

**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 MAGALLANES

REV. 0

Preparado para:



marzo de 2025

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	INTRODUCCIÓN	9
1.2.1	Visión objetivo	10
1.2.2	Objetivo estratégico general	11
1.2.3	Objetivos estratégicos específicos	11
CAPÍTULO 2	DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR HÍDRICO DE LA REGIÓN	13
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN	13
2.1.1	Dimensión física	13
2.1.2	Clima	17
2.1.3	Dimensión socioeconómica y cultural	18
2.2	ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS	20
2.2.1	Agua Potable Urbana	20
2.2.2	Agua Potable Rural	22
2.2.3	Agrícola	25
2.2.4	Generación eléctrica	27
2.2.5	Minero	28
2.2.6	Industrial	28
2.2.7	Forestal	30
2.2.8	Pecuario	31
2.2.9	Acuícola	31
2.2.10	Caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental	32
2.2.11	Análisis de demanda total en la región	33
2.3	ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA	35
2.3.1	Oferta hídrica	35
2.3.2	Eventos extremos	46
2.3.3	Calidad de Aguas	48
CAPÍTULO 3	ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	52
3.1	INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES	52

3.1.1	Infraestructura hídrica existente al año 2023	52
3.1.2	Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente	63
CAPÍTULO 4	BRECHAS HÍDRICAS	67
4.1	BRECHAS DE BALANCE HÍDRICO	67
4.2	BRECHAS ESTRATÉGICAS	73
4.2.1	Brechas de Información	73
4.2.2	Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia	75
4.2.3	Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica	78
4.2.4	Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas	81
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	84
4.2.6	Resumen de brechas estratégicas	86
4.3	BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA	88
4.3.1	Desarrollo matriz OAI	88
4.3.2	Identificación de brechas de Infraestructura	97
CAPÍTULO 5	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN	100
5.1	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	100
5.2	TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS	102
5.3	CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES	103
5.4	DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS	109
5.5	VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	113
5.6	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA	114
5.6.1	Beneficios de Inversiones	114
5.6.2	Incidencia en Matriz Hídrica	118
CAPÍTULO 6	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRIORIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS	122
6.1	EVALUACIÓN MULTICRITERIO	122
6.2	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	125
6.3	PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES	126
CAPÍTULO 7	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	131
7.1	SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN	131
7.1.1	Contexto regional y áreas de intervención prioritarias	132

7.1.2	Factores críticos regionales	134
7.2	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	135
7.2.1	Análisis de estancamiento crítico	135
7.2.2	Análisis de desafío gestionable	137
7.2.3	Análisis de capacidad limitada	140
7.2.4	Análisis de avance sostenible y resiliente	142
CAPÍTULO 8	PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	146
8.1	SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE	146
8.2	EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES	150
8.3	GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE	150
8.4	FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA	150
8.5	MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO	151
8.6	ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE	152
8.7	SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	152
8.8	MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA	155
CAPÍTULO 9	BIBLIOGRAFÍA	157

FIGURAS

Figura 2.1-1	Hidrografía de la región de Magallanes y la Antártica Chilena.....	15
Figura 2.1-2	Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de la región de Magallanes y la Antártica Chilena	16
Figura 2.1-3	Escenarios emisiones del CMIP5 y trayectorias a 2100.....	18
Figura 2.2-1	Cientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana	21
Figura 2.2-2	Estimación consumo mensual promedio histórico por Cliente Residencial regulado	22
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	26
Figura 2.2-4	Distribución de la demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023	33
Figura 2.2-5	Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada.....	34
Figura 2.2-6	Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada	35
Figura 2.3-1	Cuencas y subcuencas de la región de Magallanes y la Antártica Chilena según clasificación BNA.....	36
Figura 2.3-2	Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, por tipología.....	38
Figura 2.3-3	Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Magallanes y la Antártica Chilena	39
Figura 2.3-4	Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, por tipología.....	44
Figura 3.1-1	Distribución de viviendas en región de Magallanes 2017	55
Figura 3.1-2	Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua.....	56
Figura 3.1-3	Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región de Magallanes	57
Figura 3.1-4	Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región de Magallanes según indicador BS13	58

Figura 3.1-5	Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Magallanes y la Antártica Chilena.....	60
Figura 3.1-6	Red hidrométrica de la región de Magallanes y la Antártica Chilena	62
Figura 4.1-1	Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 128	69
Figura 4.1-2	Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Magallanes	70
Figura 4.1-3	Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Magallanes.....	72
Figura 4.2-1	Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Magallanes	87
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 Magallanes	94
Figura 5.1-1	Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas	101
Figura 5.2-1	Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas	102
Figura 5.3-1	Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones	104
Figura 5.3-2	Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión	105
Figura 6.3-1	Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión.....	127
Figura 6.3-2	Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Magallanes y la Antártica Chilena	128
Figura 6.3-3	Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Magallanes y la Antártica Chilena.....	129
Figura 6.3-4	Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Magallanes y la Antártica Chilena.....	130
Figura 8.1-1	Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023.....	149
Figura 8.7-1	Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas.....	153

TABLAS

Tabla 2.2-1	Demanda APU actual y futura - cuencas BNA de la región de Magallanes ..	20
Tabla 2.2-2	Demanda hídrica APR actual, por subcuenca BNA, región de Magallanes ...	23
Tabla 2.2-3	Proyección de la población rural en áreas con APR – Cuencas BNA región de Magallanes	24
Tabla 2.2-4	Estimación demanda hídrica en áreas rurales sin APR actual y futura– Cuencas BNA región de Magallanes	24
Tabla 2.2-5	Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región de Magallanes	25
Tabla 2.2-6	Demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes	26
Tabla 2.2-7	Demanda hídrica consuntiva Generación Eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes	28
Tabla 2.2.8	Demanda hídrica Industrial actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes	29
Tabla 2.2.9	Demanda hídrica Forestal actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes	30
Tabla 2.2.10	Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes	31
Tabla 2.2-11	Demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes.....	32
Tabla 2.2.12	Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA Región Magallanes	33
Tabla 2.2-13	Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región de Magallanes	34
Tabla 2.3-1	Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región	41
Tabla 2.3-2	Escorrentía total y glaciar en periodo histórico 1985-2015.	42
Tabla 2.3-3	Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región.....	45
Tabla 2.3-4	Oferta hídrica actual de agua subterránea en la región.....	46
Tabla 2.3-5	Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años	47
Tabla 2.3-6	Eventos extremos históricos en la región de Los Lagos, periodo 1912-2017	48
Tabla 2.3-7	Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de Magallanes, periodo 2017-2023	48

Tabla 3.1-1	Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca	53
Tabla 3.1-2	Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Magallanes	54
Tabla 3.1-3	Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Magallanes y la Antártica Chilena	61
Tabla 3.1-4	Estaciones de monitoreo de la región de Magallanes y la Antártica Chilena	61
Tabla 3.1-5	Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción	63
Tabla 3.1-6	Iniciativas según tipologías y características básicas.....	64
Tabla 3.1-7	Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Magallanes y la Antártica Chilena.....	65
Tabla 3.1-8	Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción	65
Tabla 4.1-1	Brechas Hídricas por Cuenca Región de Magallanes.....	71
Tabla 4.2-1	Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Magallanes	76
Tabla 4.2-2	Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Magallanes (continuación)	77
Tabla 4.2-3	Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Magallanes	79
Tabla 4.2-4	Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Magallanes (continuación)	80
Tabla 4.2-5	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Magallanes.....	82
Tabla 4.2-6	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Magallanes (continuación)	83
Tabla 4.2-7	Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Magallanes	85
Tabla 4.3-1	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Magallanes	91
Tabla 4.3-2	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Magallanes (continuación)	92
Tabla 4.3-3	Incertidumbres detectadas por tipo de obra de infraestructura en la región de Magallanes	96
Tabla 4.3-4	Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Arica y Parinacota	99
Tabla 5.1-1	: Iniciativas Estratégicas	102
Tabla 5.2-1	: Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas	103
Tabla 5.3-1	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-INI-EST-01..	106
Tabla 5.3-2	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-INI-EST-02..	106
Tabla 5.3-3	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-INI-EST-03 y MAG-INI-EST-06.....	107

Tabla 5.3-4 04	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-INI-EST-108	
Tabla 5.3-5 05	: Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-INI-EST-108	
Tabla 5.4-1	: Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF	109
Tabla 5.6-1	Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)	115
Tabla 5.6-2	Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica	119
Tabla 6.1-1	Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización	124
Tabla 8.1-1	Balance Hídrico Estructural actual de la región de Magallanes	149

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta una breve introducción al estudio y el marco estratégico desarrollado para la región de Magallanes 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 Magallanes.

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.

En base a lo anterior, se presenta a continuación el objetivo general y los objetivos estratégicos regionales:

1.2.1 Visión objetivo

La Región de Magallanes y la Antártica Chilena, reconocida por sus paisajes naturales y puerta de entrada al territorio Antártico, contará con servicios de infraestructura con alto estándar de implementación donde se considera la protección del medio ambiente, la identidad cultural y el patrimonio vivo e inmaterial de la región. La conectividad multimodal (terrestre, marítima y aérea), así como la digital, contarán con un alto grado de integración intra y extra regional, permitiendo unir de manera segura y expedita diferentes localidades aisladas con las cabeceras comunales de la región, y con el resto del territorio nacional, durante todas las estaciones del año. Los servicios de infraestructura que abarquen la dimensión social y productiva tendrán un alto nivel de desarrollo que permitan fortalecer la consolidación de los diferentes centros poblados y del turismo a nivel regional.

La región contará con infraestructura que permita proteger el territorio y a las personas ante desastres. La Gestión de los Recursos Hídricos contará con una implementación transversal a través de estudios, políticas e infraestructura que propendan a concientizar y regular el uso eficiente del recurso. Los servicios de infraestructura que apoyen a la seguridad pública contarán con un estándar superior ya que será más eficiente e inclusiva, focalizada especialmente en propender a mantener un control adecuado en los pasos fronterizos.

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, 2016) de la región, el (Plan Chile 30/30, 2018)), el Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos al 2021 (MOP, 2021), los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGHs) desarrollados dentro de la región (DGA, 2020), la Estrategia Regional de Desarrollo (GORE Magallanes, 2012) y por último el inventario de planes del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2023).

1.2.2 Objetivo estratégico general

Fortalecer la infraestructura en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, enfocada en la gestión eficiente y sustentable del recurso hídrico, la protección ambiental y el desarrollo económico, especialmente en turismo y sectores productivos. Promover el uso eficiente del agua, la reutilización de aguas tratadas y tecnologías sostenibles, además de conservar ecosistemas clave como humedales y monitorear el recurso hídrico, garantizando la protección ante desastres e impulsando alianzas público-privadas para el desarrollo equitativo y el bienestar de las comunidades locales.

1.2.3 Objetivos estratégicos específicos

1. Proyectar la Región de Magallanes y la Antártica Chilena con infraestructura de alto estándar actualizada, que refleje su reconocimiento por paisajes naturales y como puerta de entrada al territorio Antártico. Incorporar una gestión eficiente del recurso hídrico, junto con su adecuada regulación y saneamiento, garantizando la protección ambiental y el desarrollo sustentable en esta región única.
2. Evaluar la viabilidad y las oportunidades para la reutilización de aguas servidas tratadas, analizando los beneficios, riesgos y requisitos técnicos asociados, con el fin de promover prácticas sostenibles y eficientes en la gestión del agua.
3. Desarrollar servicios de infraestructura que integren la dimensión social y productiva con un alto nivel de desarrollo, fortaleciendo la consolidación de centros poblados y el turismo regional. Fomentar la habilitación de infraestructura social y productiva en diferentes centros poblados para potenciar nuevos polos de desarrollo, especialmente en el ámbito del turismo y otros sectores. Aumentar la seguridad y disponibilidad de agua de riego para los productores silvo-agropecuarios en las localidades de Porvenir y Laguna Blanca, mediante la identificación y evaluación de emplazamientos para microtrancos acumuladores y la evaluación de distintos métodos de riego (goteo, aspersión, surco, tendido) en los principales cultivos de la zona. Mejorar el acceso a asistencia técnica y a instancias de transferencia tecnológica para el riego en sectores agropecuarios, así como a infraestructura de regulación y distribución de aguas para riego.
4. Implementar una gestión transversal de los recursos hídricos a través de estudios, políticas e infraestructura que promuevan la concientización y regulación del uso eficiente del agua. Resguardar la regulación y gestión del recurso hídrico mediante la generación de conocimiento y la habilitación de infraestructura adecuada. Contribuir a mejorar las condiciones de producción agrícola de los pequeños agricultores de la región mediante la generación de información sobre disponibilidad de recursos hídricos y condiciones para el desarrollo agrícola, elaborando perfiles de proyectos de

riego sustentables con uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Mejorar la gestión y aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos mediante el uso racional y eficiente del agua de riego. Aumentar la información disponible sobre el uso efectivo de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), niveles estáticos disponibles, y acuíferos transfronterizos. Implementar iniciativas para mejorar el abastecimiento de agua para el sector agropecuario y mejorar el acceso a asistencia técnica y transferencia tecnológica en riego. Generar instancias para la transferencia de conocimiento sobre la importancia de ser parte de una Organización de Usuarios de Aguas (OUA) y promover la conformación de nuevas OUA. Fomentar y revitalizar alianzas público-privadas en materia hídrica. Liderar el modelo de economía circular con un enfoque en soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura, y uso eficiente de recursos.

5. Desarrollar un plan de utilización de recursos compartidos con Argentina para mejorar los procesos administrativos relacionados con su gestión. Identificar los humedales de uso agropecuario para establecer una regularización en su uso y mejorar el estado hídrico y ambiental. Valorar los servicios ecosistémicos que proveen los humedales y evaluar la viabilidad de declarar humedales urbanos a aquellos en la zona de Porvenir. Fomentar el manejo y conservación de los recursos vegetacionales nativos, como bosques y formaciones xerofíticas, y humedales, orientando estas prácticas hacia la producción de bienes y servicios ecosistémicos, la conservación de la naturaleza y las necesidades de las comunidades locales.
6. Mejorar los registros de controles fluviométricos afectados por el congelamiento de equipos y aumentar los puntos de monitoreo fluviométrico en la subcuenca "Fronterizas entre Río Penitente y Río Gallegos Chico" y el estero Porvenir. Incrementar los puntos de monitoreo de niveles freáticos y calidad de agua subterránea en la cuenca, así como los puntos de monitoreo en cuerpos lacustres relevantes de la misma cuenca.
7. Garantizar que la región cuente con infraestructura adecuada para proteger el territorio y a las personas frente a desastres. Procurar la instalación oportuna de infraestructura de protección en los centros poblados y áreas aisladas de la región, para resguardar el territorio y la vida de las personas ante desastres socio-naturales.

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

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN

A continuación, se presentan las principales características de la región en términos físicos, climáticos y socio-económicos. El detalle de este trabajo se presenta de en el Anexo 16.01 del presente estudio.

2.1.1 Dimensión física

La Región de Magallanes presenta características muy particulares. Sus costas recortadas forman un gran número de islas, archipiélagos, penínsulas, canales y fiordos, conformando una situación topográfica irregular que corre en torno a un eje en dirección norte–sureste con un ancho variable. Se distinguen la Cordillera de los Andes, la planicie patagónica al este de los Andes y la Cordillera de los Andes Patagónicos, con alturas superiores a los 2000 metros. La zona Cordillerana Occidental Archipiélago se caracteriza por su fragmentación. La geología regional muestra una distribución principalmente norte-sur de las rocas estratificadas, formadas por diversos procesos geológicos a lo largo de millones de años. La hidrografía de la región se presenta en la Figura 2.1-1.

En el ámbito ambiental, se destacan diversas áreas de biodiversidad protegida en la región de Magallanes, según el Registro Nacional de Áreas Protegidas (RNAP) del Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Ejemplos de estas áreas son el Parque Nacional Torres del Paine y la Reserva Nacional Laguna Parrillar, que desempeñan un papel crucial en la conservación de la naturaleza en la región (ver Figura 2.1-2). En cuanto a la protección de humedales en las cuencas de la región de Magallanes se presentan diferentes niveles de criticidad. Las cuencas Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca, Vertiente del Atlántico, Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes e Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico muestran una alta criticidad, con porcentajes de protección de humedales inferiores al 5%. Las cuencas Costeras entre Límite Región y Seno Andrew; Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes; y Tierra del Fuego exhiben una criticidad media, con

porcentajes de protección que varían entre el 5% y el 25%. Por su parte, las cuencas Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción; Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente; y Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes presentan una criticidad baja, ya que tiene un 95% de protección. Esta evaluación subraya la necesidad de mejorar la gestión y protección de los humedales en la región para mitigar los impactos negativos en los recursos hídricos y garantizar la sostenibilidad ambiental a largo plazo (ver sección 4.2.4 para más detalles sobre la evaluación de la brecha hídrica y la pérdida de servicios ecosistémicos).

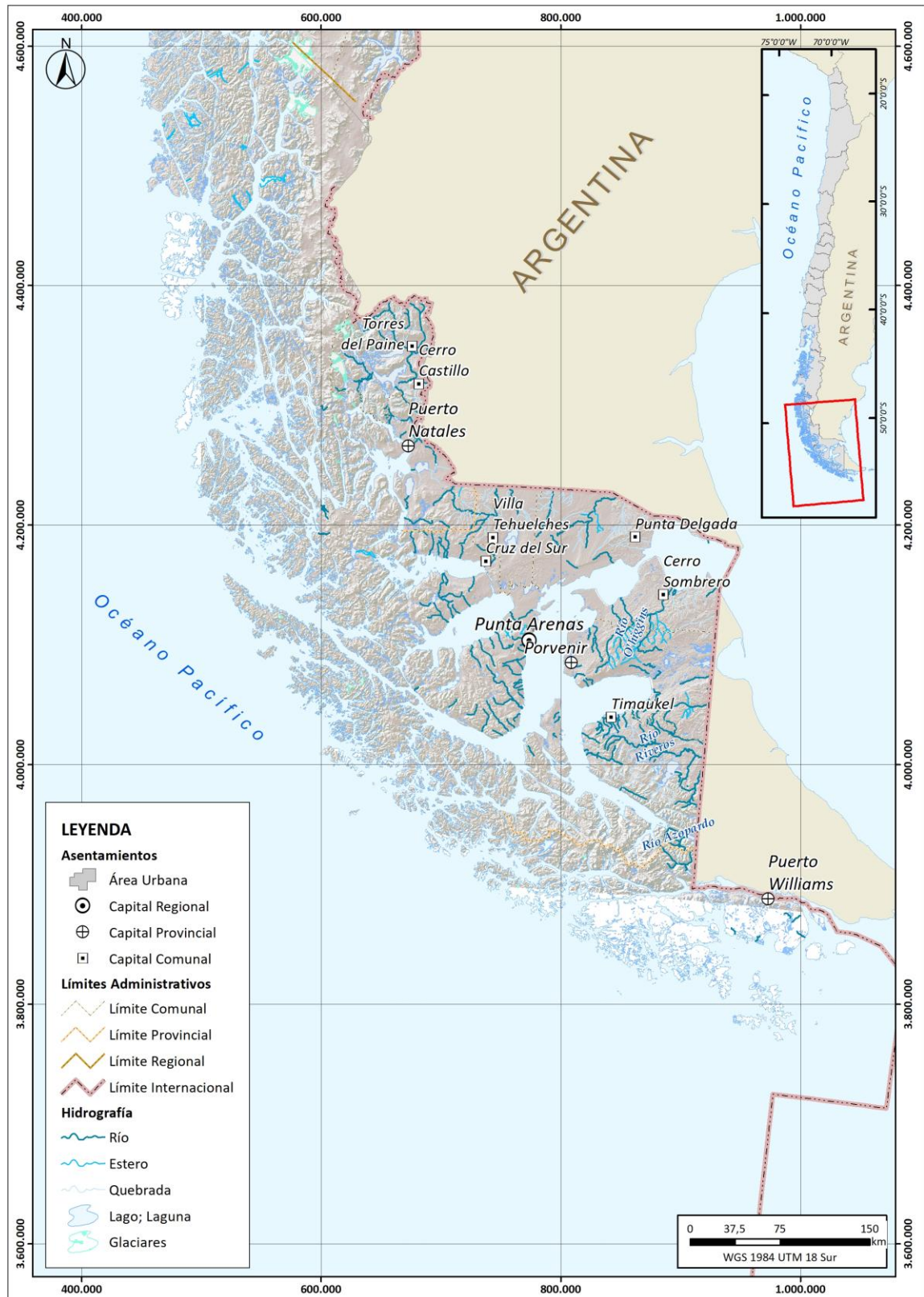
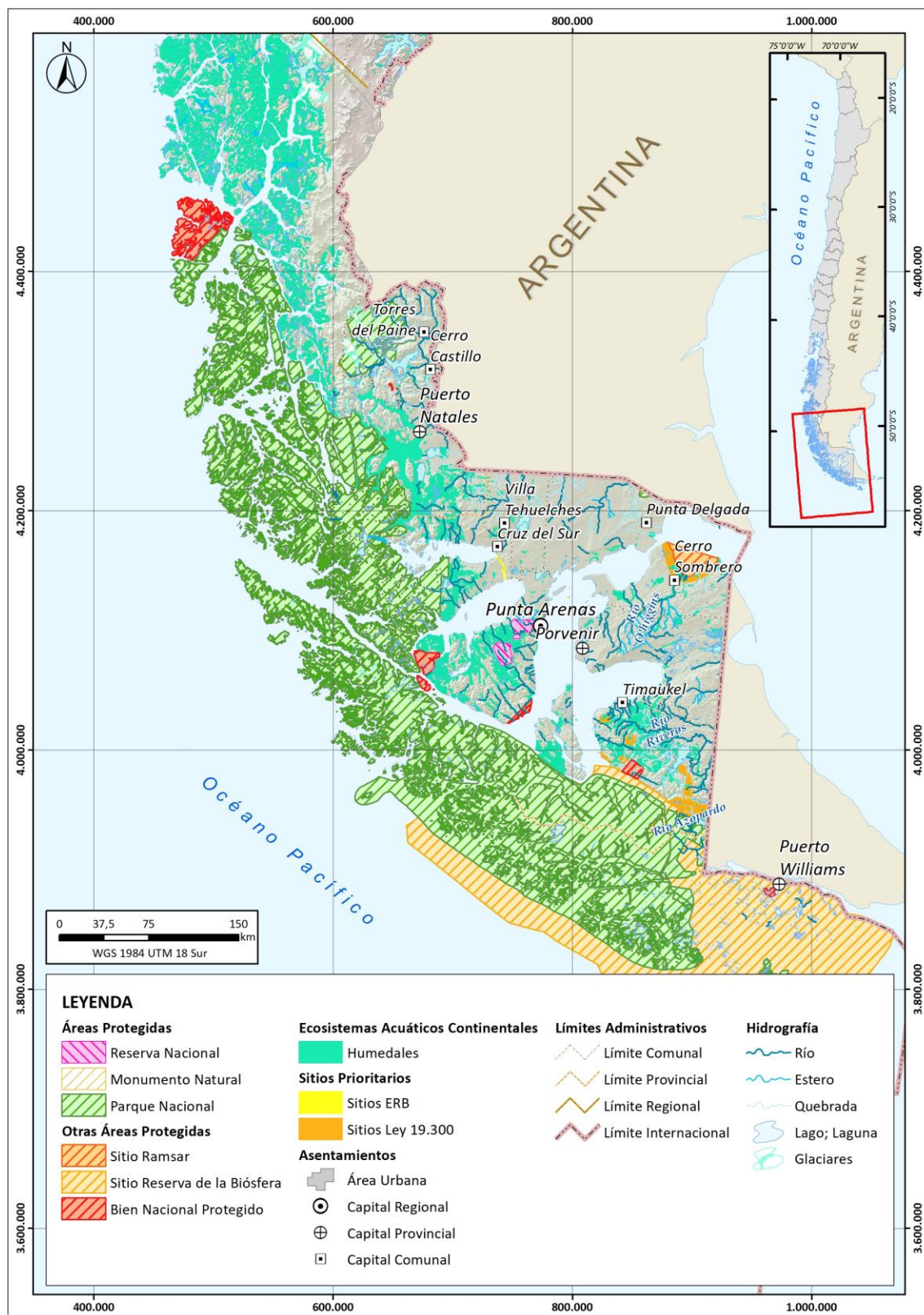


Figura 2.1-1 Hidrografía de la región de Magallanes y la Antártica Chilena



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1-2 Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de la región de Magallanes y la Antártica Chilena

2.1.2 Clima

La Región de Magallanes exhibe una diversidad climática notable, marcada por bajas temperaturas y vientos intensos a lo largo de todo el año. Se distinguen diversos tipos climáticos, como el de estepa fría semiárido, trasandino, frío de altura, templado frío y húmedo de tundra. En la Zona Occidental Archipiélica, el clima es frío, húmedo y lluvioso, con precipitaciones anuales que alcanzan los 3.500 mm y temperaturas bajas, acompañadas de fuertes vientos constantes. Las precipitaciones decrecen de oeste a este, mientras que las temperaturas aumentan en la misma dirección.

