructura hídrica. La expansión de la industria manufacturera, particularmente en la producción acuícola en Quellón y Calbuco, y el crecimiento del sector agrícola en Osorno y Llanquihue, proyectan un aumento del 172% en su demanda hídrica hacia 2055. La industria manufacturera, por su parte, anticipa un crecimiento del 195% en el uso del recurso hídrico, lo que genera una presión adicional sobre la oferta disponible. Además, se ha identificado que la eficiencia promedio en la aplicación de riego es del 64%,

con disparidades significativas entre cuencas, siendo la eficiencia más baja en las Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (BNA 106) con un 55%, y la más alta en el Río Puelo (BNA 105) con un 71%. Estas diferencias evidencian la necesidad de implementar estrategias de optimización en el uso del agua para garantizar la sostenibilidad de la actividad agropecuaria en la región.

Para abordar estos desafíos, se han desarrollado planes estratégicos enfocados en la optimización del uso del recurso hídrico y la garantía del acceso equitativo al agua. La región ha formulado un conjunto de estrategias clave dentro del marco de los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGHs) y los Planes de Acción Regional de Cambio Climático. Dentro de estas estrategias, se ha priorizado la conservación y optimización de los recursos hídricos mediante la implementación de planes de riego en la provincia de Osorno, el uso de tecnologías avanzadas de gestión hídrica en la cuenca del Río Bueno (BNA 103) y la restauración de ecosistemas acuáticos estratégicos en los humedales de Chiloé, que desempeñan un rol fundamental en la regulación del ciclo hídrico.

En el ámbito de la infraestructura, se han desplegado diversos proyectos para mejorar la capacidad de almacenamiento y distribución del agua, con especial énfasis en comunidades rurales. Actualmente, entre un 33% y un 49,8% de las viviendas rurales en las provincias de Chiloé y Palena no cuentan con acceso a la red de agua potable, mientras que entre un 38% y un 39% carecen de acceso a un sistema de alcantarillado. Para reducir estas brechas, se han diseñado programas de expansión de redes de agua potable en Ancud y Castro, así como sistemas de saneamiento en zonas rurales de Futaleufú y Hualaihué. Además, se han implementado planes maestros de evacuación y drenaje de aguas lluvias conforme a la Ley N°19.525 en Puerto Montt y Osorno. Estos planes buscan fortalecer la resiliencia de la infraestructura ante eventos climáticos extremos y reducir la vulnerabilidad de las comunidades a las inundaciones y períodos prolongados de sequía.

La eficiencia en la distribución del agua potable constituye un desafío crítico para la región, con pérdidas promedio del 35,9% en 2022. Algunas localidades, como Chinquihue en Puerto Montt, presentan pérdidas superiores al 60%, mientras que en Chiquio y Panitao estas se mantienen por debajo del 20%. Esta situación subraya la necesidad imperativa de modernizar las redes de distribución y reducir el desperdicio del recurso hídrico. En este contexto, se han promovido inversiones en tecnologías de monitoreo y reparación de fugas, además de la adopción de sistemas de medición inteligente para optimizar la eficiencia en el consumo urbano.

En términos de innovación, la región ha comenzado a explorar fuentes no convencionales de abastecimiento, tales como la desalinización y la cosecha de aguas lluvias. Sin embargo, se ha identificado una carencia de infraestructura significativa en esta área para el consumo humano, lo que subraya la necesidad de desarrollar proyectos en la provincia de Chiloé que

diversifiquen la disponibilidad de agua potable en el mediano y largo plazo. La reutilización de aguas servidas es otra estrategia clave para mitigar la presión sobre los recursos hídricos naturales, con iniciativas orientadas a mejorar el tratamiento y la calidad del agua residual antes de su reintegración en el sistema, particularmente en las ciudades de Puerto Montt y Osorno.

Otro aspecto fundamental es la protección de los ecosistemas acuáticos y la mitigación de la contaminación en cuerpos de agua. En 2023, se identificó que el 45% de las muestras de agua en áreas agrícolas de la provincia de Osorno presentaban niveles de nitratos superiores a los estándares recomendados, producto del uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes. Además, el 50% de los humedales de la región han sufrido alteraciones debido a la expansión de la actividad agropecuaria, lo que compromete su capacidad de regulación hídrica y de mejora de la calidad del agua. Para mitigar estos impactos, se han implementado programas de conservación y restauración de humedales, así como normativas más estrictas para el manejo de residuos industriales y agrícolas.

Para evitar estas consecuencias, se recomienda acelerar la implementación de proyectos de infraestructura hídrica, priorizando la expansión de las redes de agua potable en localidades rurales de Chiloé y Palena, y sistemas de saneamiento en las comunas de Osorno y Puerto Varas. También es fundamental fortalecer los programas de conservación de ecosistemas acuáticos y fomentar prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan la presión hídrica. En el ámbito industrial, se deben establecer regulaciones más estrictas para el tratamiento de residuos y promover incentivos para la adopción de tecnologías de bajo consumo hídrico, asegurando así la sostenibilidad y resiliencia del recurso hídrico en la Región de Los Lagos.