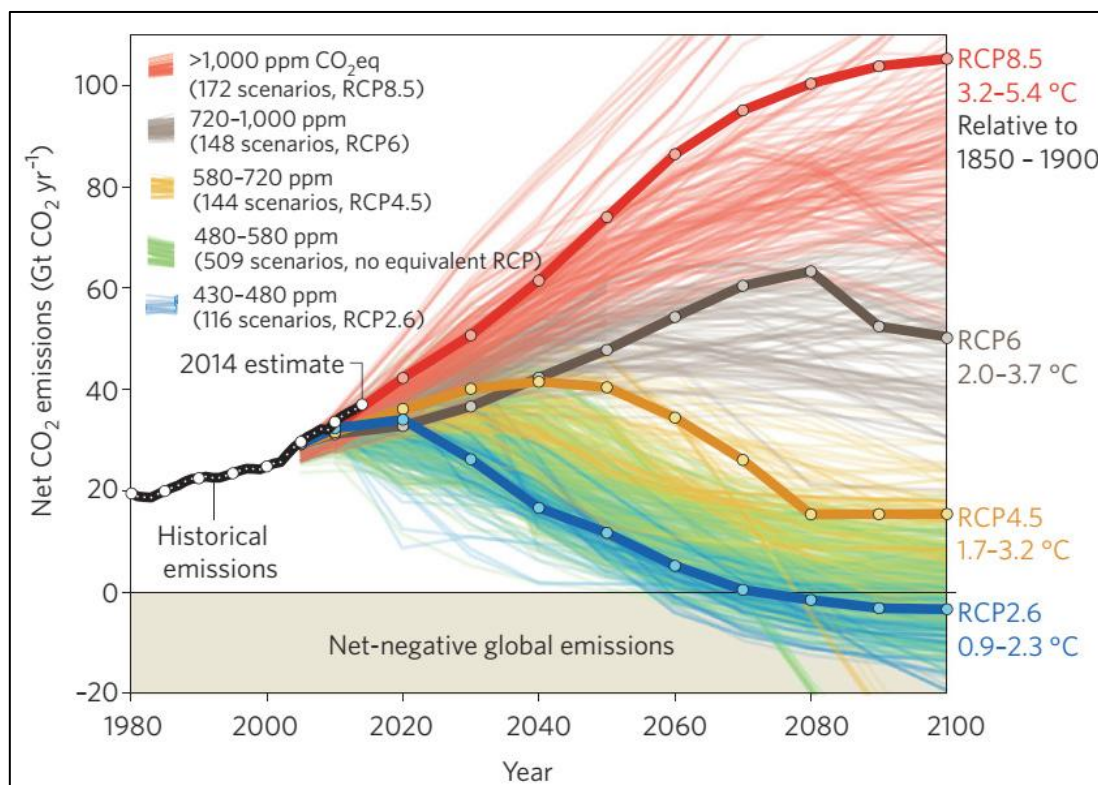
Por otro lado, en la zona Cordillerana de los Andes Patagónicos, se registra un clima frío de altura, con temperaturas bajo cero durante todo el año y precipitaciones predominantemente sólidas que rondan los 2.000 mm anuales. La presencia de lagos, valles cordilleranos y ríos modulan el clima, generando microclimas con temperaturas más elevadas, especialmente en la vertiente oriental protegida de los vientos, donde las precipitaciones son considerablemente menores debido a la captación de humedad por las laderas cordilleranas. En la Zona Transandina, se caracteriza por bajas temperaturas y escasas precipitaciones, con vientos secos locales de la pampa provenientes del Oriente, lo que permite un ambiente propicio para el asentamiento humano en la Patagonia oriental.

En el Anexo 16.01 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.

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

El GCM representativo de la región corresponde al CSIRO-Mk3-6-1. Mayor información sobre los GCM seleccionados se presenta en Anexo 16.01.



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 Magallanes está ubicada en la macrozona austral del país, con un área de 130.642,6 km². En la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena al año 2035 será de 191.705 habitantes, lo que presenta un crecimiento de 15,12%, respecto de la población registrada en el Censo 2017. Esta población se ve representada en un 49,09% por mujeres y en un 50,91% por hombres (INE, 2017). Su estructura poblacional será regresiva, es decir, la cantidad de habitantes que se encuentran en rangos etarios desde 20 años hacia abajo y desde 65 años hacia arriba, serán menor que la cantidad de población que posee entre 25 a 64 años. Del total de la población de Magallanes, un 91,9% corresponde al área urbana y un 8,1% al área rural (INE, 2017). Con respecto a los pueblos originarios, se destaca la presencia del pueblo Mapuche con un 93,1% (INE, 2017).

El Producto Interno Bruto (PIB) de la Región de Magallanes consignado por el Banco Central de Chile al año 2022, corresponde a \$2.329 mil millones de pesos, representando el 0,89% a nivel nacional. En términos sectoriales, se destaca la administración pública

(13,9%), seguida por servicios personales (13,9%) y la industria manufacturera (11,6%). Respecto al sector agropecuario-silvícola, este alcanza un 2,0% del PIB regional, el sector electricidad, gas, agua y gestión de desechos el 3,0% y por último el sector minero con 6,2% 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 Magallanes 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 ($\text{Mm}^3/\text{año}$).

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) (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 16.02.

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

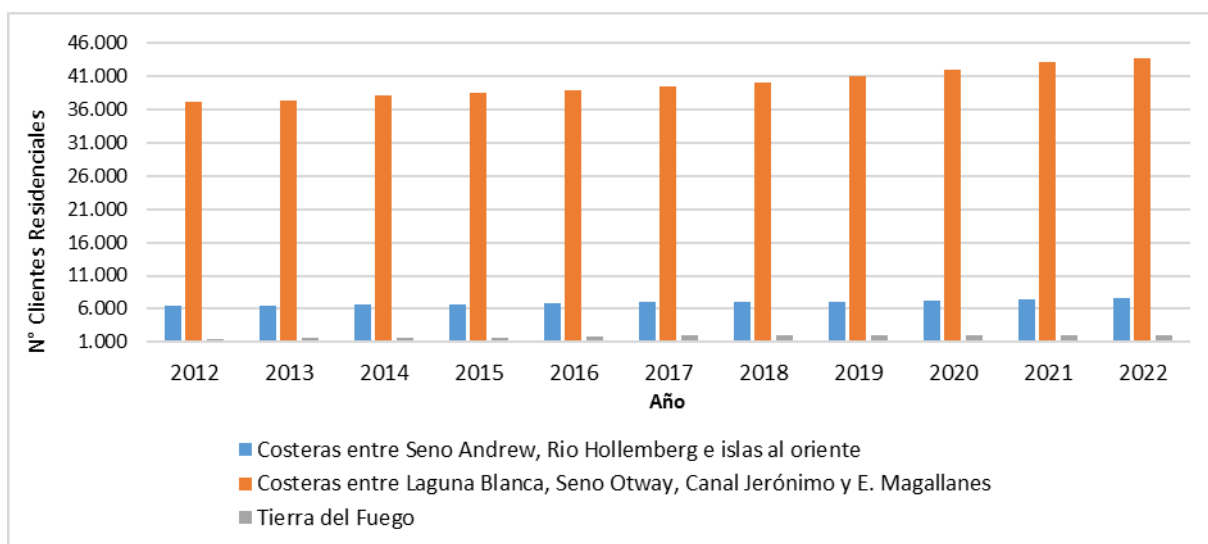
Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda Hídrica ($\text{Mm}^3/\text{año}$)				
		2022	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0	0	0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0	0	0	0	0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	2.122	2.147	2.314	2.459	2.590
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	0	0	0	0	0
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	9.977	10.029	10.795	11.455	12.046
126	Vertiente del Atlántico	0	0	0	0	0
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
128	Tierra del Fuego	855	859	966	1.069	1.169
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	0	0	0	0	0
Total		12.954	13.035	14.075	14.983	15.805

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

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

Según se desprende de la Tabla 2.2-1, la proyección futura muestra una tendencia al alza en las Cuencas Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (código BNA 122), Costeras entre Laguna blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. de Magallanes (código BNA 125) y la cuenca de Tierra del Fuego (código BNA 128). Asimismo, se observa que la mayor demanda se concentra en las cuencas Costeras entre Laguna blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. de Magallanes (código BNA 125) en donde opera el sistema Punta Arenas, el cual abastece a la mayor población de la región.

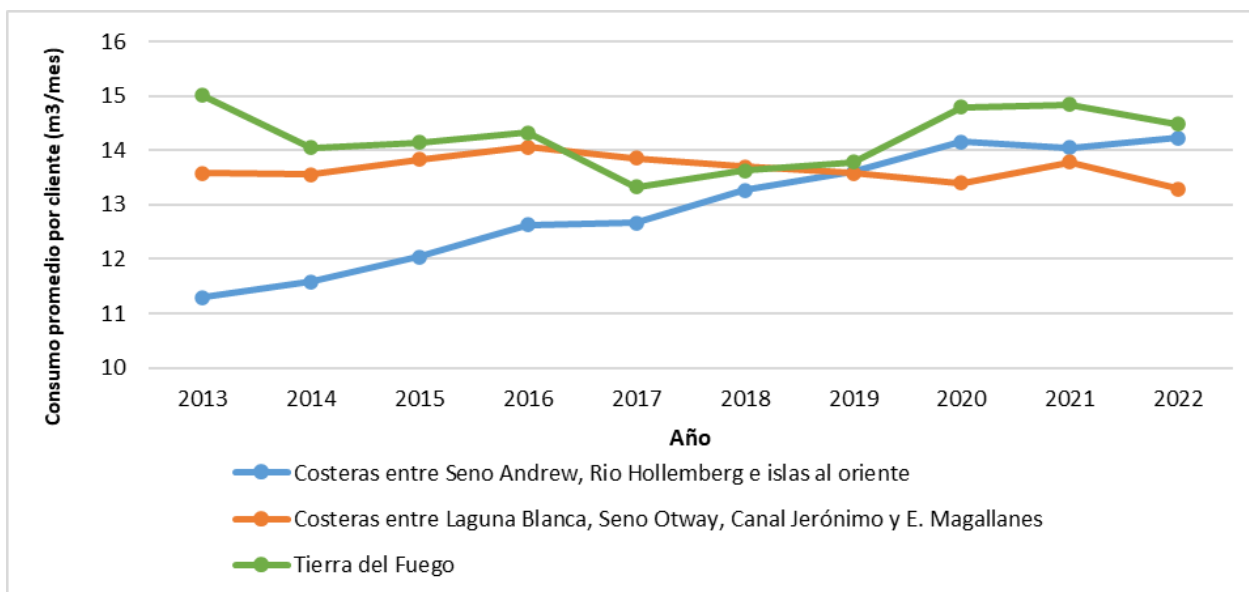
En relación a lo anterior, se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 93,5% del total de clientes en la región. Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los Clientes Residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa 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 3,1m³/mes (Figura 2.2-2). Cabe destacar, la cuenca que más consumo promedia es la cuenca Tierra del Fuego (código BNA 128).



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 provenientes en un 100% de fuentes superficiales, contando con tres plantas de tratamiento de agua potable y otras tres plantas de tratamiento de aguas servidas (Aguas Magallanes, 2023).

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 Magallanes.

Los cálculos de la demanda hídrica consideran la información proporcionada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH, 2021) 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, Resultados Censo 2017, 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 16.02.

Tabla 2.2-2 Demanda hídrica APR actual, por subcuenca BNA, región de Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda Hídrica APR (Mm3/año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0,0	0,0	0,0	3,4	3,5
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	16,9	17,2	21,3	21,8	22,0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	70,3	71,5	96,2	98,5	99,7
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	11,6	11,8	25,7	26,2	26,6
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	28,9	29,4	110,8	113,4	114,8
126	Vertiente del Atlántico	3,6	3,7	9,1	9,3	9,4
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
128	Tierra del Fuego	50,4	51,3	87,9	89,9	91,1
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	3,2	3,3	5,0	5,2	5,2
Total		184,9	188,1	355,9	364,2	368,9

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 Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (código BNA 125) 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 Magallanes. Las cuencas en donde se observa un mayor incremento en la población rural al 2055 respecto de la población actual son las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (código BNA 125) con un 58%, mientras que las cuencas Islas entre límite Región y Canal ancho y Estrecho de la Concepción (código BNA 121), Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (código BNA 122), Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (código BNA 124), Vertiente del Atlántico (código BNA 126) y Tierra del fuego (código BNA 128), proyectan un aumento poblacional del 9% al 2055.

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

Cód. Cuenca	Cuenca	Proyección población rural APR				
		2022	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0	0	0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	276	281	292	299	303
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	1.163	1.183	1.231	1.259	1.276
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	189	192	200	205	207
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	527	536	1.215	1.243	1.259
126	Vertiente del Atlántico	59	60	62	64	65
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
128	Tierra del Fuego	921	937	975	997	1.010
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	59	60	62	64	65
Total		3.194	3.248	4.038	4.131	4.184

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2021).

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 Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda hídrica áreas sin APR (Mm3/año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	3	3	3	4	4
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	3	3	4	4	4
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	22	22	23	23	24
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	3	3	3	3	3
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	13	13	14	14	14
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	41	41	43	44	44
126	Vertiente del Atlántico	5	5	5	6	6
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	47	47	49	51	51
128	Tierra del Fuego	34	35	36	37	37
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	2	2	2	2	2
Total		173	175	182	186	189

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 Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Proyección población rural sin APR				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	182	184	191	196	198
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	183	185	193	197	200
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	1.185	1.198	1.247	1.276	1.292
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	144	146	152	155	157
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	727	735	765	783	793
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	2.236	2.261	2.353	2.407	2.438
126	Vertiente del Atlántico	286	289	300	307	311
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	2.574	2.602	2.708	2.771	2.806
128	Tierra del Fuego	1.874	1.894	1.971	2.017	2.043
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	88	89	93	95	96
Total		9.479	9.583	9.972	10.204	10.335

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017)

2.2.3 Agrícola

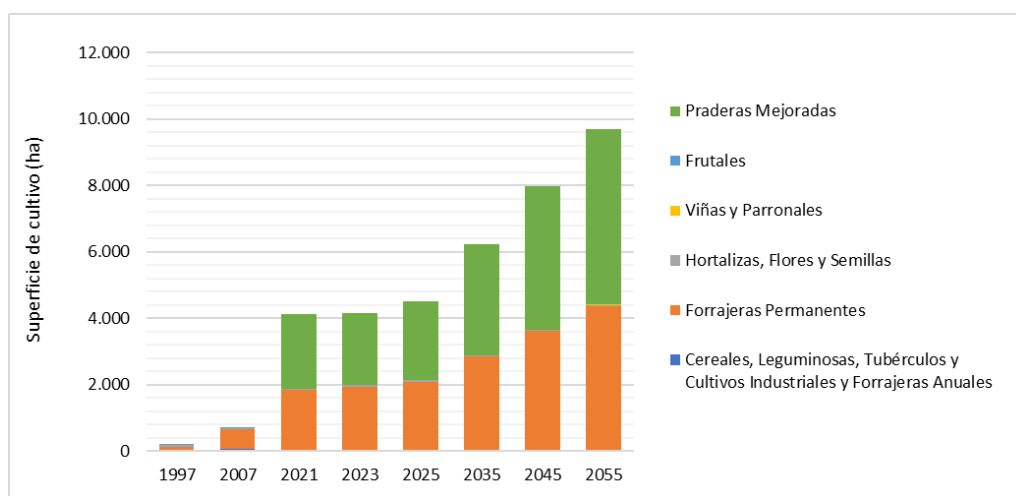
Para estimar la demanda de agua para riego agrícola en la región de Magallanes se emplearon diversos datos y metodologías. Se consideraron los requerimientos de riego de los cultivos, teniendo en cuenta la demanda evapotranspirativa, el aporte de la precipitación y las eficiencias de los sistemas de 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 16.02.

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

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	80	120	76	176	140
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	10	13	7	74	11
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	330	411	417	589	651
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	35	50	47	109	113
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	20.348	24.477	31.424	36.703	51.923
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	5.627	6.347	8.504	9.605	12.036
126	Vertiente del Atlántico	12.458	14.189	17.392	21.961	25.377
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	62	112	94	156	203
128	Tierra del Fuego	3.223	3.541	4.184	4.345	5.370
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	1	1	1	1	2
Total		42.174	49.261	62.146	73.719	95.826

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 2.2-6, se espera un incremento del 127% en la demanda de agua en la región entre 2023 y 2055. Este incremento se debe principalmente a la expansión de las áreas cultivadas con praderas mejoradas y forrajes permanentes. Los Censos Agropecuarios de 2007 y 2021 evidencian un crecimiento significativo en la superficie destinada a estos cultivos, y se espera que esta tendencia continúe hasta 2055 (Figura 2.2-3).



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, se destacan las praderas mejoradas como uno de los principales consumidores de agua según las proyecciones que abarcan desde el año 2023 al 2055. Para el año 2023, se estima una demanda de 16.005 Mm³, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 39.416 Mm³ para el año 2055. Esto representa un aumento del 146% en la demanda hídrica, consolidando a este cultivo como el de mayor necesidad de agua.

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 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

Para estimar la demanda hídrica asociada a la generación eléctrica, se identificaron las centrales generadoras en la región utilizando los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Energía (CNE). Según esta información, en la región operan únicamente centrales termoeléctricas.

Posteriormente, se revisaron los registros históricos de generación eléctrica del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN). No obstante, dichos registros no incluyen información sobre la generación eléctrica en la región. En consecuencia, la estimación de demanda que se presenta en la Tabla 2.2-7 se basa en proyecciones del estudio Estimación de la Demanda Actual, Proyecciones Futuras y Caracterización de la Calidad de los Recursos Hídricos en Chile (DGA, 2017).

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 16.02.

Tabla 2.2-7 Demanda hídrica consuntiva Generación Eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	3,7	3,6	4,1	3,7	4,2
126	Vertiente del Atlántico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
128	Tierra del Fuego	0,6	0,3	0,4	0,4	0,5
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total		4,9	4,5	5,2	4,7	5,4

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.2-7 se presenta una estimación de la demanda consuntiva la cual está vinculada a diversas termoeléctricas en donde destacan las centrales Punta Arenas, Natales y Porvenir. 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 Magallanes no hay actividad minera detectada, por lo que no hay demanda hídrica vinculada a esta industria en la zona. La principal actividad minera en la región ha sido la extracción de carbón. Sin embargo, según datos de COCHILCO (COCHILCO, 2022), desde el año 2020 no se ha producido carbón en la región.

2.2.6 Industrial

La demanda hídrica industrial es estimada a partir de volúmenes declarados y que son emitidos 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 16.02.

Tabla 2.2.8 Demanda hídrica Industrial actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0	0	0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0	0	0	0	0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	346	401	677	953	1.229
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	17	19	33	46	59
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	0	0	1	1	1
126	Vertiente del Atlántico	0	0	0	0	0
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
128	Tierra del Fuego	55	64	111	159	206
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	25	28	48	68	87
Total		443	512	870	1.227	1.582

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 258% 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 11,6% del PIB regional. Además, tuvo un incremento de un 375% 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 2014 de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Las superficies plantadas 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 16.02.

Tabla 2.2.9 Demanda hídrica Forestal actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0	0	0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0	0	0	0	0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	0	0	0	0	0
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	0	0	0	0	0
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	0	0	0	0	0
126	Vertiente del Atlántico	88	90	100	110	121
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
128	Tierra del Fuego	0	0	0	0	0
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	0	0	0	0	0
Total		88	90	100	110	121

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 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 16.02.

Tabla 2.2.10 Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0,90	0,93	1,11	1,20	1,52
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0,53	0,56	0,74	0,83	1,13
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	576,22	586,07	635,53	660,37	773,54
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	9,59	9,11	6,79	5,65	2,85
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	701,73	689,03	628,61	599,93	587,01
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	945,38	959,84	1.039,61	1.083,22	1.229,41
126	Vertiente del Atlántico	672,72	672,88	679,04	684,81	730,69
128	Tierra del Fuego	1.371,05	1.348,66	1.238,75	1.184,80	1.104,31
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	17,13	16,31	12,21	10,16	6,72
Total		4.295,25	4.283,39	4.242,39	4.230,97	4.437,18

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2.2.10, se observa en general una leve tendencia al alza de la demanda durante el periodo comprendido entre los años 2023 y 2055. Este incremento se asocia, de acuerdo a la información censal, al aumento de las cabezas de ganado en la región.

2.2.9 Acuícola

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 16.02.

Tabla 2.2-11 Demanda Acuicola actual y futura – Cuencas BNA Región Magallanes

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0	0	0
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	0	0	0	0	0
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	0	0	0	0	0
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0	0	0
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	113.596	153.200	87.727	7.000	1.200
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	403.996	341.188	253.991	55.000	11.000
126	Vertiente del Atlántico	0	0	0	0	0
128	Tierra del Fuego	0	0	0	0	0
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	0	0	0	0	0
Total		517.592	494.388	341.718	62.000	12.200

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de la Tabla 2.2-11, la proyección de la demanda acuicola muestra una tendencia decreciente, en línea con los datos históricos de producción disponibles. La mayor parte de la demanda proyectada, basada en la producción histórica, se concentra en las cuencas "Costeras e islas entre el río Hollemberg y Laguna Blanca" y "Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes".

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 16.02.

En la región se ha estimado un caudal de reserva para las siguientes áreas de conservación: Parque Nacional Torres del Paine (WDPA-058) en la cuenca Costera entre Seno Andrew y Río Hollemberg e islas al oriente, Reserva Forestal Magallanes (WDPA-113) y Reserva

Forestal Laguna Parrillar (WDPa-112) ambas en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes y Santuario de la Naturaleza Bahía Lomas (WDPa-196) en la cuenca Tierra del Fuego.

Tabla 2.2.12 Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA Región Magallanes

Caudal de reserva para protección ambiental (MMm³)													
Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	3.087	2.924	2.774	1.748	1.169	712	623	608	569	840	1.394	2.328	18.776
Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	27	22	38	65	67	64	74	68	103	114	57	37	736
Tierra del Fuego	2	2	2	2	3	6	9	11	8	4	2	2	53
Total	3.116	2.948	2.814	1.815	1.239	782	706	687	680	958	1.453	2.367	19.565

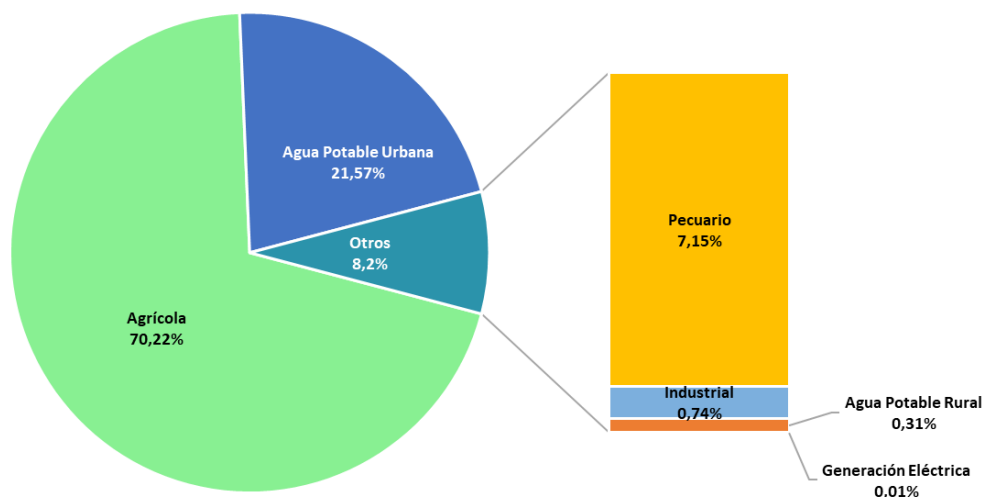
Fuente: Elaboración propia.

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 Magallanes en el año 2023, destacando el sector agrícola como el principal demandante consuntivo de agua para usos productivos. El resumen de las demandas se presenta en el Anexo 16.02.



Fuente: Elaboración propia.

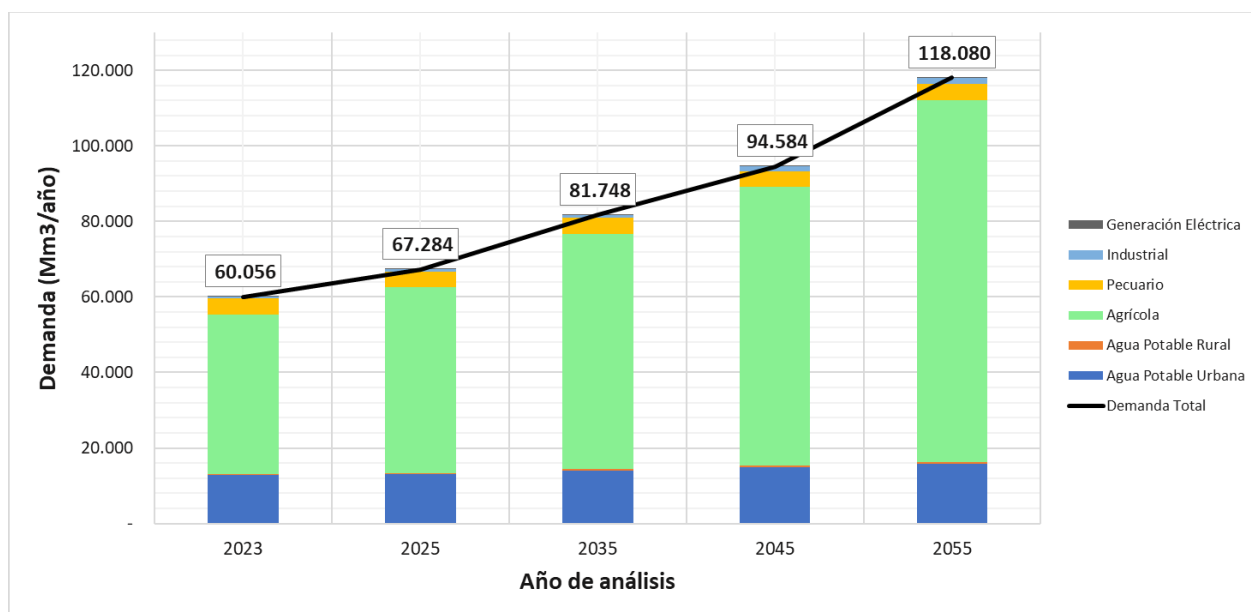
Figura 2.2-4 Distribución de la demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023

En la Tabla 2.2-13 y Figura 2.2-5 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 97% de las demandas consuntivas totales en el periodo 2023-2055; asociado principalmente al sector agrícola que corresponde a un 92% del aumento de la demanda consuntiva total, seguido por el uso de agua potable urbana que corresponde aproximadamente al 5% del aumento de la demanda consuntiva total.

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

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda Hídrica (Mm ³ /año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	81	121	80	181	145
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	27	31	29	97	34
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	3.445	3.617	4.140	4.760	5.344
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	45	59	56	117	119
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	21.078	25.197	32.111	37.375	52.596
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	16.582	17.369	20.455	22.261	25.431
126	Vertiente del Atlántico	13.134	14.866	18.080	22.655	26.117
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	62	112	141	205	252
128	Tierra del Fuego	5.555	5.864	6.588	6.848	7.941
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	46	49	66	84	101
Total		60.056	67.284	81.748	94.584	118.080

Fuente: Elaboración propia.

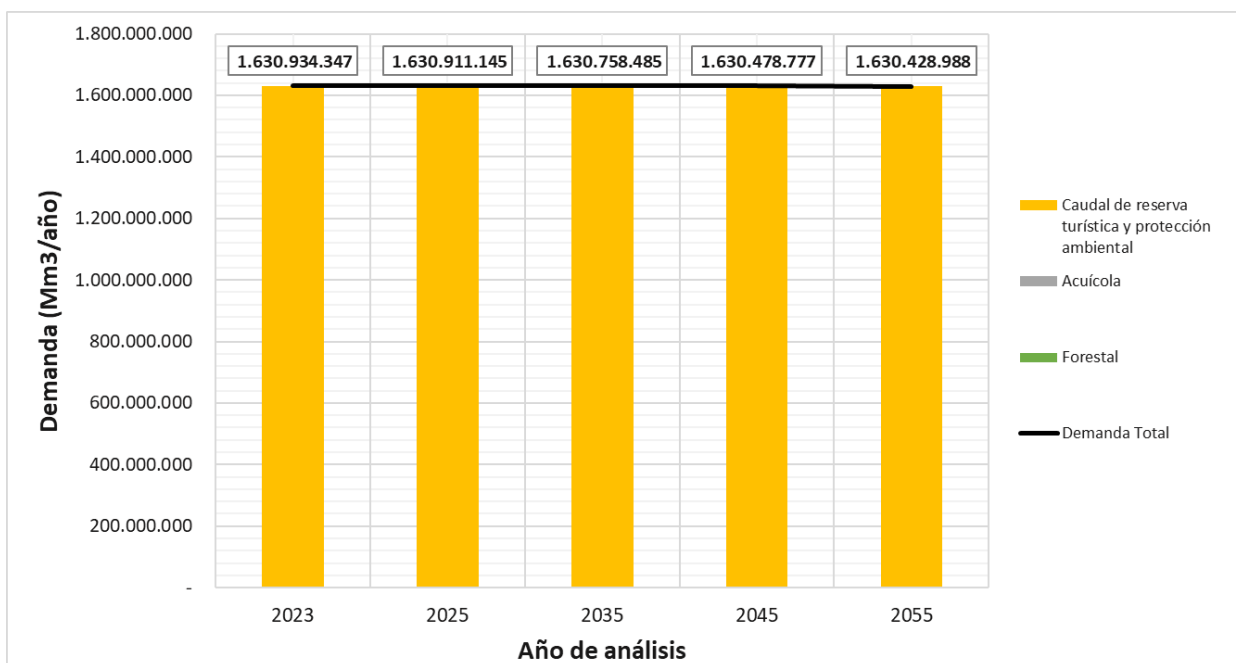


Fuente: Elaboración propia.

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 y acuícola 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.



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.

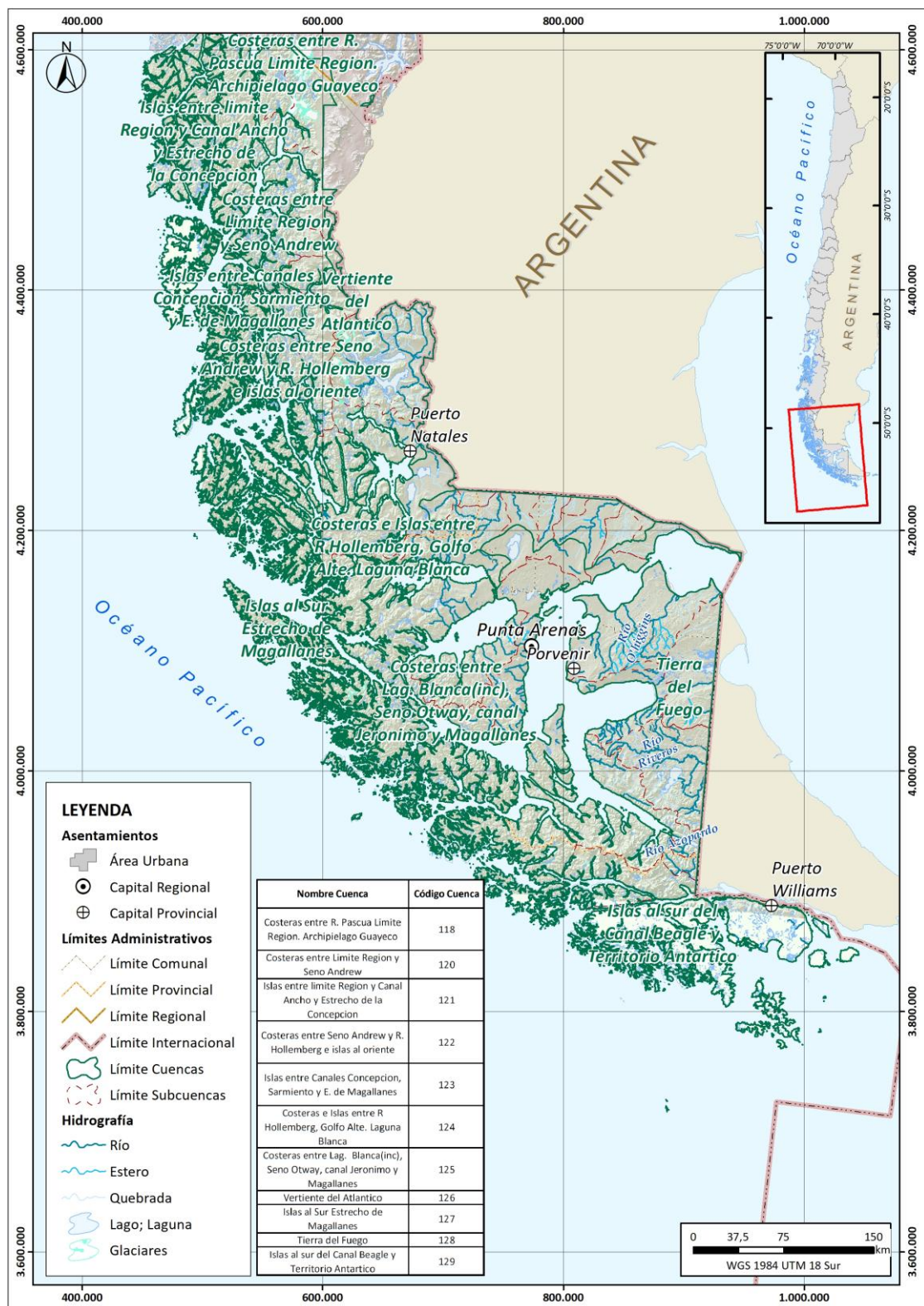
Fuente: Elaboración propia.

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 Magallanes, 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 (2021).

Figura 2.3-1 Cuencas y subcuencas de la región de Magallanes y la Antártica Chilena según clasificación BNA

i. Derechos de aprovechamiento superficiales concedidos

A continuación, se presenta la identificación de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) superficiales otorgados en la región de Magallanes. Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_XII_Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la Región de Magallanes existen 1.314 DAA superficiales registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 151.521 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 16.03.

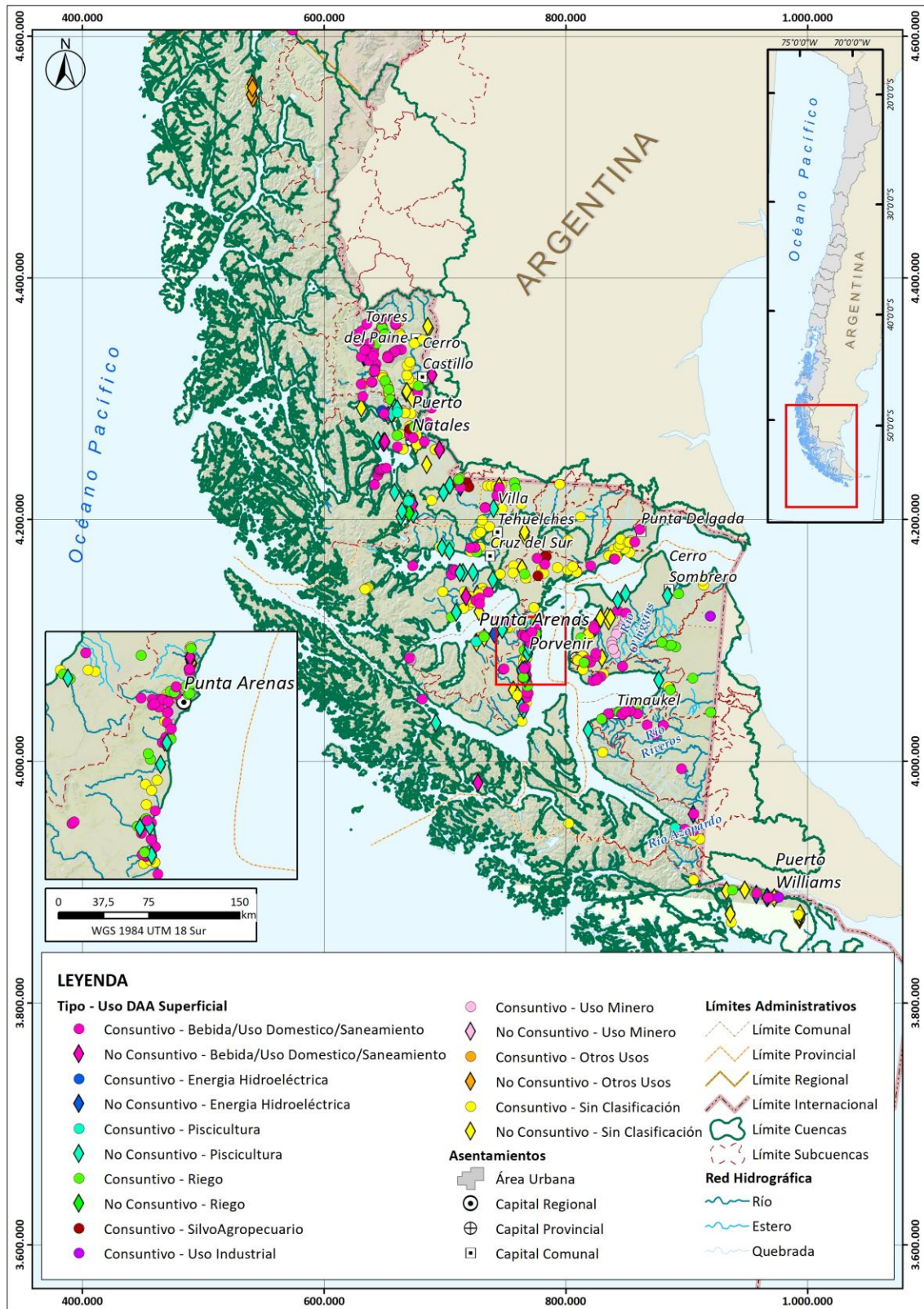
ii. Restricciones de uso sobre fuentes superficiales

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.

En la región, no hay restricciones de uso de aguas superficiales. 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 16.03.

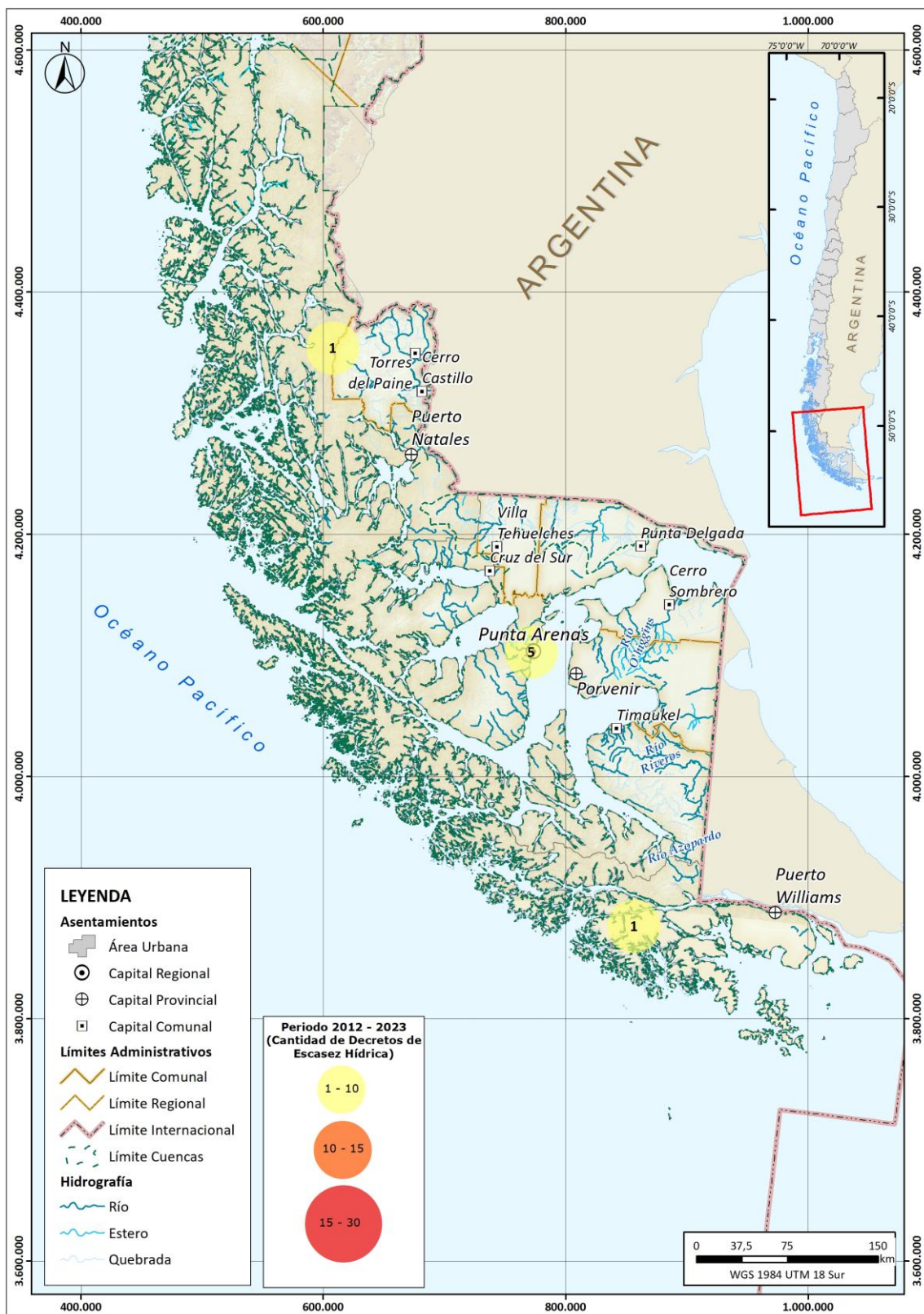
En dicho análisis se observa que, en términos generales, la escasez hídrica comenzó a ser notoria en la mayor parte del territorio desde 2014. Desde el año 2019, toda la región se ha declarado con escasez hídrica hasta la actualidad.

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 Magallanes y la Antártica Chilena, por tipología



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

Figura 2.3-3 Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Magallanes y la Antártica Chilena

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 16.03.01.

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)
Costeras entre Limite Región y Seno Andrew	28.014.598	25.722.970
Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	30.555.955	27.811.736
Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	15.956.573	15.658.323
Islas entre Canales Concepción, Sarmiento y E. de Magallanes	27.105.673	26.157.185
Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca	14.665.393	13.769.186
Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	1.650.507	1.512.843
Vertiente del Atlántico	1.589.586	1.837.352
Islas al Sur Estrecho de Magallanes	16.687.725	16.063.355
Tierra del Fuego	10.325.445	9.893.756
Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico	7.528.010	7.053.947

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, la única cuenca que sufriría un aumento del caudal es Vertiente del Atlántico con un aumento del 15,6%.

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 (DGA, 2022). 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.

Cod Cuenca	Cuenca	Q total (m³/s)	Q glaciar (m³/s)
120	Costeras entre Limite Región y Seno Andrew	1.224,45	255,24
121	Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	1.344,52	14,54
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	713,47	235,75
123	Islas entre Canales Concepción, Sarmiento y E. de Magallanes	1.354,93	2,46
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca	1.294,21	69,46
125	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	73,89	0,66
126	Vertiente del Atlántico	26,86	0,00
127	Islas al Sur Estrecho de Magallanes	1.023,93	70,94
128	Tierra del Fuego	515,55	206,30
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico	555,96	93,68

Fuente: Elaboración propia.

Además, el GCM CSIRO-Mk3-6-1 proyecta una disminución de aproximadamente 369,04 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.