7.2.3 Análisis de capacidad limitada

La región de Los Lagos enfrenta una problemática estructural en la gestión de sus recursos hídricos, caracterizada por una estabilidad relativa en la oferta del recurso, pero una capacidad de respuesta restringida por factores económicos, políticos y técnicos. El balance hídrico en la región se mantiene en una condición frágil, con infraestructuras insuficientes para atender las demandas crecientes en los sectores productivos y urbanos, además de la exposición creciente a las alteraciones climáticas.

Las brechas en la seguridad hídrica no han escalado de manera drástica, pero la incapacidad institucional y técnica para responder adecuadamente a las presiones emergentes genera una vulnerabilidad estructural que podría derivar en crisis futuras. En las zonas rurales de las provincias de Chiloé y Palena, un 33% de las viviendas permanecen desconectadas de la red pública de agua potable, afectando gravemente a localidades como Quellón, Chaitén y Futaleufú. A su vez, las deficiencias en la infraestructura de distribución urbana evidencian

pérdidas del 35,9% en promedio, siendo Puerto Montt y Osorno las ciudades más afectadas, con sectores específicos como Chiquihue donde las pérdidas superan el 60%.

El impacto del cambio climático se manifiesta con la reducción progresiva de los caudales superficiales, proyectándose una disminución entre un 5,7% y un 7% para 2055 en cuencas como el Río Bueno (BNA 103) y el Río Puelo (BNA 105). Esto compromete la capacidad de recarga de acuíferos y restringe la disponibilidad hídrica tanto para consumo humano como para actividades productivas. En el sector agrícola, la eficiencia del riego varía de manera significativa entre las cuencas, con la cuenca de las Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho (BNA 106) registrando una eficiencia del 55%, mientras que el Río Puelo (BNA 105) alcanza el 71%. A pesar de estas limitaciones, se proyecta un incremento del 172% en la demanda hídrica agrícola hacia 2055, lo que generará tensiones en el acceso al recurso en provincias como Llanquihue y Osorno.

La industria manufacturera, con epicentro en Puerto Montt y Ancud, también enfrenta una presión creciente sobre la disponibilidad de agua, proyectando un incremento del 195% en su demanda total. Esta expansión industrial contribuye no solo al agotamiento del recurso, sino también a su deterioro cualitativo, con contaminantes que afectan cuerpos de agua claves como la Bahía de Chincui y el Lago Llanquihue. Estudios recientes han identificado que un 45% de las muestras de agua en zonas agrícolas presentan concentraciones de nitratos que exceden los límites recomendados, mientras que un 60% de las localidades rurales carecen de sistemas de tratamiento de aguas servidas, lo que compromete la calidad de los ríos Maullín y Rahue, así como la biodiversidad asociada.

La región también enfrenta una creciente vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. Se anticipa un aumento en la frecuencia e intensidad de sequías en las cuencas del Río Yelcho (BNA 107) y el Río Palena (BNA 110), lo que podría afectar gravemente la producción agropecuaria y la disponibilidad de agua potable. En paralelo, la insuficiencia en infraestructura de drenaje y protección fluvial en ciudades como Osorno y Castro agrava el riesgo de inundaciones, exacerbando la inestabilidad del sistema hídrico regional.

Para abordar estos desafíos, resulta imperativo fortalecer la infraestructura hídrica en la región. La ampliación y modernización de los Servicios Sanitarios Rurales es una acción prioritaria para garantizar el acceso equitativo al agua potable en comunidades vulnerables de Palena y Chiloé. Asimismo, se requiere una inversión sostenida en proyectos de tratamiento de aguas servidas, especialmente en la Bahía de Puerto Montt y el Lago Llanquihue, para mitigar la contaminación y preservar la calidad del recurso hídrico. Adicionalmente, es crucial la implementación de infraestructura de almacenamiento y distribución, optimizando los sistemas en ciudades como Osorno y Puerto Varas para reducir las pérdidas en la red de abastecimiento.

La optimización del uso del agua en los sectores productivos también debe ser una prioridad ineludible. La adopción de tecnologías avanzadas de riego podría mejorar significativamente la eficiencia hídrica en las cuencas de los ríos Bueno y Puelo, reduciendo la presión sobre los acuíferos y cauces superficiales. Paralelamente, la implementación de un esquema de gestión integrada de cuencas permitiría armonizar las necesidades de agua entre los sectores agrícola, industrial y urbano, garantizando un acceso equitativo y sostenible. En el sector industrial, la incorporación de procesos de reutilización y reciclaje del agua es una estrategia clave para mitigar la demanda y minimizar impactos ambientales en urbes como Puerto Montt y Ancud.

La protección de los ecosistemas acuáticos es otro componente esencial de la estrategia de seguridad hídrica. Es imperativo establecer regulaciones estrictas sobre el uso de agroquímicos en la agricultura para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua en el Río Rahue y la Laguna San Rafael. Asimismo, la restauración de humedales degradados, afectados por la expansión agrícola y la contaminación industrial, permitiría recuperar su rol como reguladores naturales del ciclo hidrológico. La instauración de estándares rigurosos de calidad del agua en ríos y lagos resulta fundamental para prevenir procesos de eutrofización y conservar la biodiversidad regional.

La adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos hídricos deben incorporarse en la planificación territorial con un enfoque priorizado en ciudades expuestas como Puerto Montt, Osorno y Castro, así como en cuencas críticas como la del Río Bueno. La creación de sistemas de alerta temprana para sequías y eventos extremos representa una estrategia clave para mejorar la capacidad de respuesta ante crisis climáticas y garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico en la región.

7.2.4 Análisis de avance sostenible y resiliente

El futuro de la Región de Los Lagos se proyecta hacia un modelo de gestión hídrica sostenible, resiliente e innovador, donde los recursos son utilizados de manera eficiente, equitativa y con un enfoque de largo plazo. La inversión en infraestructura, el fortalecimiento de políticas públicas y la aplicación de tecnologías de vanguardia han permitido reducir la brecha de seguridad hídrica y mejorar la capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos. La planificación territorial ha sido clave para asegurar la protección de los ecosistemas y garantizar el bienestar de la población, promoviendo la integración de sectores productivos bajo un modelo de economía verde y circular.

En este contexto, el acceso al agua potable se ha ampliado significativamente, especialmente en comunidades rurales, donde históricamente la cobertura había sido deficiente. La modernización y expansión de los sistemas sanitarios rurales han reducido la

cantidad de viviendas sin conexión a redes de abastecimiento, permitiendo que la población acceda a un suministro de agua confiable y de calidad. Las iniciativas implementadas han priorizado la construcción de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, junto con la incorporación de tecnologías avanzadas para la detección y reducción de pérdidas en la red de distribución. Este enfoque ha permitido disminuir los niveles de desperdicio de agua, mejorando la eficiencia del sistema y asegurando un uso racional del recurso hídrico.

El acceso al saneamiento también ha experimentado una mejora sustancial. Se han desarrollado planes estratégicos para ampliar la cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, reduciendo así la cantidad de descargas no tratadas en cuerpos de agua. La implementación de normas estrictas de calidad ha garantizado que las aguas servidas sean adecuadamente tratadas antes de su reinserción en el medioambiente. Esta medida ha sido clave para la protección de la biodiversidad y la calidad del agua en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. Además, se han introducido incentivos para el uso de aguas residuales tratadas en actividades productivas, promoviendo la reutilización y reduciendo la presión sobre las fuentes de agua dulce.

El desarrollo de infraestructura hídrica ha sido una de las estrategias fundamentales para asegurar la disponibilidad de agua en toda la región. Se han construido y modernizado embalses y reservorios estratégicamente ubicados, permitiendo almacenar y regular el suministro de agua en períodos de escasez. Además, se ha fomentado la implementación de infraestructura basada en la naturaleza, como humedales artificiales y sistemas de infiltración, que contribuyen a la recarga de acuíferos y a la mitigación de inundaciones. La combinación de estas soluciones ha fortalecido la resiliencia hídrica de la región, minimizando los impactos negativos de las variaciones climáticas.

La agricultura ha sido uno de los sectores más beneficiados con estas medidas, ya que el acceso a agua ha permitido mejorar la productividad y la sostenibilidad de las actividades agropecuarias. Se ha promovido el uso eficiente del agua a través de sistemas de riego tecnificado, optimizando la aplicación del recurso y reduciendo el desperdicio. La introducción de cultivos más resistentes a la sequía y la adopción de prácticas agroecológicas han permitido disminuir la demanda hídrica, asegurando una producción más sostenible en el tiempo. Asimismo, se han establecido programas de capacitación y asistencia técnica para los agricultores, fomentando el uso responsable del agua y la conservación de suelos.

El sector industrial también ha experimentado transformaciones significativas en cuanto a su relación con los recursos hídricos. La implementación de normativas más rigurosas y el desarrollo de tecnologías innovadoras han permitido reducir la huella hídrica de las

industrias, minimizando su impacto ambiental. Se han adoptado procesos de reciclaje y reutilización del agua en la producción, disminuyendo la extracción de fuentes naturales y promoviendo un uso más eficiente. Además, se han desarrollado planes de monitoreo ambiental que garantizan el cumplimiento de los estándares de calidad y previenen la contaminación de cuerpos de agua. Estas medidas han favorecido la sostenibilidad del sector, asegurando su continuidad sin comprometer los ecosistemas acuáticos.

Desde el punto de vista ambiental, la protección y restauración de ecosistemas ha sido una prioridad en la gestión hídrica de la región. La conservación de humedales y zonas de recarga de acuíferos ha sido fundamental para mantener la calidad y cantidad de agua disponible. Se han implementado programas de reforestación y recuperación de áreas degradadas, lo que ha contribuido a mejorar la capacidad de retención de agua en los suelos y reducir la erosión. La creación de áreas protegidas y corredores ecológicos ha permitido preservar la biodiversidad y garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos.