2.3.1.1 Agua subterránea

i. Derechos de aprovechamiento subterráneos concedidos

A continuación, se presenta la identificación de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) subterráneos otorgados en la región de Magallanes. Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_XII_Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

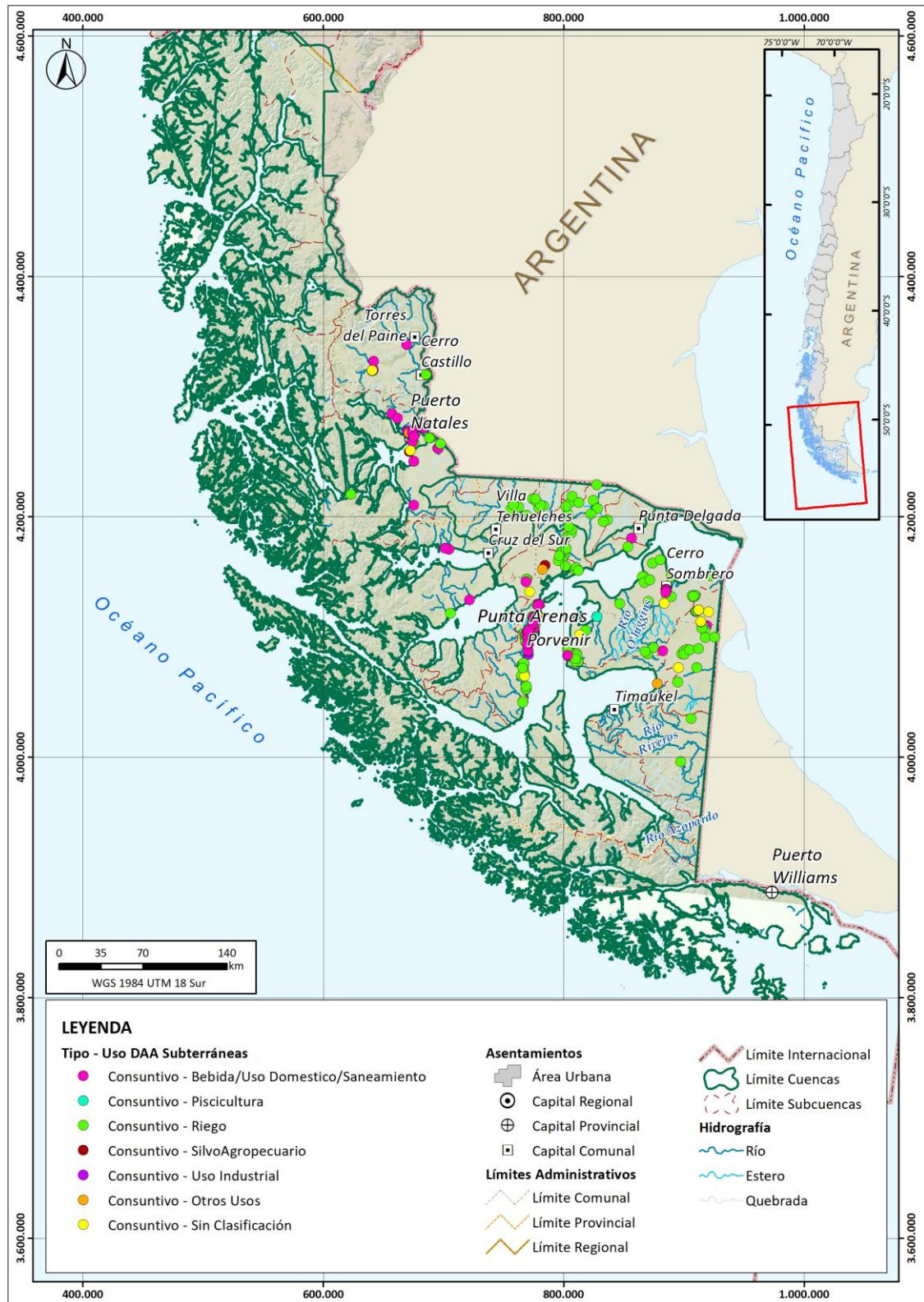
En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la Región de Magallanes existen 525 DAA subterráneas registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 1.025,6 litros por segundo constituidos. La distribución de los DAA de acuerdo al tipo de

uso se presenta en la Figura 2.3-4. La caracterización de los DAA según tipo de solicitud o tipo de ejercicio, se presentan en el Anexo 16.03.

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.

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 16.03.



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

Figura 2.3-4 Ubicación geográfica de los DAA subterráneos en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, por tipología

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 3.3.

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

Código Cuenca	Cuenca	Recarga (l/s)	Fuente
120	Costeras entre Limite Región y Seno Andrew		
121	Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción		
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente		
123	Islas entre Canales concepción, Sarmiento y E. de Magallanes		
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca		
125	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes		
126	Vertiente del Atlántico	7.909	PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS VERTIENTES DEL ATLÁNTICO (DGA, 2021)
127	Islas al Sur Estrecho de Magallanes		
128	Tierra del Fuego	10.953	PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA TIERRA DEL FUEGO (DGA, 2021)
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico		

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 (CSIRO-Mk3-6-0) 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 3.3.

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)
120	Costeras entre Limite Región y Seno Andrew		-3,1	
121	Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción		-3,2	
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente		-0,9	
123	Islas entre Canales concepción, Sarmiento y E. de Magallanes		-1,5	
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca		-0,7	
125	Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes		-0,3	
126	Vertiente del Atlántico	7.909	-0,7	7.852
127	Islas al Sur Estrecho de Magallanes		-0,6	
128	Tierra del Fuego	10.953	-0,4	10.907
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico		-1,1	

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 i. En el Anexo 16.03 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 un aumento en los eventos de gran magnitud de hasta un 69% en el caso de la cuenca más crítica. 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 16.03.02).

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 (%)
120	Costeras entre Limite Región y Seno Andrew	87,2	83,4	-4,4
121	Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	66,1	67,4	1,9
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	50,6	66,1	30,6
123	Islas entre Canales concepción, Sarmiento y E. de Magallanes	52,4	65,7	25,3
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca	43,7	63,8	46,0
125	Costeras entre Lag. Blanca (inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	26,0	35,0	34,4
126	Vertiente del Atlántico	50,3	55,5	10,3
127	Islas al Sur Estrecho de Magallanes	37,6	63,4	68,7
128	Tierra del Fuego	25,8	30,2	17,4
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico	22,7	27,9	23,0

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	15	3
Aluvión	0	0

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

En base a SENAPRED (2023), en el periodo 2017-2023, se observan eventos relacionados a vientos, nevadas y heladas provocando daños menores a viviendas.

En relación a las inundaciones y aluviones catastrados por SENAPRED (2023) y EM DATA (2024), se observan seis (6) inundaciones ocurridas entre los años 2017 y 2023 afectando a las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente (código BNA 122), Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca (código BNA 124) y Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (código BNA 125). 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 Magallanes, periodo 2017-2023

Cód. cuenca	Cuenca	Inundación	Aluvión
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew		
121	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción		
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	X	
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes		
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	X	
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	X	
126	Vertiente del Atlántico		
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes		
128	Tierra del Fuego		
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico		

Nota: Cuencas afectadas en rojo.

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

2.3.3 Calidad de Aguas

En la cuenca de Punta Arenas, dentro de la región de Magallanes, se han identificado diez subcuencas. Según datos de estaciones de monitoreo de aguas superficiales, se ha determinado que las concentraciones de hierro (Fe), aluminio (Al) y manganeso (Mn)

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

superan los límites establecidos por las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78. Estos elementos se han encontrado tanto en aguas superficiales como subterráneas, y su origen es mayoritariamente natural, relacionado con la geología regional, caracterizada por amplios depósitos sedimentarios marinos alternados con mantos de carbón. No obstante, en el río Las Minas, que atraviesa la ciudad de Punta Arenas, se ha registrado un aumento de concentraciones, lo que sugiere una influencia de las actividades humanas (DGA, 2021).

En cuanto a los parámetros microbiológicos, como los coliformes totales y E. coli, se observan principalmente en áreas cercanas a poblaciones, en particular en los puntos de captación de agua para consumo humano. El color y la turbiedad destacan como los principales problemas de calidad del agua en la cuenca, atribuidos a lluvias intensas y el deshielo, fenómenos que han aumentado debido al cambio climático, incrementando los eventos de turbidez y color en las aguas destinadas al consumo. Cabe destacar que la zona noreste de la cuenca carece de monitoreo de aguas subterráneas, donde se han reportado problemas de intrusión salina (DGA, 1991).

Según el Atlas Calidad del Agua Chile (DGA, 2020), se evaluó el estado de la calidad del agua a nivel nacional en función del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) de la ONU, específicamente en relación con el indicador 6.3.2, que mide el "Porcentaje de cuerpos de agua con buena calidad ambiental". En el caso de las cuencas de Punta Arenas, la clasificación de calidad fue "Buena" durante el período 2015-2018 (DGA, 2021).

A continuación, se presenta un resumen de la calidad del agua en la región de Magallanes, desglosada por cuenca:

En la cuenca Vertiente del Atlántico (Código BNA: 126), la caracterización de aguas superficiales se llevó a cabo utilizando datos de tres estaciones de calidad de la red hidrométrica de la DGA. El análisis hidroquímico muestra que las aguas en los puntos "Río Penitente en Morro Chico" y "Río Rubens en Ruta N°9" son de tipo bicarbonatadas cálcicas ($\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$), aunque presentan concentraciones significativas de sodio (Na^+). Por otro lado, el "Río Ci-Aike antes de la Frontera" presenta aguas bicarbonatadas sódicas ($\text{Na}^+\text{-HCO}_3^-$), con importantes contenidos de cloruros (Cl^-). Los diagramas de Stiff confirman que la mayoría de las aguas en esta cuenca son bicarbonatadas cálcicas ($\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$).

En cuanto a los metales, la mayoría de las muestras supera los límites establecidos por las Normas NCh409/05 y NCh1333/78, especialmente en lo referente al hierro (Fe), el cual tiende a sobrepasar los límites de la norma NCh409/05 en dos de los puntos analizados. En relación a los parámetros fisicoquímicos, el pH se encuentra dentro de los límites establecidos para agua potable y de riego, excepto en el punto "Río Ci-Aike antes de la Frontera", donde se registran valores de pH levemente alcalinos. Por su parte, la

conductividad eléctrica (CE) muestra una salinidad muy baja en general para las aguas de esta cuenca (DGA, 2021).

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas, no se cuenta con suficiente información para una caracterización hidroquímica detallada. Sin embargo, existen estudios previos como el "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de la XII Región Punta Arenas" (DGA, 1991) y el "Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes" (CNR, 1997). De los parámetros analizados en esos estudios, se encontró que 15 de los 42 pozos presentan un pH superior a 8,5, y 5 pozos superan un pH de 9,0, lo cual excede los límites indicados por las normas NCh409/05 y NCh1333/78, respectivamente.

Asimismo, las concentraciones de hierro (Fe) superan los límites de dichas normas en 5 y 12 pozos, respectivamente. En cuanto a las concentraciones de cloruros (Cl^-), se observaron valores que exceden las normas en 8 y 5 pozos, respectivamente. Por último, las concentraciones de nitrato (NO_3^-) no superan los límites establecidos en ninguno de los puntos muestreados (DGA, 2021).

En la cuenca Tierra del Fuego (Código BNA: 128), la calidad de las aguas superficiales fue evaluada a través de análisis hidroquímico. La mayoría de las aguas en esta cuenca corresponden al tipo bicarbonatada sódica/cálcica, con la excepción del "Río Paraguaya en Estancia María Emilia", cuyas aguas son cloruradas cálcicas. Esta diferencia se atribuye a las características geológicas y del suelo en el cauce muestreado. En el sur de la cuenca, en puntos como "Río Catalina en Pampa Guanaco" y "Río Rasmussen en Frontera", predomina el catión calcio (Ca^{2+}), por lo que estas aguas se clasifican como bicarbonatadas cálcicas.

La evaluación de la calidad de las aguas en la cuenca Tierra del Fuego se realizó comparando los resultados con las normas NCh409/05 (agua potable) y NCh1333/78 (riego y otros usos). La mayoría de los puntos de monitoreo exceden los límites establecidos por estas normas. En el caso del hierro (Fe), los niveles superan los límites establecidos por la NCh409/05 en casi toda la cuenca, excepto en tres puntos. Sin embargo, en relación con la NCh1333/78, los límites no son sobrepasados.

En cuanto al manganeso (Mn), se identificaron cuatro puntos donde las concentraciones exceden las normas: Río Chorrillo, afluente del Río Verde aguas abajo de Mineros; Río Cullen en Frontera; Río Side en Cerro Sombrero; y Río San Martín en San Sebastián. En todos estos puntos, se supera la NCh409/05, mientras que en los dos últimos también se sobrepasan los límites de la NCh1333/78.

En lo que respecta al pH, este se encuentra generalmente dentro de los límites establecidos, excepto en el punto del "Río Cullen en Frontera", donde se registran valores levemente alcalinos (8,5), superando el límite permitido por la NCh409/05. En cuanto a la conductividad eléctrica (CE) y los parámetros inorgánicos, las concentraciones son bajas en la mayoría de los puntos monitoreados, lo que indica una baja salinidad y una calidad adecuada en términos de estos parámetros.

En cuanto al parámetro de Color Verdadero, generalmente se supera el límite establecido por la NCh409/05. Respecto a la turbiedad, en la estación Captación Laguna Sin Nombre se excede constantemente el límite promedio, aunque no el máximo. Además, se detectaron coliformes totales y la bacteria *Escherichia coli*, lo que representa un problema significativo para la calidad del agua (DGA, 2021).

En cuanto a las aguas subterráneas, la red hidrométrica de la DGA no dispone de estaciones de monitoreo de calidad en las cuencas de Tierra del Fuego, y no existen captaciones subterráneas asociadas a la provisión de agua potable urbana. Sin embargo, los estudios "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos XII Región Punta Arenas" (DGA, 1991) y el "Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes" (CNR, 1997) presentan resultados que son consistentes con los observados en la cuenca Vertiente Atlántico.

En las cuencas costeras entre límite región seno Andrew (Código BNA:120), Islas entre límite región y canal ancho y estrecho concepción (Código BNA: 121), costeras entre seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (Código BNA: 122), cuencas e islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho Magallanes (Código BNA: 123), Costeras e Islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (Código BNA:124), costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway canal Jerónimo y E. Magallanes (Código BNA: 125), cuencas e islas al sur del estrecho de Magallanes (Código BNA: 127) y Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (Código BNA: 129), no se cuenta con información de calidad de aguas, siendo esta una brecha de información.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

3.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA 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 3.1-5.

3.1.1.1 Obras de acumulación

No hay evidencia de embalses, acumuladores de agua dentro de la región de Magallanes.

3.1.1.2 Centrales para la generación eléctrica

No hay evidencia de embalses, acumuladores de agua y centrales hidroeléctricas dentro de la región de Magallanes.

3.1.1.3 Infraestructura de distribución y sistemas de riego

Se identificaron 6 bocatomas y 15,8 km de canales, ubicados principalmente en la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente, donde se concentra aproximadamente el 75% de la red total. En otras cuencas de la región la presencia de canales es menor o nula. Mayor detalle respecto a la infraestructura de distribución se encuentra en el Anexo 16.01.

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

i. Zonas urbanas

En la región de Magallanes se encuentra una concesión de agua potable operada por la empresa Aguas Magallanes, abarcando tres (3) territorios operacionales. Esta concesión también gestiona tres (3) plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), de las cuales dos (2) descargan al mar mediante emisarios submarinos y una (1) tiene puntos de descarga continental. Los territorios operacionales y el detalle de las plantas de tratamiento se detallan en el Anexo 16.01.

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 (%)
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0%
121	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	0	0	0%
122	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	1	2.538.480	17%
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	0	0	0%
124	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	0	0	0%
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	1	11.761.450	15%
126	Vertiente del Atlántico	0	0	0%
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	0	0	0%
128	Tierra del Fuego	1	933.218	29%
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	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 Magallanes

Concesión	Plan de Desarrollo	Alcance
Aguas Magallanes	Porvenir	Porvenir
	Puerto Natales	Puerto Natales
	Punta Arenas	Punta Arenas

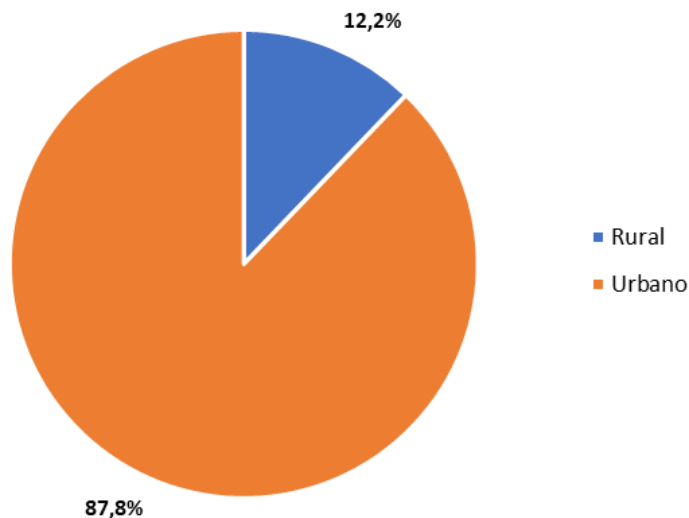
Fuente: Elaboración propia en base a Aguas Magallanes (2023).

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 Magallanes, en las áreas concesionadas, alcanza un 91,4%.

ii. Zonas rurales

De acuerdo a los catastros más recientes el 12,2% del total de viviendas registradas en el censo de población (INE, 2017) en la región de Magallanes corresponde a zonas rurales. Esto resulta equivalente a 7.994 viviendas y aproximadamente 13.485 habitantes (ver Figura 3.1-1).



Fuente: INE (2017)

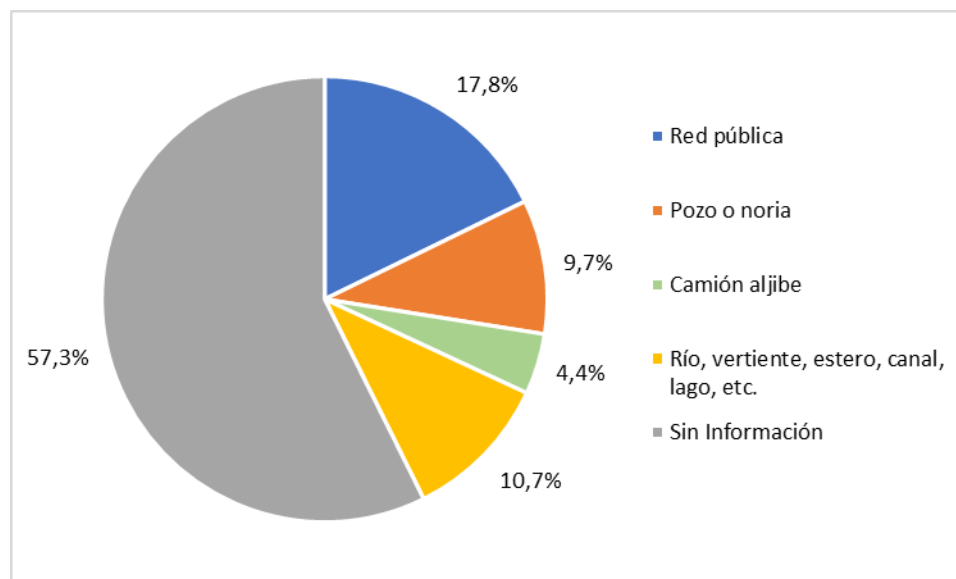
Figura 3.1-1 Distribución de viviendas en región de Magallanes 2017

Del total de hogares en zonas rurales se ha identificado que un 57,3% 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 Magallanes.

a) Agua Potable

De acuerdo a los datos presentados en el último censo de población y vivienda (INE, 2017), del 42,7% de los hogares en zona rural con un acceso aceptable a servicios básicos, un 17,8 % (1.420) cuenta con abastecimiento desde una red pública de agua⁵ (ver Figura 3.1-2).

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.



Fuente: Elaboración propia en base a INE (2017)

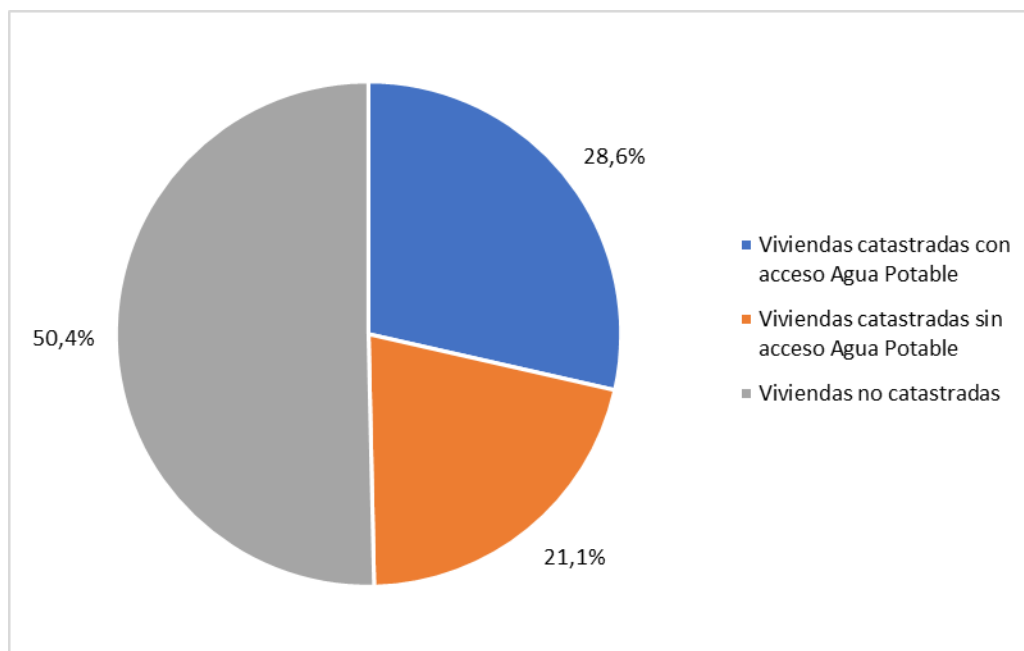
Figura 3.1-2 Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua

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 (SICVIR, 2020) relacionado al porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable, considera nueve (9) de las once (11) comunas de la región, las cuales concentran el 49,6% (3.969 viviendas) del total de las viviendas rurales de la región.

Bajo los datos otorgados por este indicador, un 28,6% (2.283) de las viviendas rurales de la región presenta conexión a la red de agua potable, mientras que un 21,1% (1.686 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 49,6% de las viviendas rurales han sido catastradas, en base a estos datos, un 21,1% de las viviendas informan que no presentan acceso a la red de agua potable. Por último, se concluye que el indicador BS12 presenta una brecha de información del 50,4% del total de viviendas rurales de la región de Magallanes.



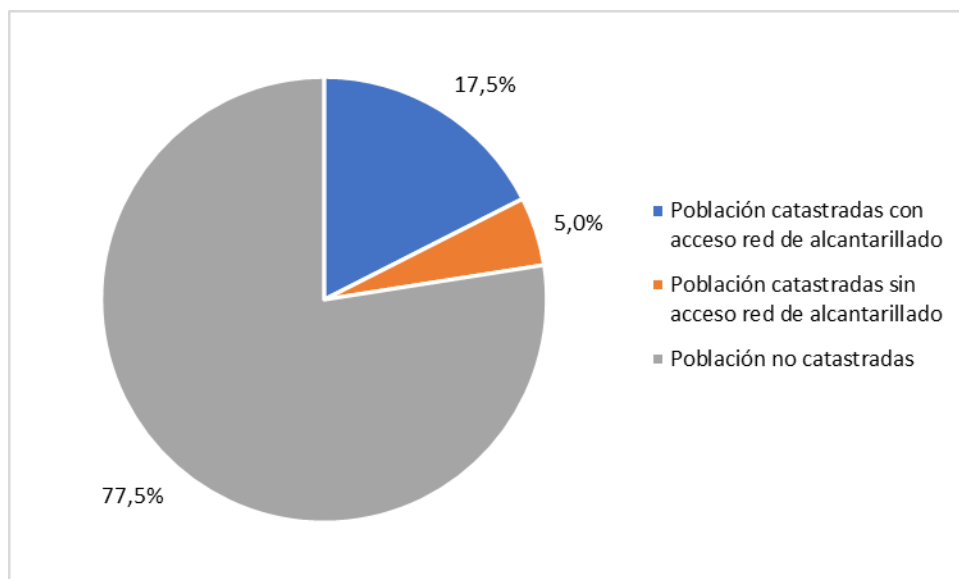
Fuente: Elaboración propia en base a Censo poblacional (2017) y SICVIR (2020)

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

Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH, 2021), en adelante DOH, presenta un listado con once (11) Servicios Sanitarios Rurales (SSR) para la región de Magallanes, los cuales abastecen a ocho (8) comunas de la región. Dentro del listado de SSR y en base al total de población rural regional (13.485 habitantes), un 23,7% (3.194 beneficiarios) presenta servicios de SSR, mientras que se observa una brecha de información del 76,3% (10.291 habitantes)

b) Saneamiento

De acuerdo a los datos presentados en el indicador BS13 el cual considera dos (2) de las once (11) comunas de la región, concentrando el 22,5% (3.036 habitantes) del total de la población rural de Magallanes; se observa que el 17,5% (2.363 habitantes) de la población rural se encuentra saneada por alcantarillado. Dejando una brecha de información de un 77,5%. (ver Figura 3.1-4).



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

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

Los detalles del análisis se pueden observar en profundidad en el Anexo 16.02.

3.1.1.5 Pozos

Se identificó un total de 409 pozos de extracción en la región de Magallanes, de los cuales un 58,19% se identifica para uso de riego, y un 15,40% no presenta clasificación de uso DGA (2023).

3.1.1.6 Infraestructura hídrica para uso de fuentes no convencionales

i. Acuíferos profundos

El acuífero existente en Punta Arenas, tanto en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes como en la cuenca Vertientes del Atlántico, forma parte del acuífero transfronterizo “El Cóndor-Cañadón del Cóndor” (AR-CL29S), extendiéndose al territorio de la República de Argentina (DGA, 2021).

Dentro del plan de acción se propone un estudio hidrogeológico enfocado en el análisis de la disponibilidad hídrica del acuífero El Cóndor-Cañadón del Condor, ubicado en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes, con el fin de establecer con precisión balances hídricos para los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, así como también la definición administrativa de Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento común (SHAC) (DGA, 2021).

ii. Recarga artificial de acuíferos

En el caso de la región de Magallanes, no se considera la recarga artificial de acuíferos.

iii. Desalinización

La región de Magallanes cuenta con una (1) planta desaladora en el Parque Industrial Cabo Negro perteneciente a la empresa Methanex, ubicado en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes. Su uso es en el sector industrial y la capacidad es de 63 L/s (ACADES, 2022).

Es importante señalar que algunas zonas en el Desierto de Atacama y de la región de Magallanes han sido clasificadas como áreas con alto potencial de ERNC a nivel mundial, por lo que el abastecimiento de energía para plantas desalinizadoras en dichas zonas es factible en principio (Vicuña, y otros, 2022). En relación a lo anterior, en la comuna de Punta Arenas, sector Cabo Negro, se está ejecutando el “Proyecto Piloto de Descarbonización y Producción de Combustibles Carbono Neutral (Haru Oni)”, donde el proceso de electrólisis para la separación del agua en sus componentes de hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂) son utilizados posteriormente para ser convertidos en combustible (E-Metanol) (DGA, 2021). De igual forma, como parte de la Estrategia Nacional de Hidrogeno Verde, se menciona que para el año 2025 comenzará la construcción del proyecto H₂ Magallanes, el cual contará con una planta desalinizadora ubicada en la comuna de San Gregorio, entre las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes, y Vertientes del Atlántico (GOB, 2021).

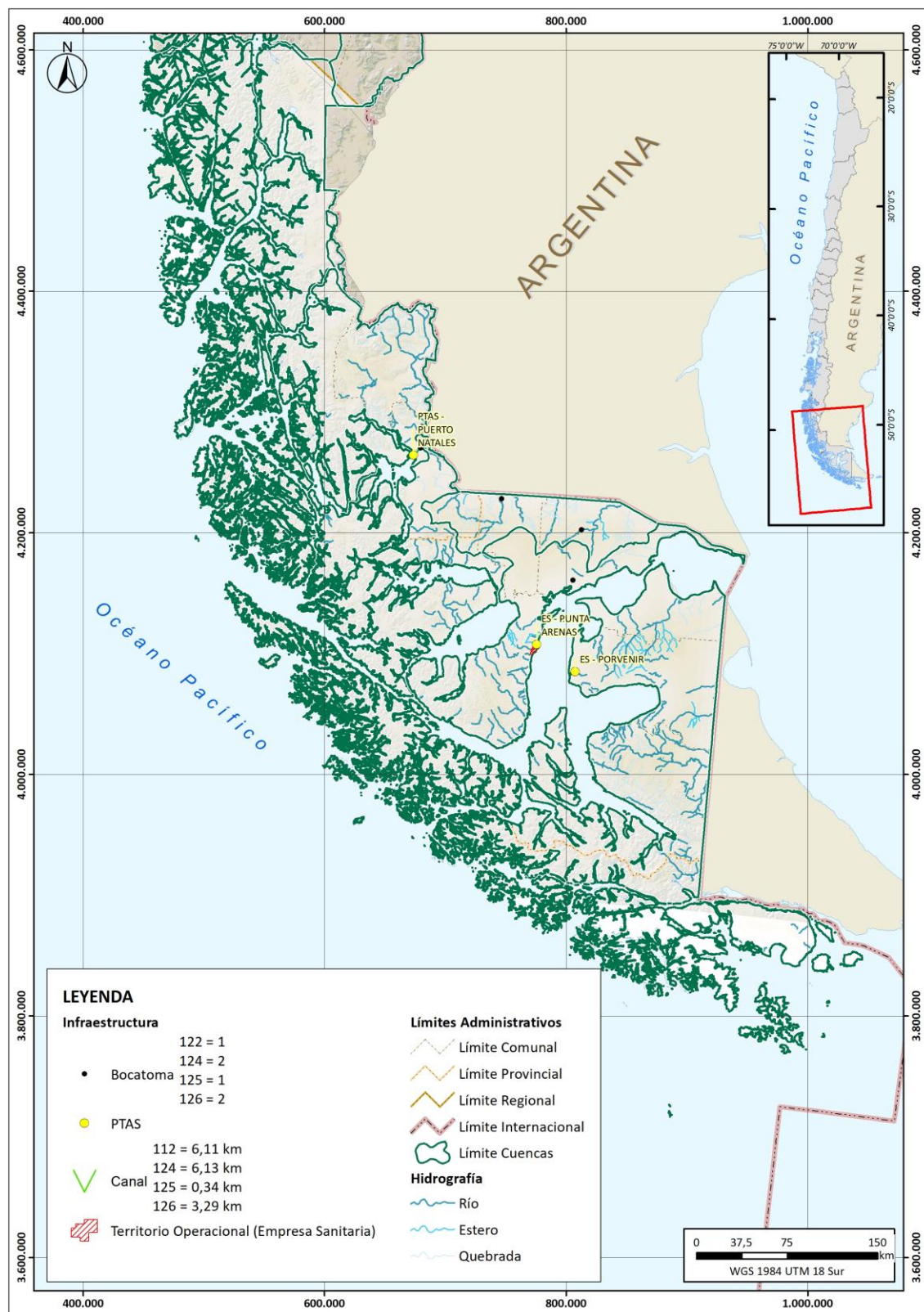
iv. Cosecha de aguas lluvia

La cosecha de aguas lluvia se ha desarrollado en la región según el proyecto de la Ley de Riego INDAP entre los años 2015 y 2021. En el PEGH de Punta Arenas (DGA, 2021), en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes, y Vertientes del Atlántico, se menciona el desarrollo de 28 proyectos y en el PEGH Tierra del Fuego (DGA, 2021) se menciona el desarrollo de 18 proyectos.

Por su parte el GORE en el año 2023, entregó 93 sistemas de acumulación de aguas lluvias a agricultores de toda la región. Los sistemas cuentan con capacidad de almacenaje de 10.000 L de agua para riego y ganadería (GORE, 2023).

v. Uso de aguas servidas tratadas

Actualmente, en la región de Magallanes, no hay uso de aguas servidas tratadas.



Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2020) y DGA (2023).

Figura 3.1-5 Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Magallanes y la Antártica Chilena

3.1.1.7 Infraestructura de defensa fluvial y aluvional

Dentro de la región de Magallanes 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 Magallanes y la Antártica Chilena

Nombre	Localidad	Cuenca BNA	Decreto
Plan Maestro de Aguas Lluvias Punta Arenas	Punta Arenas	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes (125), Islas al Sur Estrecho de Magallanes (127) y Tierra del Fuego (128)	D.S. N°2563 del 13-09-2000

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

En el caso de la región de Magallanes no hay tramos colectores ni obras aluvionales.

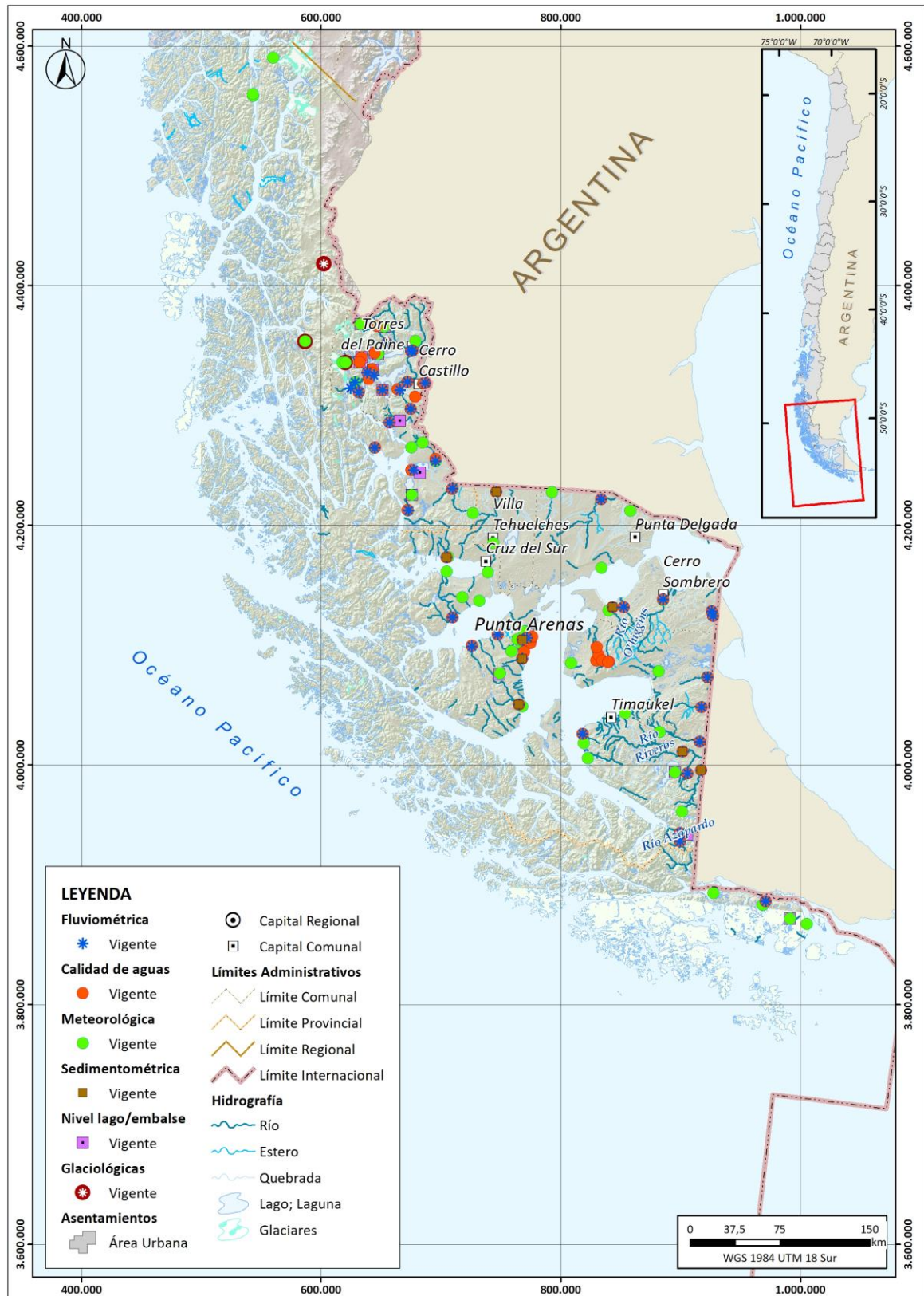
3.1.1.8 Red hidrométrica

De acuerdo a la información publicada por DGA (2023), en la región de Magallanes se encuentran 205 estaciones de monitoreo vigentes que constituyen la red hidrométrica de la región. En la Tabla 3.1-4 se muestra en detalle el tipo de estación presente en la región y su estado, en el Anexo 16.01 se encuentra la distribución de la red por cuenca. En la Figura 3.1-6 se presenta la ubicación de la totalidad de estaciones de la red. Se observa que la infraestructura de monitoreo se concentra en las cuencas Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.

Tabla 3.1-4 Estaciones de monitoreo de la región de Magallanes y la Antártica Chilena

Tipo de Estación	Vigentes	Suspendidas
Calidad de Aguas	61	0
Fluviométrica	46	0
Meteorológica	72	0
Nivel de pozo	0	0
Sedimentométrica	8	0
Nivel de lago y embalses	15	0
Glaciológica	3	0
Rutas de nieve	0	0
Total	205	0

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



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023)

Figura 3.1-6 Red hidrométrica de la región de Magallanes y la Antártica Chilena

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 Magallanes y la Antártica Chilena entre los años 2010 y 2022 detalladas en el anexo 16.04.

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 3.1-5.

Tabla 3.1-5 Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
Infraestructura hídrica estructural	Redes hidrométricas	13
	Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas	0
	Defensa fluvial y aluvional	0
	Desalinización	0
	Infraestructura de riego	0
	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	0
	Control de erosión	0
	Recarga de acuíferos	0
	Conservación de riberas	0
Infraestructura hídrica no estructural	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	2
	Análisis sistemas glaciares y periglaciares	0
	Estudio calidad de agua superficial y subterránea	0
	Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	0

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
	Conservación y restauración de riberas y cauces	0
	Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales	4
	Estudios obras de acumulación de agua	5
	Estudios de riesgo fluvial y aluvional	0
	Conservación obras de riego	0
	Estudio sistemas de riego	1
	Estudios contaminación de aguas	0
	Estudios de saneamiento	0
	Estudios de aguas lluvias	0
	Estudio obras de distribución de aguas	0
	Estudios de desalación	0
	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	2
	Estudio de reúso de aguas	1
	Diagnóstico de OUA y DAA	0
	Estudios para abastecimiento de agua potable	0
Medidas de gestión	Creación de capital humano	7
	Análisis situación legal DAA	3
	Fortalecimiento y formalización de OUA	2
	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	0

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 para aquellas no agrupadas. Las iniciativas según tipologías y las características básicas se presentan en la Tabla 3.1-6.

Tabla 3.1-6 Iniciativas según tipologías y características básicas

Tipología	Características básicas			
	Identificación del problema	Monto asociado	Responsable de la iniciativa	Fecha de ejecución
Infraestructura hídrica estructural	11	11	18	18
Infraestructura hídrica no estructural	17	17	18	18
Medidas de gestión	10	10	11	11

Fuente: Elaboración propia.

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

En la Tabla 3.1-7 se presentan los planes de desarrollo de empresas sanitarias presentes en la región por implementar.

Tabla 3.1-7 Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Magallanes y la Antártica Chilena

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
Aguas Magallanes	2021	Porvenir	Aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PEAS
		Puerto Natales	Mejoramientos en la red de distribución de AP, renovación de red de AS y ajuste operacional PTAS
		Punta Arenas	Aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PEAP, obras de distribución o recolección, renovación de red de AS, aumento de capacidad PEAS, refuerzo de colectores

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

No hay planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región.

3.1.2.2 Iniciativas ejecutadas en el periodo 2015-2023

A partir de los antecedentes de la Inversión histórica del MOP entre los años 1986-2023, en la Tabla 3.1-8 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 16.04.

Tabla 3.1-8 Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción

Tipología	Estrategias de acción	Programa	N° inversiones	Inversión	
				Miles \$ cada año	Miles \$ año 2023
Infraestructura hídrica estructural	Producción-distribución de agua potable y	APR semi concentrado	10	716.865	807.178
		Ampliación y mejoramiento de	7	513.817	589.219

Tipología	Estrategias de acción	Programa	N° inversiones	Inversión	
				Miles \$ cada año	Miles \$ año 2023
	tratamiento aguas servidas	servicios existentes de APR			
	Redes de aguas lluvias	Conservación de obras de aguas lluvias	18	2.401.310	3.084.660
		Evacuación y drenaje de aguas lluvias	13	1.364.854	1.649.736
	Infraestructura de riego	Conservación obras de riego	5	101.445	140.751
		Explotación de obras de riego	9	198.531	255.298
	Defensa fluvial y aluvional	Control aluvional	10	6.603.241	7.951.091
Infraestructura hídrica no estructural	Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación de riberas (defensas fluviales)	32	9.096.172	11.874.612
		Manejo de cauces	4	307.822	339.982
	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Actualización	1	89.575	129.104
		Análisis	2	152.357	213.826
Medidas de gestión	Planes y políticas	Planes maestros de obras fluviales	2	476.344	476.344

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

CAPÍTULO 4 BRECHAS HÍDRICAS

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 16.05 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:

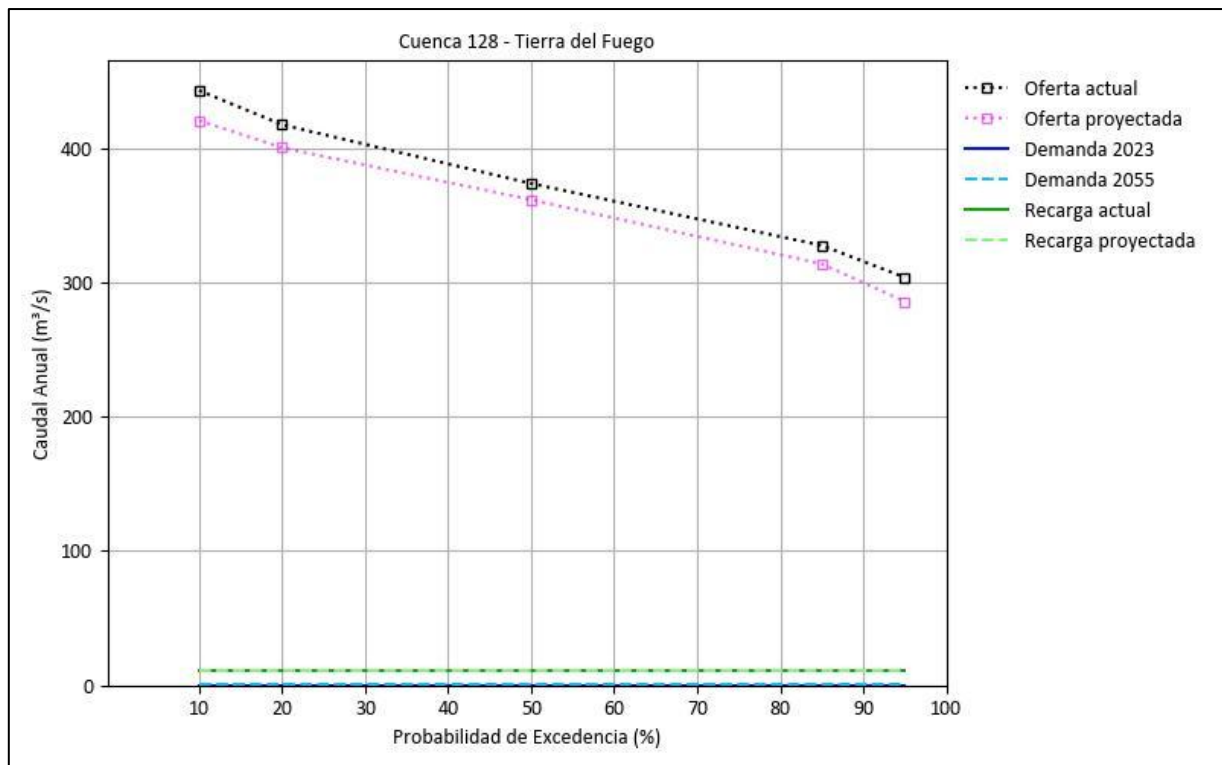
- **Criterio 1:** Se evalúa si la demanda total de la cuenca supera la oferta superficial⁶ en la misma considerando diferentes probabilidades de excedencia. Se considera una **cuenca crítica** aquella donde la demanda supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 50%; una **cuenca 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

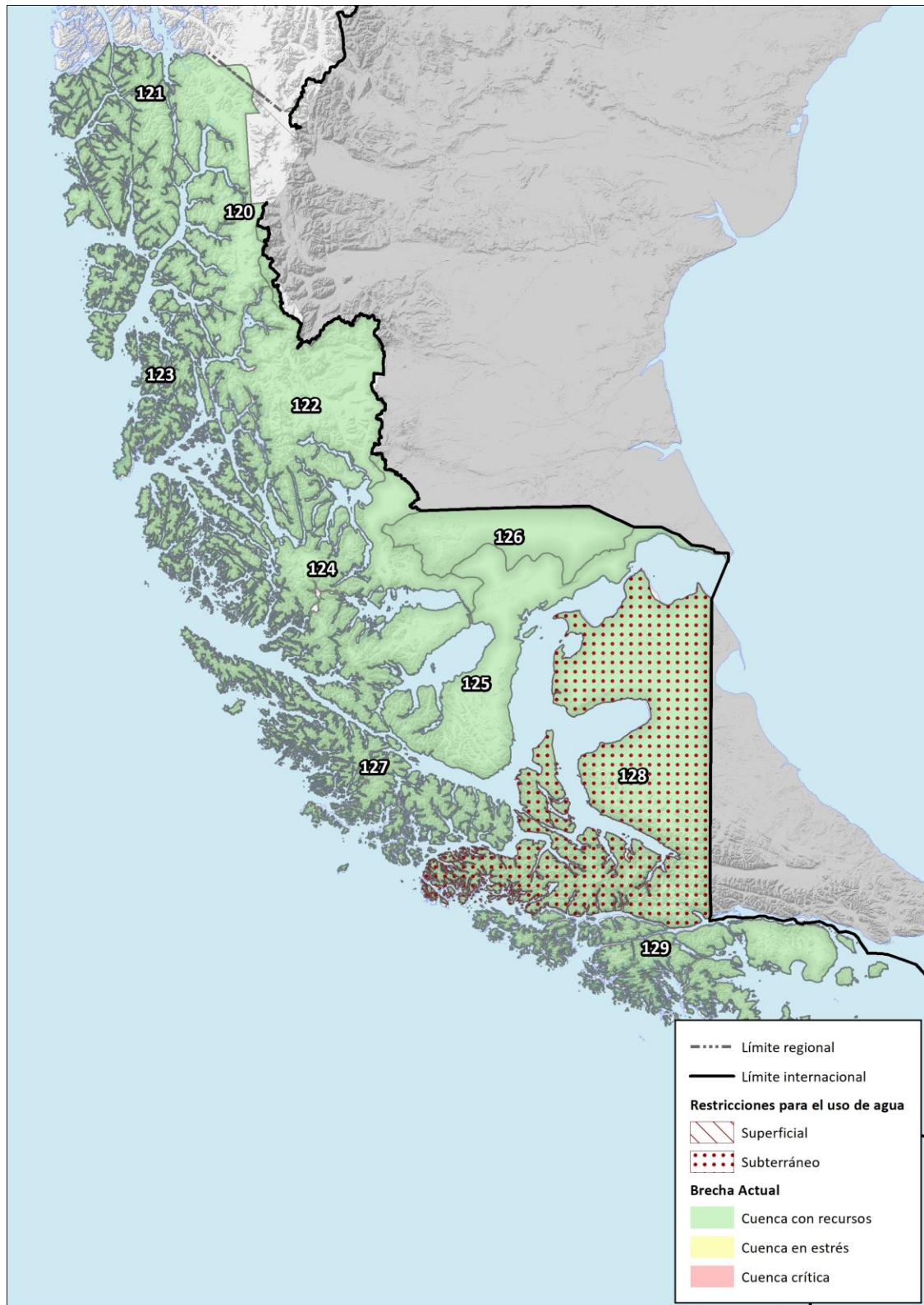
Para la situación actual de la región, en la Figura 4.1-2 se observa que todas las cuencas se encuentran en una situación cuya demanda total no supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%, es decir son cuencas **con recursos hídricos disponibles**. Además, se debe considerar que ninguna cuenca actualmente posee algún tipo de restricción, ya sea para el uso de aguas superficiales como para aguas subterráneas, con lo que finalmente se reclasificarían a **cuencas en estrés o críticas** (ver Tabla 4.1-1). En la Figura 4.1-1 se muestra el caso para la cuenca de Tierra del Fuego (BNA 128).