Otro aspecto clave en la gestión hídrica ha sido la gobernanza y participación ciudadana. Se han fortalecido los mecanismos de planificación y toma de decisiones, involucrando a comunidades locales, organizaciones ambientales y sectores productivos en la formulación de políticas hídricas. La implementación de comités de cuenca ha permitido coordinar esfuerzos y definir estrategias conjuntas para el manejo del agua, asegurando una gestión más equitativa y eficiente. La transparencia y el acceso a la información han sido pilares fundamentales en este proceso, fomentando la responsabilidad compartida y el compromiso de todos los actores involucrados.

Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten algunos desafíos que requieren atención continua. Uno de los principales riesgos es el crecimiento de la demanda hídrica en sectores productivos y residenciales, lo que podría generar conflictos por el acceso al recurso si no se establecen mecanismos adecuados de regulación. Para evitar esta situación, es necesario fortalecer la planificación territorial y garantizar una distribución equitativa del agua, priorizando el abastecimiento humano y la conservación ambiental.

Otro aspecto crítico es la necesidad de mantener y actualizar la infraestructura hídrica a lo largo del tiempo. Sin una planificación adecuada para la operación y mantenimiento de los sistemas, existe el riesgo de que las inversiones realizadas pierdan efectividad con el paso de los años. Es fundamental asegurar el financiamiento y la capacitación del personal encargado de la gestión hídrica, garantizando que las infraestructuras continúen funcionando de manera óptima en el futuro.

La variabilidad climática sigue representando un desafío para la seguridad hídrica de la región. A pesar de los esfuerzos en adaptación y mitigación, eventos extremos como sequías

e inundaciones pueden afectar la disponibilidad de agua y generar impactos negativos en la población y los ecosistemas. Para enfrentar este desafío, es esencial seguir avanzando en la implementación de estrategias de resiliencia climática, como la diversificación de fuentes de agua, el monitoreo continuo de los recursos hídricos y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante emergencias.

En términos de sostenibilidad económica, es necesario continuar promoviendo la eficiencia en el uso del agua y la adopción de modelos de producción más responsables. La diversificación de la matriz económica, con un enfoque en la economía verde y circular, permitirá reducir la presión sobre los recursos hídricos y generar oportunidades de desarrollo sustentable. La innovación y la investigación científica jugarán un papel clave en este proceso, proporcionando nuevas soluciones y tecnologías para optimizar la gestión del agua.

El futuro de la Región de Los Lagos depende de la capacidad de sus actores para mantener el compromiso con una gestión hídrica sostenible y resiliente. A través de la integración de políticas públicas efectivas, inversiones estratégicas y la participación activa de la sociedad, es posible garantizar un equilibrio entre el desarrollo económico, la equidad social y la conservación ambiental. La implementación de estrategias adecuadas permitirá que la región se consolide como un referente en la gestión del agua, asegurando un futuro próspero y sustentable para las próximas generaciones.

CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE

La región de Los Lagos se caracteriza por presentar una gran cantidad de ríos, entre los que destacan el Río Puelo y Río Yelcho, que dan nombre a algunas de las cuencas más importantes de la región. La demanda hídrica de la región se concentra en las cuencas Río Bueno (BNA 103), Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104) e Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109). 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. Se proyecta un aumento del 134% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁷, a la baja eficiencia en el riego, estimada en un 64% promedio regional, y al incremento en la demanda del sector industrial⁸. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas que concentran la mayor demanda hídrica, mencionadas anteriormente.

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, con descensos que oscilan entre el 5% y 7%. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que, las cuencas Río Bueno (BNA 103) presenta déficit hídrico estructural. 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 sus fuentes superficiales y subterráneas, situación que la vuelve especialmente vulnerables a 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 94,4%, las pérdidas de los sistemas de distribución promedian¹⁰ un 35%.

⁷ Asociado a un aumento del 172% de la demanda hídrica de superficies de praderas mejoradas, debido principalmente a la expansión de superficie de estos cultivos y al incremento de las tasas de evapotranspiración de los cultivos, en base a Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021).

⁸ Asociado al incremento de la demanda hídrica de la industria manufacturera.

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

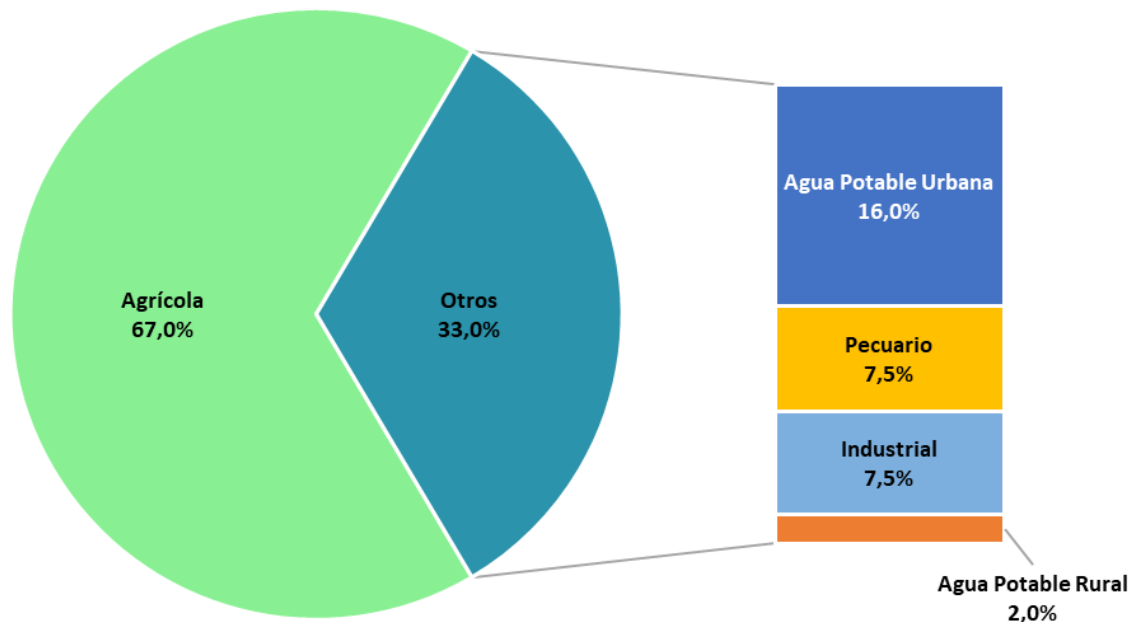
¹⁰ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

Si bien las proyecciones de aumento de población urbana en la región son menores al 1%, la garantía de la cobertura del suministro de agua potable urbana representa un desafío. En las áreas rurales, entre el 33% y 50% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que se observan brechas de información que afectan hasta el 20,5% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, hasta un 39% 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 que varían entre el 55% y 71%, por lo que se deben proyectar mejoras en este ámbito. Se observan grandes presiones en la cuenca Río Bueno (BNA 103), ya que concentra el 79% de la red de canales de la región, presenta deficiencias en sus sistemas de distribución, y se proyectan aumentos en la demanda hídrica para la cuenca, lo que dificulta la productividad y sostenibilidad agrícola de la región. Las proyecciones de incremento de la demanda manufacturera ponen en una situación de riesgo a la Cuenca e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104). Se observan limitaciones en torno a las OUAs¹¹, no se registra ningún tipo de organización de usuarios de agua en la región. La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. Se observa una disminución de la oferta hídrica superficial mayor a 7% en las cuencas Costeras entre R. Yelcho - Límite Regional BNA 108) y R. Palena – Costeras Límite Décima Región (BNA 110), esta situación evidencia la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento hídrico. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, no se observan proyectos para uso de fuentes no convencionales en las cuencas Río Yelcho (BNA 107), Costeras entre R. Yelcho - Límite Regional BNA 108) y R. Palena – Costeras Límite Décima Región (BNA 110). En las cuencas restantes sólo se observan obras de menor escala.

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región. El uso de agroquímicos debido a la actividad agrícola y ganadera en la región puede afectar ecosistemas al sobrepasar los niveles de parámetros permitidos en la calidad del agua. Por otra parte, se observa un gran deterioro de la calidad de agua en todas las cuencas de la región, atribuido a descargas de aguas servidas, donde más del 60% de las localidades de la región carecen de servicios adecuados de saneamiento, con una cobertura de alcantarillado menor al 70%. Además, se observan riesgos de contaminación por la acuicultura, ya que las inundaciones y crecidas incrementan la exposición a los contaminantes utilizados en la industria y aumentan la presión de los recursos hídricos en las cuencas Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho (BNA 106) y Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104). Por otra parte, se observan un cambio significativo en el uso de suelo lo que pone en riesgos los ecosistemas cercanos, como humedales, que han sufrido alteraciones debido a la expansión agrícola y ganadera. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo en todas las cuencas de la región,

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

con excepción de Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho (BNA 106) y Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104). Se observa la pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos en todas las cuencas, debido a la reducción de áreas boscosas y humedales, y la falta de definición de caudales ecológicos, en particular las cuencas Costeras entre R. Yelcho - Límite Regional (BNA 108), Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho (BNA 106) y Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104), se encuentran en una situación crítica. La mayoría de las cuencas presentan una protección ecosistémica media. En particular, las cuencas Río Bueno (BNA 103), Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104) e Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109) muestran una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que las cuencas Río Puelo (BNA 105) y Río Yelcho (BNA 107) no superan el 5% de protección de sus superficies de humedales, evidenciando la necesidad urgente de implementar medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho (BNA 106) y Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104) 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 dos localidades de la región cuentan con planes maestros, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas.



Fuente: Elaboración propia.

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

Tabla 8.1-1 Balance Hídrico Estructural actual de la región de Los Lagos

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹²	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹³
			Superficiales	Subterráneas	
103	Río Bueno	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
104	Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
105	Río Puelo	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
106	Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
107	Río Yelcho	Con recursos	No	No	Con recursos
108	Costeras entre R. Yelcho - Límite Regional	Con recursos	No	No	Con recursos
109	Islas Chiloé y Circundantes	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
110	Río Palena y Costeras Límite Décima Región	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

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

En la región de Los Lagos se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Bueno (BNA 103), Río Yelcho (BNA 107) e Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109). 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 todas las cuencas de la región. A partir de lo anterior, se identifica la necesidad de actualizar y 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.