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



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-1 Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 128



Fuente: Elaboración propia

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

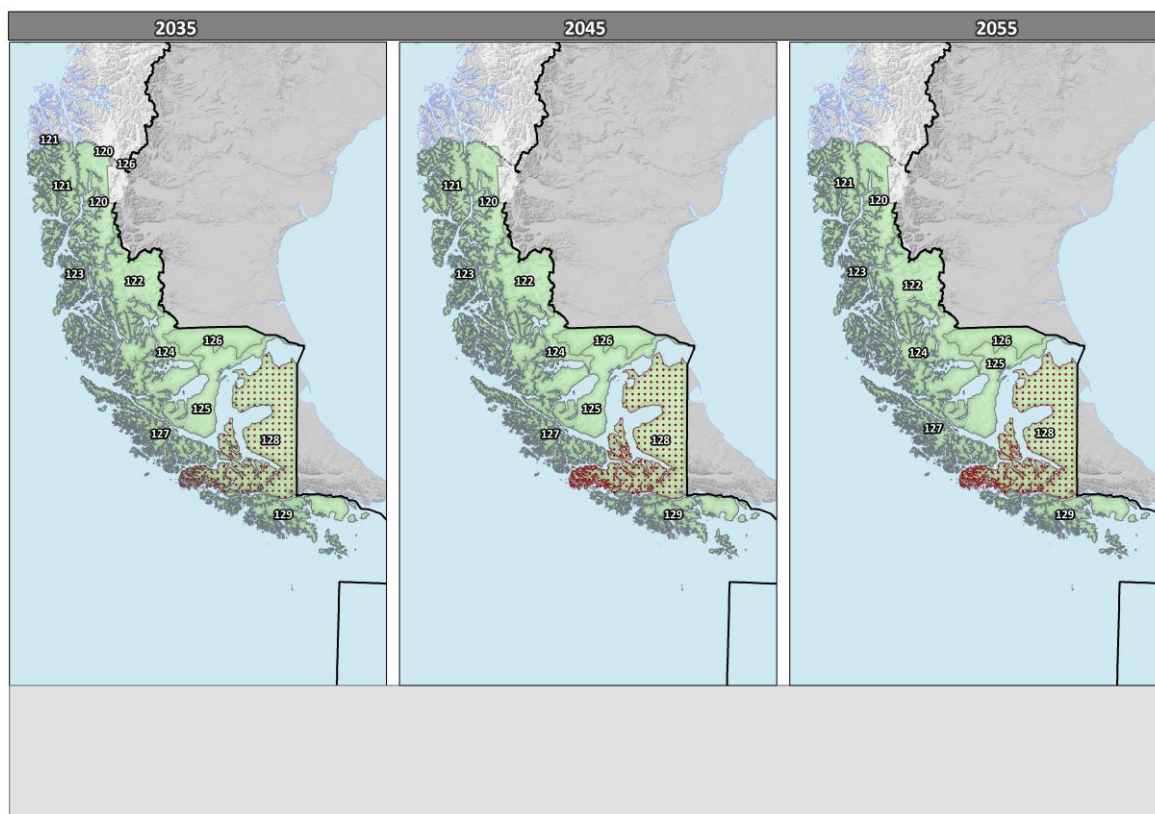
Tabla 4.1-1 Brechas Hídricas por Cuenca Región de Magallanes

Código BNA	Nombre Cuenca	2025	2035	2045	2055
120	Costeras entre Limite Región y Seno Andrew	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
121	Islas entre limite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
122	Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
123	Islas entre Canales Concepción, Sarmiento y E. de Magallanes	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
124	Costeras e Islas entre R Hollemberg, Golfo Alte. Laguna Blanca	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
125	Costeras entre Lag. Blanca(inc), Seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
126	Vertiente del Atlántico	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
127	Islas al Sur Estrecho de Magallanes	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
128	Tierra del Fuego	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Antártico	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.1-1 se aprecia que ninguna cuenca se encuentra en una situación de estrés o crítica al año 2025. No obstante, se debe considerar que, si bien según el balance hídrico de la cuenca, el estado de las cuencas es con recursos a futuro, si existieran restricciones superficiales o subterráneas existentes (las cuales no se encuentran en ninguna cuenca de la región), la situación sería de estrés o crítica. Esta situación se puede observar en la Figura 4.1-3.

Complementario a lo anterior es importante mencionar que una fuente de 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, algo que no resulta necesario en esta región en términos de brecha hídrica. Sin embargo, el acceso a fuentes subterráneas es complejo en esta región, lo que puede dificultar el acceso a agua potable en ciertas zonas de la región. Finalmente, en lo que respecta a esta región, pese a que no se dispone de una estimación de la recarga en todas las cuencas para un completo entendimiento de la brecha hídrica existente, es el estado de todas las cuencas es con recursos, por lo que no se evidencia una situación de preocupación en alguna cuenca en términos de brecha hídrica.



Fuente: Elaboración propia

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

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:

- No se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua entre un 50,4% y 57,3% de las viviendas rurales regionales.
- No se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua de alrededor del 76,3% la población rural regional.
- No se posee información en relación al acceso a la red de alcantarillado de alrededor de un 77,5% de la población rural regional.
- No existen estudios o planes de reúso de aguas servidas.
- No se posee real conocimiento de la situación de acceso al agua potable y alcantarillado en las áreas rurales de la región, ya que los indicadores presentan sesgo de información al dejar a comunas fuera de análisis.
- 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
- Insuficiente información respecto a disponibilidad de agua en acuíferos.
- No se cuenta con información actualizada sobre el estado de los canales de riego, lo cual podría llevar a una subestimación de la demanda hídrica.
- Déficit de red hidrométrica operativa y consolidada
- Carencia de conocimientos y métodos de implementación de soluciones basadas en ecosistemas para adaptarse al cambio climático (Santis, 2016).
- No se cuenta con información de calidad de aguas en las cuencas costeras entre límite región seno Andrew (Código BNA:120), Islas entre límite región y canal ancho y estrecho concepción (Código BNA: 121), costeras entre seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (Código BNA: 122), cuencas e islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho Magallanes (Código BNA: 123), Costeras e Islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (Código BNA:124), costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway canal Jerónimo y E. Magallanes (Código BNA: 125), cuencas e islas al sur del estrecho de Magallanes (Código BNA: 127) e Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (Código BNA: 129).

i. 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
- Se identifica déficit de estudios hidrogeológicos actualizados y de modelación de las cuencas de la región lo que permite conocer la disponibilidad hídrica, mejorar su distribución y uso considerando los niveles actuales de la cantidad del recurso en una situación de cambio climático y déficit hídrico.
- Falta de estudios con estimaciones de recarga
- 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 y la Tabla 4.2-2 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 Magallanes

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii entre un 21% y un 25% 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 50% y un 57% 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 alto estándar y gestión eficiente del recurso hídrico que garanticen la protección ambiental y el desarrollo sustentable en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.	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	4	4
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii alrededor de un 5% de la población rural declara no presentar acceso a la red de alcantarillado, mientras que no se cuenta con la información de alrededor de un 77% 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 alto estándar y gestión eficiente del recurso hídrico que garanticen la protección ambiental y el desarrollo sustentable en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.	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	4	4
Las cuencas en donde se observa un mayor incremento en la población rural al 2055 respecto de la población actual son las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (código BNA 125) con un 58%, mientras que las cuencas Islas entre límite Región y Canal ancho y Estrecho de la Concepción (código BNA 121), Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (código BNA 122), Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (código BNA 124), Vertiente del Atlántico (código BNA 126) y Tierra del fuego (código BNA 128), proyectan un aumento poblacional del 9% al 2055. (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	1	1	2	1	4	1	1	1	4	4
Según las proyecciones de población urbana en el acápite 2.2.1 se estima un aumento de usuarios APU y del consumo de agua potable en un escenario de sequía crítico. Se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 93,5% 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	N/A	N/A	2	N/A	N/A	2	N/A	N/A	4	N/A
Para el año 2022 se estimó un promedio de pérdidas por distribución de un 13,3% a nivel regional; manteniéndose todas las localidades bajo un 20% de pérdidas. (ver Anexo 05.02 Demanda futura)	Deterioro en el sistema de distribución de agua potable (pérdidas)		Porcentaje de pérdidas por efecto de fugas	Perdidas 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	N/A	N/A	1	N/A	N/A	1	N/A	N/A	1	N/A

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 4.2-2 Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Magallanes (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
La región de Magallanes cuenta con una (1) planta desaladora en el parque industrial Cabo Negro perteneciente a la empresa Methanex. Su uso es en el sector industrial y la capacidad es de 63 (l/s) (ACADES, 2022). Es importante señalar que algunas zonas en el Desierto de Atacama y de la región de Magallanes han sido clasificadas como áreas con alto potencial de ERNC a nivel mundial, por lo que el abastecimiento de energía para plantas desalinizadoras en dichas zonas es factible en principio (Vicuña, y otros, 2022). En relación a lo anterior, en la comuna de Punta Arenas, sector Cabo Negro, se está ejecutando el “Proyecto Piloto de Descarbonización y Producción de Combustibles Carbono Neutral (Haru Oni)”, donde el proceso de electrólisis para la separación del agua en sus componentes de hidrógeno (H2) y oxígeno (O2) son utilizados posteriormente para ser convertidos en combustible (E-Metanol) (DGA, 2021). La cosecha de aguas lluvia se ha desarrollado en la región según el proyecto de la Ley de Riego INDAP entre los años 2015 y 2021. En el PEGH de la cuenca de Punta Arenas (DGA, 2021) se menciona el desarrollo de 28 proyectos y en el PEGH Tierra del Fuego (DGA, 2021) se menciona el desarrollo de 18 proyectos. (ver acápite 3.1.1.6)	Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el consumo humano a escalas relevantes	Falta de evaluación de la viabilidad y oportunidades para la reutilización de aguas servidas tratadas, analizando los beneficios, riesgos y requisitos técnicos necesarios para promover prácticas sostenibles.	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	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

4.2.3 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 4.2-3 y la Tabla 4.2-4 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 4.2-3 Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Magallanes

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
En la región de Magallanes, la eficiencia de aplicación de riego promedio estimada para el año 2023 es del 45%. Esta eficiencia varía entre un 35% y un 72%. 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 16.02).	Déficit en tecnificación del riego y modernización de sistemas de control de heladas.	Insuficiente uso racional y eficiente del agua de riego y falta de iniciativas para mejorar el abastecimiento de agua para el sector agropecuario.	Eficiencia de aplicación de riego (%) (año 2023)	Eficiencia de riego ≤ 40% 40% < Eficiencia de riego < 70% Eficiencia de riego ≥ 70%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4	2	2	4	1	2	2
En la región de Magallanes se identifican aproximadamente 15,8 km de canales, ubicados principalmente en la cuenca Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente, donde se concentra aproximadamente el 75% 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 16.01).	Deterioro en el sistema de distribución de agua para riego.	-	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	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1
Según la tendencia histórica, se prevé que la demanda hídrica agrícola en la región de Magallanes aumentará en un 127% para el año 2055. Este incremento se debe principalmente a la expansión de las áreas cultivadas con praderas mejoradas y forrajes permanentes. Dadas las proyecciones, es fundamental 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.		Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica agrícola (Periodo 2023-2055)	Aumento de la demanda agrícola ≥ 70% 15% < Aumento de la demanda agrícola < 70% Aumento de la demanda agrícola ≤ 15%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1	4	2	2	1	1	1
En la región de Magallanes se identifica únicamente una Asociación de Canalistas (AC). No se identifican otras 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.).	Falta de conformación de nuevas Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) y de transferencia de conocimiento sobre la importancia de ser parte de una OUA. Falta de generación de información sobre la disponibilidad de recursos hídricos y condiciones para el desarrollo agrícola para mejorar la producción agrícola de los pequeños agricultores.	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	4	4
Parte de los recursos hídricos de la región de Magallanes no se encuentran en su totalidad dentro del territorio nacional, habiendo cuencas de carácter compartido con Argentina, como es el caso de la cuenca Vertiente Atlántico y Tierra del Fuego	Insuficientes acuerdos para la gestión de recursos hídricos compartidos	Aumentar la información disponible sobre el uso efectivo de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), niveles estáticos disponibles, y acuíferos transfronterizos	Implementación de Sistemas de control de niveles estáticos en acuíferos transfronterizos	Alta: Se requiere implementación de control de niveles en acuíferos transfronterizos N/A: No aplica en caso contrario	Alta =4 Media =2 Baja =1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4	N/A	4	N/A

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 4.2-4 Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Magallanes (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
Se proyecta que, en la región de Magallanes, la demanda total de agua por parte de la industria manufacturera aumentará un 257% 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)	Aumento de la demanda ≥ 100% 30% < Aumento de la demanda < 100% Aumento de la demanda ≤ 30%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1
En la región de Magallanes no se identifican grandes obras de acumulación. Respecto a las proyecciones de la oferta hídrica superficial, se observa en general 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.	Falta de seguridad y disponibilidad de agua de riego para productores silvo-agropecuarios, mediante la identificación de emplazamientos para microtranques acumuladores y evaluación de métodos de riego.	Disminución de la oferta hídrica superficial (Periodo 2025-2055).	Disminución de la oferta hídrica superficial ≥ 8% 2% < variación de la oferta hídrica superficial < 8% Disminución de la oferta hídrica superficial ≤ 2%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	2	2	2	4	1	2	2	2
En la región de Magallanes, 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 únicamente a la cosecha de aguas lluvias y obras de desalinización. 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.	Insuficiente acceso a asistencia técnica y transferencia tecnológica para mejorar el riego en sectores agropecuarios y la infraestructura de regulación y distribución de aguas	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	4	4	4	4	4	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 4.2-5 y la Tabla 4.2-6 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y su clasificación para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha.

Tabla 4.2-5 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Magallanes

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
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. El uso responsable de agroquímicos es fundamental para mitigar los impactos ambientales de la agricultura. En la Región de Magallanes, donde la actividad agrícola es limitada pero presente en áreas específicas como la ganadería ovina, el uso de agroquímicos, aunque menos intensivo que en otras regiones, aún puede afectar los frágiles ecosistemas patagónicos y los cuerpos de agua de la zona.	Escaso manejo de contaminantes y pasivos ambientales en agricultura	Falta de regularización y gestión de los humedales de uso agropecuario para mejorar el estado hídrico y ambiental.	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	s/i	s/i	1	s/i	1	1	1	s/i	1	s/i
Parte de los recursos hídricos de la región de Magallanes no se encuentran en su totalidad dentro del territorio nacional, habiendo cuencas de carácter compartido con Argentina, como es el caso de la cuenca Vertiente Atlántico y Tierra del Fuego	Insuficientes acuerdos para la gestión de recursos hídricos compartidos	Insuficiente levantamiento de información y sistema de monitoreo exhaustivo para el sistema acuífero transfronterizo en la región de Magallanes, impidiendo un conocimiento integral y efectivo de este recurso vital.	Existencia de un protocolo específico para recursos hídricos compartidos con implementación de gestión integrada de los sistemas	Alta: Se requiere implementación de gestión integrada en cuencas compartidas N/A: No aplica en caso contrario	Alta =4 Media =2 Baja =1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4	N/A	4	N/A
El deterioro de la calidad de agua debido a las descargas de aguas servidas en áreas urbanas y rurales es una preocupación en la Región de Magallanes. En ciudades como Punta Arenas y Puerto Natales, las descargas de aguas servidas sin un tratamiento adecuado pueden afectar tanto los cuerpos de agua superficiales como los ecosistemas marinos, los cuales son fundamentales para la biodiversidad y la actividad económica de la región.	Deterioro de la calidad de aguas debido a las descargas de aguas servidas desde localidades rurales sin servicios de saneamiento		% 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	4	4
La Región de Magallanes, con su creciente actividad industrial, especialmente en la extracción de hidrocarburos y la pesca, enfrenta riesgos de contaminación de las aguas. Aunque la demanda hídrica no es tan alta como en otras regiones mineras del país, los eventos hidroclimáticos extremos, como las crecidas, podrían incrementar la exposición a contaminantes, afectando la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos de la región.	Riesgos de contaminación de las aguas por parte de sector industrial y minero asociado a eventos de crecidas e inundaciones		Relaves en desuso en la Cuenca, el caso de Minería. En el caso de industrial, si es el caso que predomina en la región el indicador son los efluentes que generan alerta de contaminación de acuerdo a las fiscalizaciones	Mas de 10 relaves abandonados o efluentes reportados=Alta criticidad. Entre 5 a 10 relaves o efluentes reportados= Media criticidad. Menor a 5 relaves abandonados o efluentes reportados =Baja criticidad.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
La región de Magallanes presenta una presión considerable sobre sus sistemas acuáticos debido al cambio de uso del suelo y las actividades productivas, como la ganadería y la industria pesquera. Esta presión afecta la calidad del agua y la biodiversidad en los ríos, lagos y mares del extremo sur de Chile, donde los ecosistemas acuáticos son particularmente vulnerables debido a las condiciones climáticas extremas y su relativa fragilidad ecológica.	Ecosistemas adyacentes a sistemas acuáticos afectadas por cambio de uso de suelo o uso productivo intensivo	Falta de manejo y conservación de los recursos vegetacionales nativos y humedales, para la producción de bienes y servicios ecosistémicos y la conservación de la naturaleza en beneficio de las comunidades locales.	Tasa de deforestación en función de la demanda forestal. (Dda25 - Dda35)/Dda25 (%)	Alta criticidad: Tasa de variación demanda forestal mayor al 2%. Media criticidad: Tasa de variación demanda forestal entre 0% y 2%. Baja criticidad: Tasa de variación demanda forestal negativa o menor al 0%.	Alta =4 Media =2 Baja =1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A

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 4.2-6 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Magallanes (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
La ausencia de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas superficiales en la Región de Magallanes dificulta la protección de sus cuerpos de agua, que son esenciales para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de actividades como el turismo y la pesca. La implementación de estas normas sería clave para preservar la calidad de los ríos, lagos y costas en esta región única.	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas superficiales		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	2	2
La Región de Magallanes cuenta con recursos de aguas subterráneas que son críticos, especialmente en zonas rurales y áreas donde las condiciones climáticas limitan otras fuentes de agua. La falta de normas secundarias de calidad de aguas subterráneas pone en riesgo estos recursos, aumentando la posibilidad de contaminación y afectando tanto a las comunidades locales como a los ecosistemas que dependen de estos acuíferos.	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas subterráneas		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	2	2
Aunque la Región de Magallanes es menos desarrollada en términos de infraestructura, la frecuencia y la cobertura del monitoreo de la calidad de sus aguas es insuficiente. Esta deficiencia limita la capacidad de respuesta ante posibles contaminaciones y dificulta la gestión adecuada de los recursos hídricos en un entorno tan remoto y ecológicamente valioso.	Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de aguas e hidrometría	Falta de mejora en los registros de controles fluviométricos debido al congelamiento de equipos y necesidad de aumentar los puntos de monitoreo fluviométrico. Falta de monitoreo de niveles freáticos y calidad de agua subterránea, así como puntos de monitoreo en cuerpos lacustres en la misma cuenca.	Frecuencia de monitoreo, información disponible en línea de la página de la Dirección General de Aguas. Existencia de estaciones fluviométricas	Alta criticidad: Menos del 50% de los parámetros necesarios monitoreados. O No cuenta con estaciones fluviométricas Media criticidad: Entre 50% y 75% de los parámetros necesarios monitoreados. Y Cuenta con estaciones fluviométricas Baja criticidad: Más del 75% de los parámetros necesarios monitoreados.	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	2	4	4	2	2	4	2	4
La pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad del agua es una preocupación en la Región de Magallanes, donde los humedales y cuerpos de agua desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica. La insuficiencia del caudal ambiental, agravada por el cambio climático y las actividades humanas, amenaza la capacidad de estos ecosistemas para mantener la calidad del agua y brindar servicios ecosistémicos esenciales.	Pérdida de capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad ambiental de las aguas y mantener servicios ecosistémicos		Comparación de lo obtenido en la oferta hídrica y caudal ambiental como: Caudal ambiental/O oferta hídrica	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	2	2	2	2	2	2	1	1	1
Los humedales de la Región de Magallanes son fundamentales para la regulación del agua, la conservación de la biodiversidad y el turismo. Sin embargo, la degradación de estos humedales debido a la actividad humana y los cambios en el caudal ambiental amenaza su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos clave. La protección de estos ecosistemas es esencial para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales.	Degradación y pérdida de servicios ecosistémicos provistos por humedales, salares u otro tipo de ecosistema acuático		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	1	1	1	4	2	4	4	2	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