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.

8.3 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 de Los Lagos, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, CNR, INDAP, SISS, INIA, CIREN, SBAP, CONAF, CONADI¹⁴, empresas agrícolas y acuícolas 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 de Los Lagos, la estrategia se centra en desarrollar una gestión integral de infraestructura de recursos hídricos inclusiva y resiliente, que garantice el acceso universal a servicios de agua potable y saneamiento. Este sistema busca fomentar la sostenibilidad hídrica implementando iniciativas de reutilización de aguas residuales, uso eficiente del agua y modernización de sistemas, a través de la integración de prácticas basadas en la naturaleza y soluciones innovadoras. Considera la preservación de los ecosistemas, la adaptación y mitigación ante el cambio climático, la reducción de vulnerabilidades ante riesgos siconaturales y la equidad territorial, con énfasis en la seguridad hídrica y el desarrollo equilibrado.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región atraviesa una crisis multifacética grave. La infraestructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento se encuentra en una situación de precariedad estructural, con sistemas ineficientes y obsoletos. Esta situación ha generado problemas en la provisión de agua potable,

¹⁴ SEREMI MINAGRI: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Agricultura; CNR: Comisión Nacional de Riegos; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias; CIREN: Centro de Información de Recursos Naturales; SBAP: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas; CONAF: Corporación Nacional Forestal; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.

carencia de sistemas de alcantarillado, altos costos operacionales y la dependencia de fuentes informales como camiones aljibes, lo que se evidencia especialmente en localidades como Palena, Futaleufú y Quemchi. El crecimiento demográfico acrecienta las presiones sobre los recursos hídricos. Los elevados incrementos en la demanda agrícola (+172), la carencia de planificación, y la deficiente y escasa la infraestructura hídrica posicionan a la actividad agrícola en un estado de crisis inminente, estos efectos son significativos para las cuencas Río Bueno (BNA 103), Cuencas e Islas entre Río Bueno y Río Puelo (BNA 104) y Río Yelcho (BNA 107). La ausencia de regulaciones en el control de extracciones, la ineficiencia en los sistemas y el incremento de la demanda manufacturera, acentúan conflictos por la asignación del recurso hídrico entre el sector industrial y agrícola. La sobreexplotación de fuentes hídricas ha conducido a una degradación acelerada de los ecosistemas acuáticos, con efectos perjudiciales en la biodiversidad, la calidad del agua y la reducción de su capacidad de regulación hídrica. La fragmentación institucional y obsolescencia del marco normativo obstaculizan la implementación de soluciones estructurales en la región, lo que deriva en una gestión desarticulada con lógicas que ofrecen soluciones de corto plazo e insostenibles. En un escenario *Desafío Gestionable*, los desafíos de SH se incrementan como resultado del crecimiento demográfico concentrado en centros urbanos, la intensificación de la actividad industrial y agrícola, y los efectos del cambio climático. La capacidad de respuesta de la región es fortalecida a través de la implementación de tecnologías innovadoras y mejoras en la infraestructura crítica. Si bien esta respuesta evita una crisis mayor, 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, sin embargo, la capacidad restringida de la región debido a factores económicos, políticos y técnicos, perpetúa vulnerabilidades sistemáticas y mantiene en una condición frágil al territorio. 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. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, se logra estabilizar las brechas de seguridad hídrica mediante la implementación de un modelo de gestión hídrica sostenible y resiliente con un enfoque en soluciones a largo plazo. El modelo se enfoca en el fortalecimiento de políticas públicas, la aplicación de tecnologías de vanguardia y la planificación territorial. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo y el fortalecimiento de la gobernanza hídrica, la región logra reducir las brechas de seguridad hídrica, garantizar el bienestar de la población, mejorar la capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos, asegurar la protección de los ecosistemas y la integración de los sectores productivos bajo un modelo de economía verde y circular.

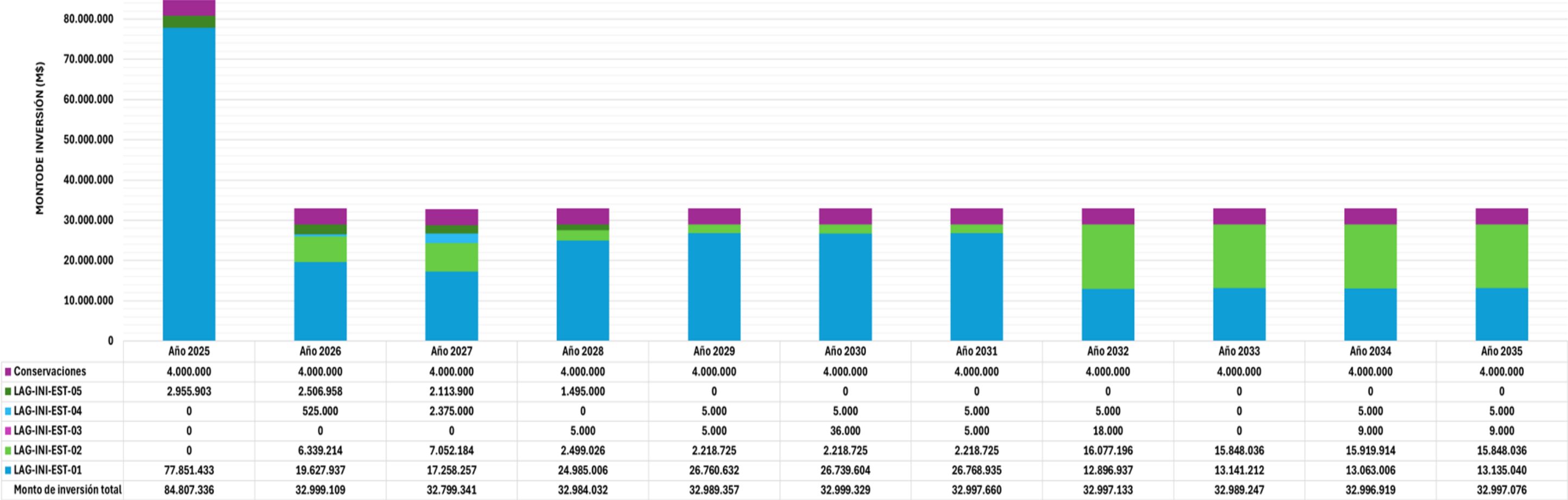
8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE

El desarrollo de una planificación estratégica integral y sostenible es clave para abordar los desafíos regionales mencionados en los acápites anteriores. Se deben implementar medidas

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

8.7 SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

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



Leyenda	Descripción iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en soluciones sostenibles
INI-EST-03 y 06	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas con énfasis en medio ambiente y sostenibilidad
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 drenaje urbano sostenible

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

Figura 8.7-1 Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas

Entre las IE más relevantes de la región, destaca la “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Agua Potable”, orientada a garantizar el derecho al agua. Asimismo, la iniciativa “Fuentes de Abastecimiento Sustentables para Consumo Humano y Riego” busca asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. Por último, la “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.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 210.938.800 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 39.000 personas, lo que permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra principalmente distribuida en las cuencas Río Bueno (BNA 103) con un 21% asignado, Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104) con un 29% de la inversión, e Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109) con un 21% de la inversión. Un 22% de la inversión se encuentra asignado a proyectos con enfoque regional.
- M\$ 2.340.000 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 7 estudios de recursos hídricos y 1 estudio de riego. El 28% de la inversión está destinado a la cuenca Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109), un 72% de la inversión se distribuye equitativamente entre las cuencas Río Puelo (BNA 105), Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104), Yelcho - Límite Regional (BNA 108), Costeras entre R. Puelo – R. Yelcho (BNA 106), Río Palena y Costeras Límite Décima Región (BNA 110) e iniciativas con enfoque regional.
- M\$ 176.498.100 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 241.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 427.700 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 27.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 46.775.600 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 710 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 690.000 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\$ 12.400.000 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 490 hm³/año y; M\$14.387.800 28.430.500 de

inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 150 hectáreas.

- M\$ 327.769.300 de inversión para el Diseño y Construcción de Sistemas de Saneamiento Rural, con un beneficio para más de 220.000 personas, lo que permitirá reducir la brecha de acceso al tratamiento de aguas servidas y riesgos de contaminación biológica del agua. La inversión se encuentra principalmente distribuida en las Cuencas e Islas entre R. Bueno – R. Puelo (BNA 104) con un 45%, seguido de un 29% asignado a la cuenca Islas Chiloé y Circundantes (BNA 109) y un 20% de la inversión destinado a la cuenca Río Bueno (BNA 103).