4.2.5 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 4.2-7 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 4.2-7 Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Magallanes

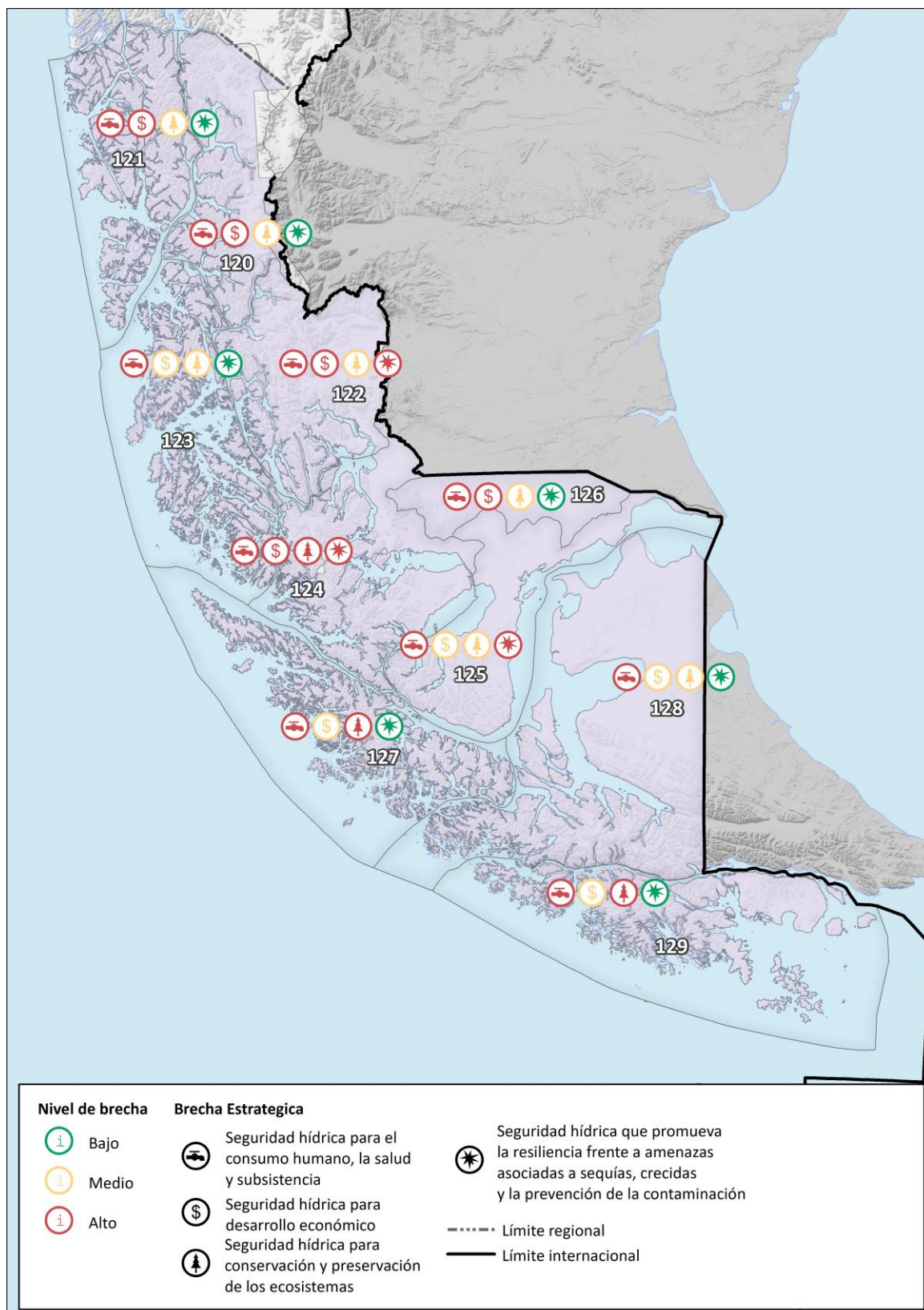
Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Islas entre límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes	Vertiente del Atlántico	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Tierra del Fuego	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico
En la región de Magallanes no existe infraestructura de defensa fluvial y aluvional. Se identifica un plan maestro de aguas lluvia para la comuna de Punta Arenas	Baja efectividad de sistemas de drenaje de aguas lluvia	Falta de infraestructura de protección adecuada y oportuna en los centros poblados y áreas aisladas para resguardar el territorio y la vida de las personas frente a desastres socio-naturales	Ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 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	1	4	1	4	4	1	1	1	1
En la región de Magallanes no existe infraestructura de defensa fluvial y aluvional	Aumento del impacto de eventos de crecida asociado a precipitaciones intensas.	Falta de infraestructura de protección adecuada y oportuna en los centros poblados y áreas aisladas para resguardar el territorio y la vida de las personas frente a desastres socio-naturales	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 u 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	1	1	4	2	4	4	1	1	1	1
En la región de Magallanes no existe infraestructura de defensa fluvial y aluvional	Aumento del impacto por eventos de deslizamientos de tierra sobre infraestructura y poblaciones.	Falta de infraestructura de protección adecuada y oportuna en los centros poblados y áreas aisladas para resguardar el territorio y la vida de las personas frente a desastres socio-naturales	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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	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

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 Magallanes

4.3 BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA

4.3.1 Desarrollo matriz OAI

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

4.3.1.1 Objetivos

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

- Proyectar la Región de Magallanes y la Antártica Chilena con infraestructura de alto estándar actualizada, que refleje su reconocimiento por paisajes naturales y como puerta de entrada al territorio Antártico. Incorporar una gestión eficiente del recurso hídrico, junto con su adecuada regulación y saneamiento, garantizando la protección ambiental y el desarrollo sustentable en esta región única.
- Evaluar la viabilidad y las oportunidades para la reutilización de aguas servidas tratadas, analizando los beneficios, riesgos y requisitos técnicos asociados, con el fin de promover prácticas sostenibles y eficientes en la gestión del agua.

ii. Dimensión para la producción sostenible y eficiencia hídrica

- Desarrollar servicios de infraestructura que integren la dimensión social y productiva con un alto nivel de desarrollo, fortaleciendo la consolidación de centros poblados y el turismo regional. Fomentar la habilitación de infraestructura social y productiva en diferentes centros poblados para potenciar nuevos polos de desarrollo, especialmente en el ámbito del turismo y otros sectores. Aumentar la seguridad y disponibilidad de agua de riego para los productores silvo-agropecuarios en las localidades de Porvenir y Laguna Blanca, mediante la identificación y evaluación de emplazamientos para microtrancos acumuladores y la evaluación de distintos métodos de riego (goteo, aspersión, surco, tendido) en los principales cultivos de la zona. Mejorar el acceso a asistencia técnica y a instancias de transferencia tecnológica para el riego en sectores agropecuarios, así como a infraestructura de regulación y distribución de aguas para riego.
- Implementar una gestión transversal de los recursos hídricos a través de estudios, políticas e infraestructura que promuevan la concientización y regulación del uso eficiente del agua. Resguardar la regulación y gestión del recurso hídrico mediante la generación de conocimiento y la habilitación de infraestructura adecuada. Contribuir a mejorar las condiciones de producción agrícola de los pequeños agricultores de la región mediante la generación de información sobre disponibilidad de recursos hídricos y condiciones para el desarrollo agrícola, elaborando perfiles de proyectos de riego sustentables con uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

Mejorar la gestión y aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos mediante el uso racional y eficiente del agua de riego. Aumentar la información disponible sobre el uso efectivo de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), niveles estáticos disponibles, y acuíferos transfronterizos. Implementar iniciativas para mejorar el abastecimiento de agua para el sector agropecuario y mejorar el acceso a asistencia técnica y transferencia tecnológica en riego. Generar instancias para la transferencia de conocimiento sobre la importancia de ser parte de una Organización de Usuarios de Aguas (OUA) y promover la conformación de nuevas OUA. Fomentar y revitalizar alianzas público-privadas en materia hídrica. Liderar el modelo de economía circular con un enfoque en soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura, y uso eficiente de recursos.

iii. Dimensión para la conservación y preservación de los ecosistemas

- Desarrollar un plan de utilización de recursos compartidos con Argentina para mejorar los procesos administrativos relacionados con su gestión. Identificar los humedales de uso agropecuario para establecer una regularización en su uso y mejorar el estado hídrico y ambiental. Valorar los servicios ecosistémicos que proveen los humedales y evaluar la viabilidad de declarar humedales urbanos a aquellos en la zona de Porvenir. Fomentar el manejo y conservación de los recursos vegetacionales nativos, como bosques y formaciones xerofíticas, y humedales, orientando estas prácticas hacia la producción de bienes y servicios ecosistémicos, la conservación de la naturaleza y las necesidades de las comunidades locales.
- Mejorar los registros de controles fluviométricos afectados por el congelamiento de equipos y aumentar los puntos de monitoreo fluviométrico en la subcuenca "Fronterizas entre Río Penitente y Río Gallegos Chico" y el estero Porvenir. Incrementar los puntos de monitoreo de niveles freáticos y calidad de agua subterránea en la cuenca, así como los puntos de monitoreo en cuerpos lacustres relevantes de la misma cuenca.

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

- Garantizar que la región cuente con infraestructura adecuada para proteger el territorio y a las personas frente a desastres. Procurar la instalación oportuna de infraestructura de protección en los centros poblados y áreas aisladas de la región, para resguardar el territorio y la vida de las personas ante desastres socio-naturales.

4.3.1.2 Acciones o Iniciativas 2010 – 2022

En análisis de las iniciativas estratégicas de inversión en la región de Magallanes (ver acápite 3.1.2) se identificaron un total de 42 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, obras de acumulación de agua y redes de aguas lluvias. 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 Magallanes

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	Proyectar la Región de Magallanes y la Antártica Chilena con infraestructura de alto estándar actualizada, que refleje su reconocimiento por paisajes naturales y como puerta de entrada al territorio Antártico. Incorporar una gestión eficiente del recurso hídrico, junto con su adecuada regulación y saneamiento, garantizando la protección ambiental y el desarrollo sustentable en esta región única.	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	
		Conservación y restauración de riberas y cauces Control de erosión	Conservación y restauración de riberas y cauces	Manejo de quebradas
	Evaluar la viabilidad y las oportunidades para la reutilización de aguas servidas tratadas, analizando los beneficios, riesgos y requisitos técnicos asociados, con el fin de promover prácticas sostenibles y eficientes en la gestión del agua.	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	Desarrollar servicios de infraestructura que integren la dimensión social y productiva con un alto nivel de desarrollo, fortaleciendo la consolidación de centros poblados y el turismo regional. Fomentar la habilitación de infraestructura social y productiva en diferentes centros poblados para potenciar nuevos polos de desarrollo, especialmente en el ámbito del turismo y otros sectores. Aumentar la seguridad y disponibilidad de agua de riego para los productores silvo-agropecuarios en las localidades de Porvenir y Laguna Blanca, mediante la identificación y evaluación de emplazamientos para microtranques acumuladores y la evaluación de distintos métodos de riego (goteo, aspersión, surco, tendido) en los principales cultivos de la zona. Mejorar el acceso a asistencia técnica y a instancias de transferencia tecnológica para el riego en sectores agropecuarios, así como a infraestructura de regulación y distribución de aguas para riego.	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
	Implementar una gestión transversal de los recursos hídricos a través de estudios, políticas e infraestructura que promuevan la concientización y regulación del uso eficiente del agua. Resguardar la regulación y gestión del recurso hídrico mediante la generación de conocimiento y la habilitación de infraestructura adecuada. Contribuir a mejorar las condiciones de producción agrícola de los pequeños agricultores de la región mediante la generación de información sobre disponibilidad de recursos hídricos y condiciones para el desarrollo agrícola, elaborando perfiles de proyectos de riego sustentables con uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Mejorar la gestión y aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos mediante el uso racional y eficiente del agua de riego. Aumentar la información disponible sobre el uso efectivo de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), niveles estáticos disponibles, y acuíferos transfronterizos. Implementar iniciativas para mejorar el abastecimiento de agua para el sector agropecuario y mejorar el acceso a asistencia técnica y transferencia tecnológica en riego. Generar instancias para la transferencia de conocimiento sobre la importancia de ser parte de una Organización de Usuarios de Aguas (OUA) y promover la conformación de nuevas OUA. Fomentar y revitalizar alianzas público-privadas en materia hídrica. Liderar el modelo de economía circular con un enfoque en soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura, y uso eficiente de recursos.	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 hidrico Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Campañas para el recambio cultivos de menor requerimiento hidrico
			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

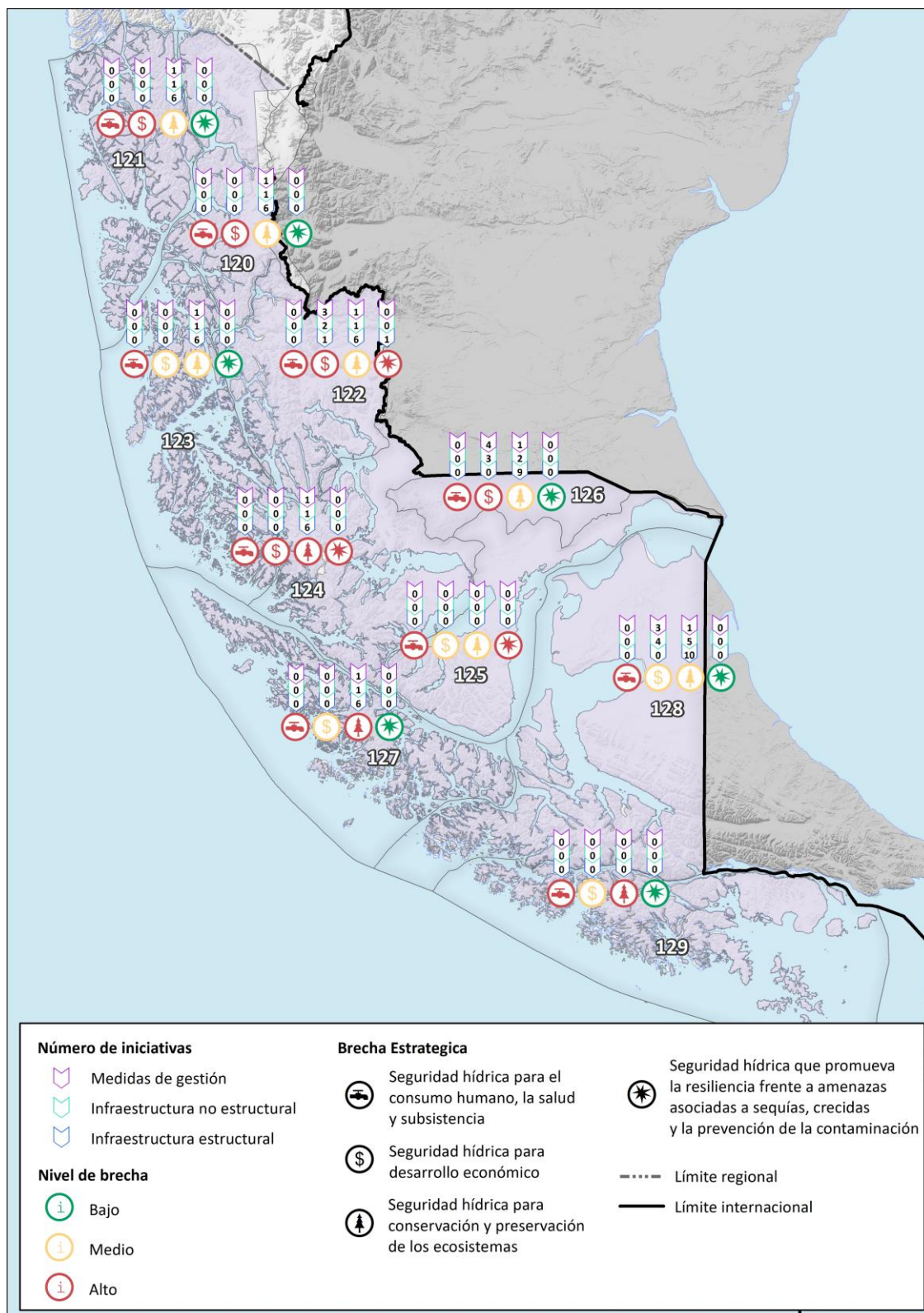
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3-2 Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Magallanes (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	Desarrollar un plan de utilización de recursos compartidos con Argentina para mejorar los procesos administrativos relacionados con su gestión. Identificar los humedales de uso agropecuario para establecer una regularización en su uso y mejorar el estado hídrico y ambiental. Valorar los servicios ecosistémicos que proveen los humedales y evaluar la viabilidad de declarar humedales urbanos a aquellos en la zona de Porvenir. Fomentar el manejo y conservación de los recursos vegetacionales nativos, como bosques y formaciones xerofíticas, y humedales, orientando estas prácticas hacia la producción de bienes y servicios ecosistémicos, la conservación de la naturaleza y las necesidades de las comunidades locales.	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
	Mejorar los registros de controles fluviométricos afectados por el congelamiento de equipos y aumentar los puntos de monitoreo fluviométrico en la subcuenca "Fronterizas entre Río Penitente y Río Gallegos Chico" y el estero Porvenir. Incrementar los puntos de monitoreo de niveles freáticos y calidad de agua subterránea en la cuenca, así como los puntos de monitoreo en cuerpos lacustres relevantes de la misma cuenca.		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	Garantizar que la región cuente con infraestructura adecuada para proteger el territorio y a las personas frente a desastres. Procurar la instalación oportuna de infraestructura de protección en los centros poblados y áreas aisladas de la región, para resguardar el territorio y la vida de las personas ante desastres socio-naturales.	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 4.3-1 se presenta un resumen del número de iniciativas catastradas, que por diferentes razones aún no se han ejecutado (ver acápite 3.1.2 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 Magallanes

4.3.1.3 Incertidumbres

A continuación, se presentan los factores inciertos que pueden afectar la implementación de las iniciativas presentadas en el acápite anterior, o la capacidad de alcanzar los objetivos estratégicos esperados.

i. Sobre factores técnicos y disponibilidad de información

Las incertidumbres que pueden afectar la implementación de las iniciativas estratégicas en la región de Magallanes se obtienen en parte de los comentarios de las fichas BIP y a través del análisis de comentarios de los estudios de prefactibilidad y de factibilidad de las iniciativas.

En este sentido, a modo de identificar incertidumbres por tipo de infraestructura, se presentan en la Tabla 4.3-3, los factores inciertos que pueden afectar la implementación de las iniciativas presentadas, o la capacidad de alcanzar los objetivos esperados en la región de Magallanes.

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 Magallanes

Servicios Sanitarios (APR)	• Viabilidad técnica y legal: Se requiere una justificación técnica clara, puesto que la imprecisión de ésta, junto con la ausencia de información y certificaciones sobre la situación legal de los terrenos y derechos de agua, genera dudas sobre la precisión del diseño, la disponibilidad de recursos y el cumplimiento normativo del proyecto. • Congruencia e imprecisiones en los antecedentes del proyecto: Se requiere claridad en la definición del problema y de los beneficiarios específicos del proyecto para aclarar dudas sobre su necesidad y alcance real. Además, las inconsistencias en los planos y la ausencia de firmas responsables en las especificaciones técnicas plantean interrogantes sobre la validez y viabilidad técnica de la solución propuesta. • Planificación y viabilidad económica: Se requiere de una justificación detallada de los costos y la ausencia de análisis comparativos con proyectos similares, para aclarar dudas sobre la coherencia presupuestaria. Además, la carencia de información sobre la población beneficiaria y la proyección de costos por persona pone en cuestión la eficiencia económica del proyecto. • Discrepancias en la ficha IDI: Se presentan inconsistencias entre la ficha IDI y otros documentos del proyecto en aspectos como el número de beneficiarios, los costos por arranque y las cantidades de obras civiles.
Servicios Sanitarios (Alcantarillado)	• Viabilidad técnica y legal: La falta de proyecciones claras de demanda, certificados de terrenos y derechos de agua, junto con la ausencia de autorizaciones técnicas necesarias, introduce incertidumbre sobre la viabilidad, sostenibilidad y legalidad del proyecto. • Planificación y viabilidad económica: Se requiere planos firmados y especificaciones técnicas completas, junto con un desglose detallado de costos y cálculos de tarifas. • Congruencia e imprecisiones en los antecedentes del proyecto: Falta de Términos de Referencia claros y ajustados a las normativas y metodologías vigentes afecta la planificación del proyecto y su coherencia con los objetivos y requerimientos del programa. • Discrepancias en la ficha IDI: Falta de consistencia entre los presupuestos de la ficha IDI, los documentos de evaluación y los presupuestos oficiales genera dudas sobre la precisión en la asignación de recursos y la viabilidad financiera del proyecto. • Operación y viabilidad del sistema: Se requiere una clara designación de una entidad responsable para la operación y mantenimiento del sistema.

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

ii. Sobre factores socioambientales

En el contexto de la planificación y ejecución de infraestructuras hídricas, los factores socioambientales juegan un papel crucial en la generación de incertidumbres. Los conflictos ambientales, especialmente aquellos con antecedentes históricos, pueden representar serios obstáculos para la implementación de proyectos. La aceptación de la

comunidad y la resolución de conflictos previos son esenciales para la viabilidad de cualquier obra. Los casos emblemáticos de la región de Magallanes son ejemplos de cómo estos conflictos pueden causar incertidumbres significativas.

En relación a recursos hídricos, dentro de la región se presenta un conflicto con estado vigente asociado al proyecto Mina Invierno, ubicado en la Isla Riesco, la cuarta isla más grande a nivel nacional donde se observa una gran diversidad de flora y fauna; y donde se desarrollan actividades productivas como la ganadería ovina y bovina, turismo, pesca y piscicultura (INDH, 2020).

El proyecto Mina Invierno, consta de la extracción y venta de carbón bituminoso para abastecimiento de las centrales hidroeléctricas situadas en las zonas centro y norte del país, también para exportación a mercados internacionales. Sus principales impactos negativos corresponden al corte de 400 hectáreas de bosque nativo, secado de una laguna, eliminación de humedales, afectación de la flora y fauna, alteración de aguas superficiales, contaminación del mar al interior del Seno Otway, generación de aguas ácidas, entre otros (INDH, 2020).

Desde el 2010 las organizaciones medioambientales de la región trabajan por la defensa de la población y el patrimonio natural de la isla. La SMA ha sancionado en ocho (8) ocasiones al proyecto por incumplimiento de las condiciones, normas y medidas establecidas en las resoluciones de calificación ambiental (SMA, 2014).

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 guio 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 16.05.

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 16.07, se presenta el detalle por tipo de inversión.