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 Santiago Norte. (2023). *Aguas Santiago Norte*. Obtenido de <https://www.asnsa.cl/listado-planes-de-desarrollo>
- Aguilera, F., Honoeres, C., Lemus, M., Neira, H., & Rojas, J. (2014). *Evaluación de los recursos geotérmicos de la región de Los Lagos*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Atria Galaz, M. (2022). *Habitar el Hábitat: Relatos Sonoros Para Fortalecer la red de Actores del Cambio que Trabajan por el Cuidado de los Humedales en la Región de los Lagos (Chile)*. <https://www.proquest.com/openview/3de0509c96aed64c0fbd83a935bfdfd5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>: PUC.
- 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
- 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 los Lagos*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region10/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de los Lagos*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region10/hidrografia.htm>
- Bolados A., M., Roa A., S., & Aedo A., M.-V. (2023). Análisis de las brechas e iniciativas hídricas propuestas en los planes estratégicos de gestión hídrica (PEGH): un acercamiento a la gobernanza para su implementación. *Sequía y escasez hídrica: mejoras institucionales y regulatorias en materia de aguas: IV Jornadas del régimen jurídico de las aguas*, 520.
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Concesiones sanitarias: cómo se incertan 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. (Enero de 2023). *Coordinador Electrico Nacional*. Obtenido de Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente: <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/#Estadisticas>
- CEN. (s.f.). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente. *Coordinador Eléctrico Nacional*, <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNR. (2017). *Plan de Riego región de Los Lagos*.
- CNR. (2020). *CNR promueve Sistemas de Captación de Aguas Lluvia desarrollados en el sur como alternativa para aumentar disponibilidad del recurso hídrico*. Obtenido de <https://www.cnr.gob.cl/cnr-promueve-sistemas-de-captacion-de-aguas-lluvia-desarrollados-en-el-sur-como-alternativa-para-aumentar-disponibilidad-del-recurso-hidrico/>
- CNR. (2024). *Ancud: Comisión Nacional de Riego entrega simbólicas bonificaciones de riego por más de \$756 millones en región de Los Lagos*. Obtenido de <https://www.cnr.gob.cl/ancud-comision-nacional-de-riego-entrega-simbolicas-bonificaciones-de-riego-por-mas-de-756-millones-en-region-de-los-lagos/>
- CONAF. (2013). *Cataste de Usos de Suelo y Vegetación*.
- 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). *Aplicación de la metodología de actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de la Macrozona sur y Parte Norte de la Macrozona Austral*.
- DGA. (2021). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región del Los Lagos*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/SUB5912.pdf>
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021b). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TOLTÉN Y BUENO*.
- 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 YELCHO*. Santiago.
- DGA. (2022). *Plan Estrategico de la gestión Hídrica en las cuencas de las Islas de Chiloé y Circundantes*.

- 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. (2022a). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LAS ISLAS CHILOÉ Y CIRCUNDANTES*. Santiago.
- DGA. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- 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*.
- 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). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/lv/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*.
- 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. (2023). *Estrategia Regional de Desarrollo 2030*.
- INDAP. (2018). *Supervisan proyectos de riego y cosecha de aguas lluvias de la pequeña agricultura en Osorno*. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/noticias/supervisan-proyectos-de-riego-y-cosecha-de-aguas-lluvias-de-la-pequena-agricultura-en>
- INDAP. (2019). *Inauguran planta desalinizadora de agua de mar para familias campesinas de isla Imerquiña*. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/noticias/inauguran-planta-desalinizadora-de-agua-de-mar-para-familias-campesinas-de-isla-imerquina>
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*.
- INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de Resultados CENSO 2017: <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2021). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural (SICVIR)*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- Intendencia Los Lagos. (2015). *Agricultores mejorarán su producción estival gracias a la cosecha de aguas lluvia*. Obtenido de <http://www.intendencialoslagos.gov.cl/noticias/agricultores-mejoraran-su-produccion-estival-gracias-a-la-cosecha-de-aguas-lluvia/>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Maldonado, A. R. (2021). *ZONAS DE SACRIFICIO EN CHILE, CRITERIOS Y CONDICIONES DE*. Universidad de Playa Ancha: Notas Históricas y Geográficas.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2019). *Nuevas plantas potabilizadoras de agua para casos de emergencia en la región de Los Lagos*. Obtenido de <https://www.interior.gob.cl/noticias-regionales/2019/09/26/nuevas-plantas-potabilizadoras-de-agua-para-casos-de-emergencia-en-la-region-de-los-lagos/>
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Los Lagos*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=13
- MOP. (2018). *PLAN CHILE 30/30. EL FUTURO NO SE ESPERA, SE CONSTRUYE*.
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2023). *Planemiento MOP GOB*. Obtenido de <https://planeamiento.mop.gob.cl/planes-y-estudios/inventario-de-planes/>
- 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>
- 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/>
- SERNATUR. (Febrero de 2024). *Big data para el turismo interno*. Obtenido de Principales destinos turísticos: <https://www.sernatur.cl/dataturismo/big-data-turismo-interno/>
- 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. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2022*. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SiSS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- SISS. (2023). *Información SIFAC II*. Santiago: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-7247.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). *SIFAC II. Sistema de Facturación Clientes y Coberturas*.
- SiSS. (2023). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023a). *Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Obtenido de <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>
- SUBPESCA. (2020). *Los Lagos: planta desaladora permitirá a pescadores de Manquemapu incursionar en el turismo*. Obtenido de <https://www.subpesca.cl/portal/617/w3-article-109574.html>
- SURALIS. (2023). *SURALIS*. Obtenido de <https://www.suralis.cl/emergencia-osorno/campana-cuidemos-el-alcantarillado/cuidemos-el-alcantarillado-es-tarea-de-todos>

- UdeC. (2023). *Proyecto UdeC permite abastecer de agua potable a familias de la Isla Cheniao, en Chiloé*. Obtenido de Noticias UdeC: <https://noticias.udec.cl/proyecto-udec-permite-abastecer-de-agua-potable-a-familias-de-la-isla-cheniao-en-chiloe/>
- Uribe-Sierra, S. E. (2023). Extractivismo minero en Chile: concentración privada de riqueza y conflictos socioambientales. *Invest. Geog no.112 Ciudad de México dic. 2023*, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112023000300108&script=sci_arttext.
- 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.