Tabla 4.3-4 Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Arica y Parinacota

Código TP	Tipología de Proyecto (TdP)	N° inversiones	Universo	Metas
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	21	Población sin Abastecer 2055	-
1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	8	Población sin Abastecer 2055	-
1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	10	Total de APR existentes y Proyectados 2055	-
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	21	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	7	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	4	Normalización de elementos eficientes para APR según N° de arranques existentes y proyectados	-
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	4	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	13	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	9	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	5	Cuantificado según número de inversiones	-
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	7	Cuantificado según número de inversiones	-
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	0	Cuantificado según número de inversiones	-
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	0	Cuantificado según número de inversiones	-
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	1	Cuantificado según número de inversiones	-
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	5	Cuantificado según número de inversiones	-
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces	12	-	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	1	Priorizar ejecución de estudios	-
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	0	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	11	Planes de Aguas Lluvia según Vigencia y N° de habitantes sector Urbano	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año)
6-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales, cuencas transnacionales	12	Cuantificado según número de inversiones	-
6-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en cuencas transnacionales	1	Cuantificado según número de inversiones	-
6-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas, cuencas transnacionales	3	Cuantificado según número de inversiones	-
6-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves, cuencas transnacionales	1	Cuantificado según número de inversiones	-
6-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación, cuencas transnacionales	4	Cuantificado según número de inversiones	-
6-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas, cuencas transnacionales	3	Cuantificado según número de inversiones	-

Fuente: Elaboración propia

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

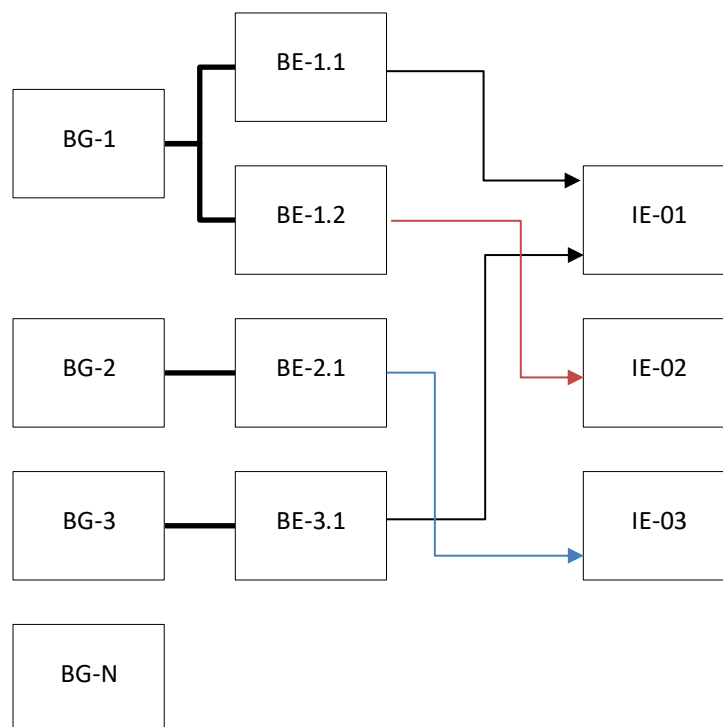
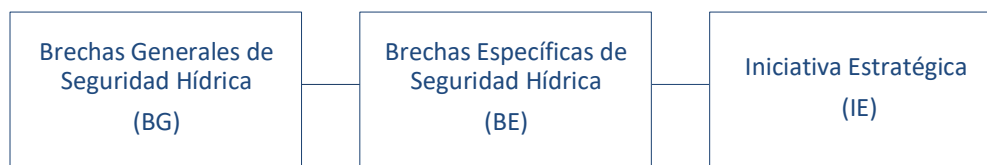
En el presente acápite se identifican las iniciativas estratégicas y sus carpetas de pre/inversión hídrica a considerar en una planificación prospectiva a 2055.

En el Anexo 16.07 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 (MAG), *INI – EST* la abreviación de “Iniciativas Estratégica” y *NN* un número correlativo.

Para esta región se han identificado las siguientes iniciativas estratégicas:

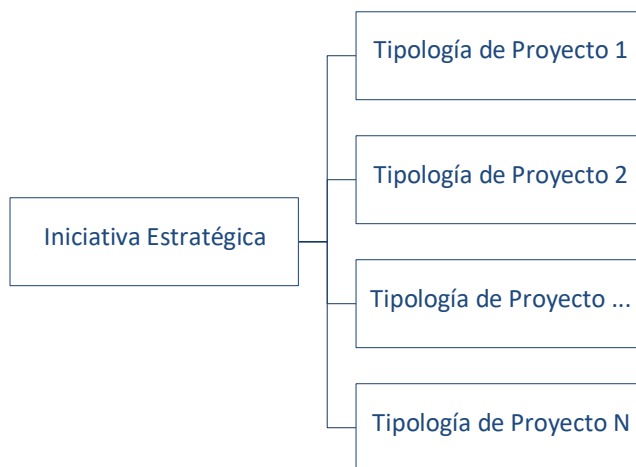
Tabla 5.1-1 : Iniciativas Estratégicas

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 asentamientos aislados	MAG-INI-EST-01
Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en fortalecimiento productivo y desarrollo sostenible	MAG-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	MAG-INI-EST-03
Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza	MAG-INI-EST-04
Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en cambios del patrón hidrológico	MAG-INI-EST-05
Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral de cuencas transnacionales	MAG-INI-EST-06

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 Magallanes las Tipologías de proyectos son los presentados en la Tabla 5.2-1.

Tabla 5.2-1 : Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas

MAG-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
MAG-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
MAG-INI-EST-03 y/o MAG-INI-EST-06	3-1 3-6	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales
	3-2 6-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
	3-3 6-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
	3-4 6-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
	3-5 6-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
	3-6 6-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas
MAG-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
MAG-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.

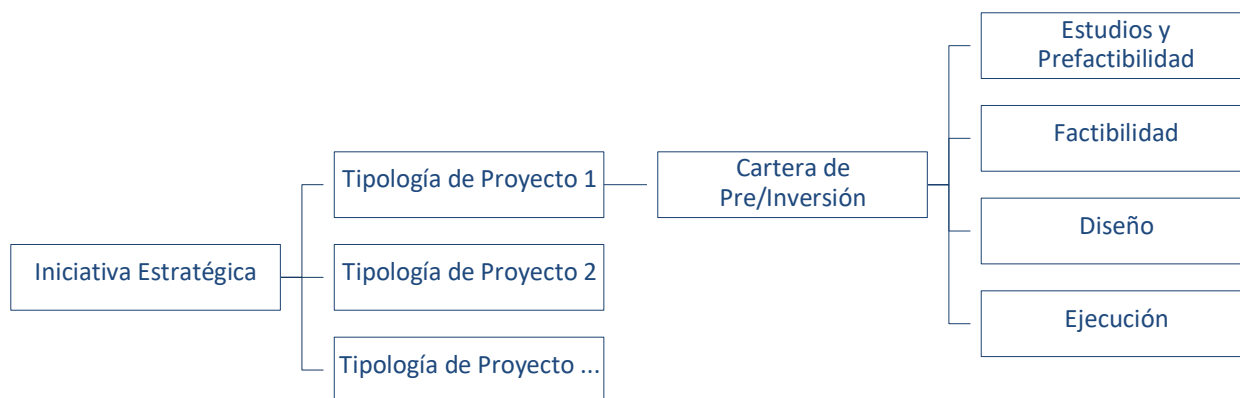


Figura 5.3-1 Diagrama Estructura Iniciativas Estratégicas, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones

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 (MAG), “IE” el numero correlativo de la Iniciativa estratégica, “TP” la tipología de proyecto a la que pertenece y NN un número de correlativo.

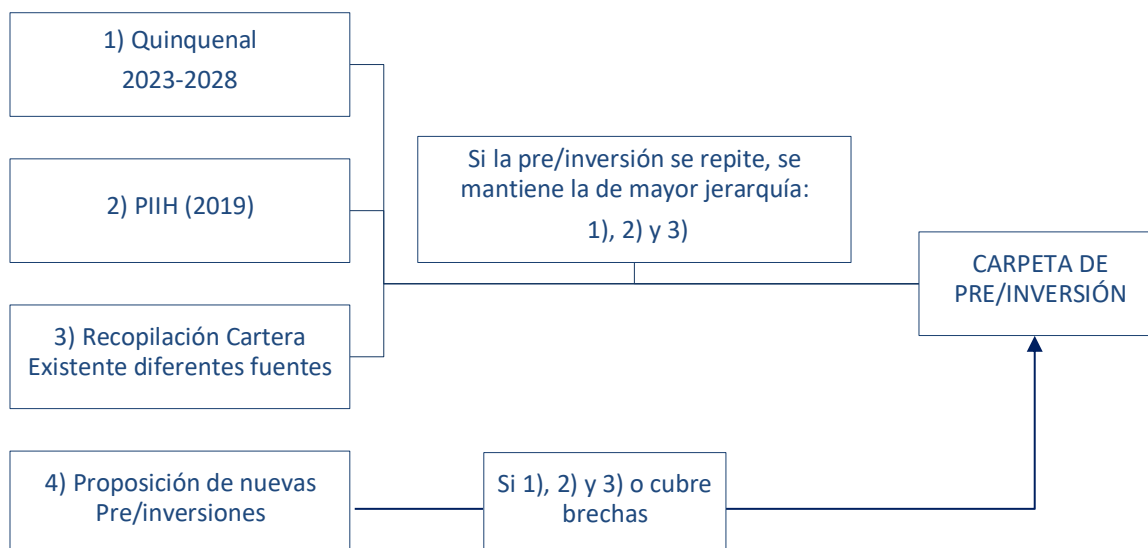


Figura 5.3-2 Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión

Se consideraron los siguientes criterios para determinar las brechas en cada una de las tipologías de proyecto. Los documentos utilizados para la identificación de las obras se presenta en el Anexo 16.05.

Tabla 5.3-1 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-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 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 16.07.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-2 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar MAG-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 MAG-INI-EST-03 y MAG-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 16.07). 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 16.07.
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

		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 16.07.
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 MAG-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 MAG-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 y 6	3-1 Y 6-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluvimétricas en Cauces y/o Canales	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Ejecución	100.000	no
47	ES-1-01.1				Construcción Estación Fluvimétrica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
48	ES-1-01.2				Construcción Estación Fluvimétrica, Cuenca	Diseño	40.000	no
49	ES-1-01				Construcción Estación Fluvimétrica, Cuenca	Ejecución	198.000	no
50	ES-1-01.1	3 y 6	3-2 Y 6-2	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 y 6	3-3 Y 6-3	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 y 6	3-4 Y 6-4	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 y 6	3-5 Y 6-5	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 y 6	3-6 Y 6-6	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 01.07.

IE	N° de Inversiones	Costo de Inversiones no Priorizada (M\$)
MAG-INI-EST-01	60	86.331.882
MAG-INI-EST-02	40	28.568.372
MAG-INI-EST-03	18	28.591.465
MAG-INI-EST-04	13	51.371.400
MAG-INI-EST-05	19	18.956.969
MAG-INI-EST-06	24	20.483.667
TOTAL	174	234.303.755

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 16.07.

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	Mas Personas Abastecidas
ES-2-01A	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural	Nº Arranques	Personas	Mas Personas Abastecidas
ES-2-02	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas	Nº Arranques	Personas	Mas 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	Mas Personas Abastecidas
ES-2-05A	Diseño	Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Mas Personas Abastecidas
ES-2-06	Diseño	Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Mas personas con Saneamiento
ES-2-07	Diseño	Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Mas personas con Saneamiento
ES-2-08	Ejecución	Construcción Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Mas Personas Abastecidas
ES-2-08A	Ejecución	Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Mas Personas Abastecidas
ES-2-09	Ejecución	Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Mas personas con Saneamiento
ES-2-10	Ejecución	Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Mas 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	Mas Personas Abastecidas
ES-2-14.2	Diseño	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Mas Personas Abastecidas
ES-2-14	Ejecución	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Mas 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	Mas 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	Incidencia
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 16.07.

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 SOCIOECONÓMICA Y PRIORIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS

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 [12]: Iniciativas vinculadas a Consumo Humano [D1 -AP] Media Alta [9]: Iniciativas vinculadas a Desarrollo Económico [D2] Media Baja [6]: Iniciativas vinculadas a Conservación [D3] Media Baja [5]: Iniciativas vinculadas a Resiliencia [D4] 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 [12]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Consumo Humano [D1-AP] Media Alta [9]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Producción sostenible y eficiencia hídrica [D2] Media Baja [6]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Conservación y preservación de los ecosistemas [D3] 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] 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 (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.

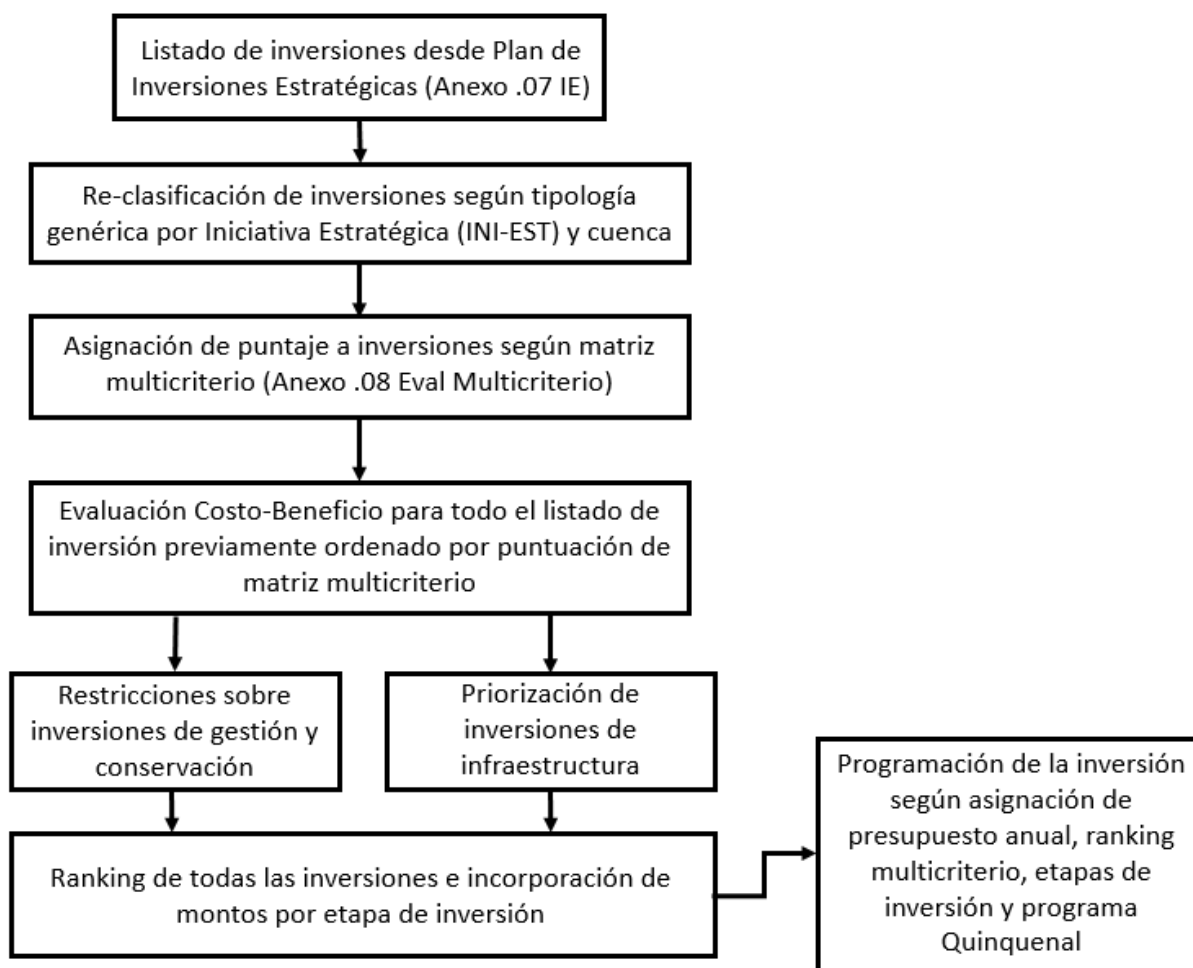
6.3 PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES

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 Magallanes, este equivale a \$7.000.000 (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 \$22.000.000 (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.

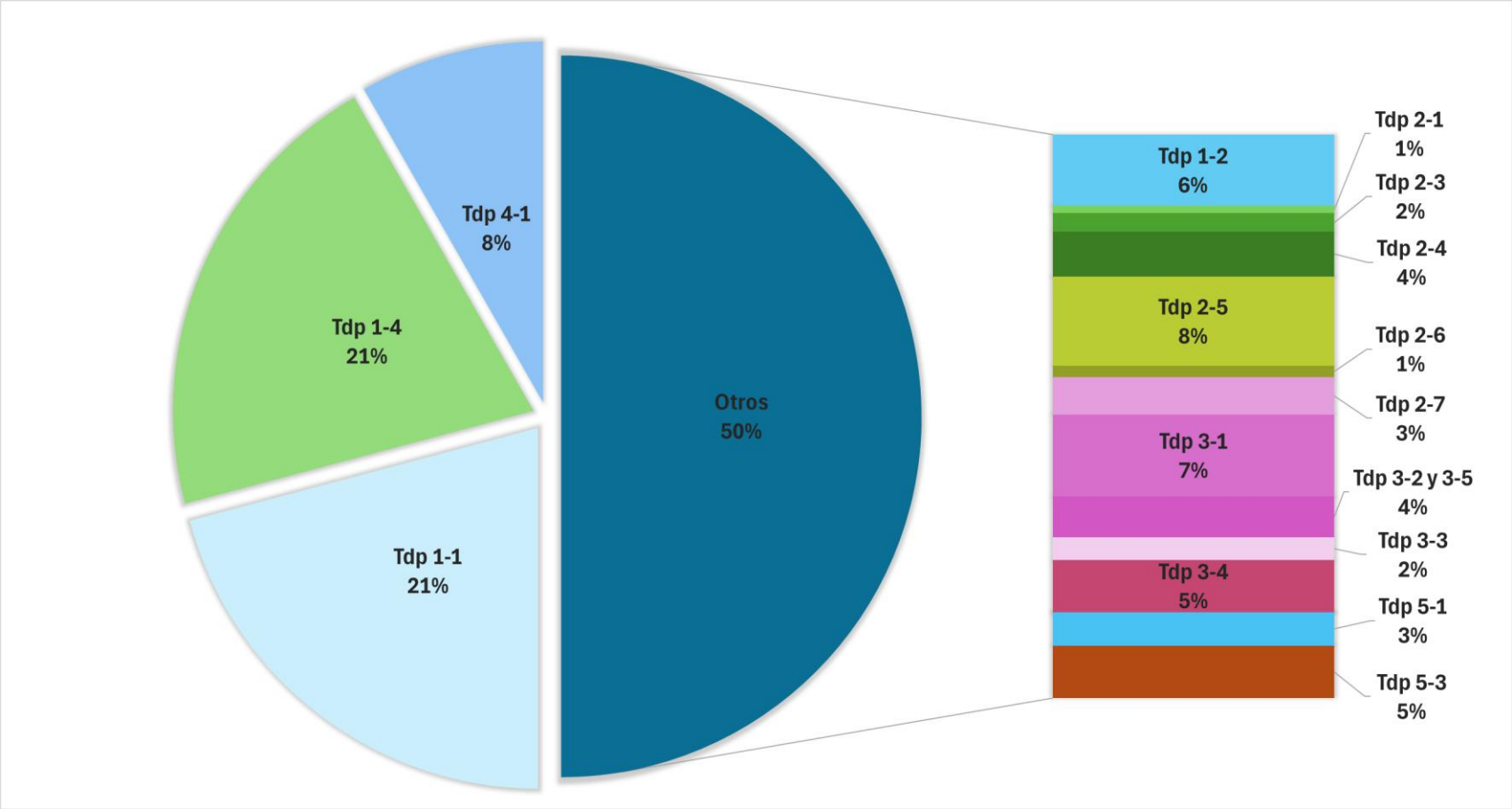
Para una revisión más detallada del procedimiento utilizado, en la Figura 6.3-1 se presenta un diagrama del proceso de priorización multicriterio y la generación de la cartera de inversión desarrollada para cada región.



Fuente: Elaboración propia

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

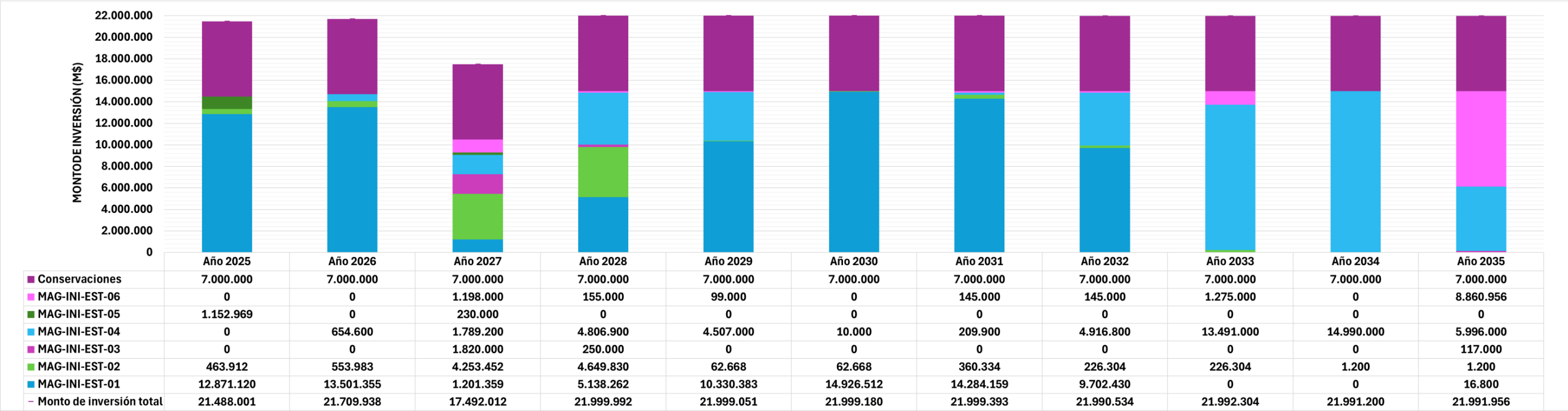
Finalmente, en la Figura 6.3-2 se presenta la cartera de inversión por tipología de proyecto, con su respectiva cantidad y porcentaje. En la Figura 6.3-3 se presenta la cartera de inversiones por cada iniciativa estratégica en la que se desarrollan. En la Figura 6.3-4 se presenta la cartera de inversiones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



Tipología de proyecto [Tdp]	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 (Estudios Básicos y Prefactibilidad en Iniciativa en tipología de Proyecto 2-1)
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas Urbanas 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	Estudios, Diseño y Construcción de Obras para Protección
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 (Estudios Básicos y Prefactibilidad en Iniciativa en tipología de Proyecto 5-1)
6-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales
6-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
6-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
6-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
6-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
6-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas

Fuente: Elaboración propia

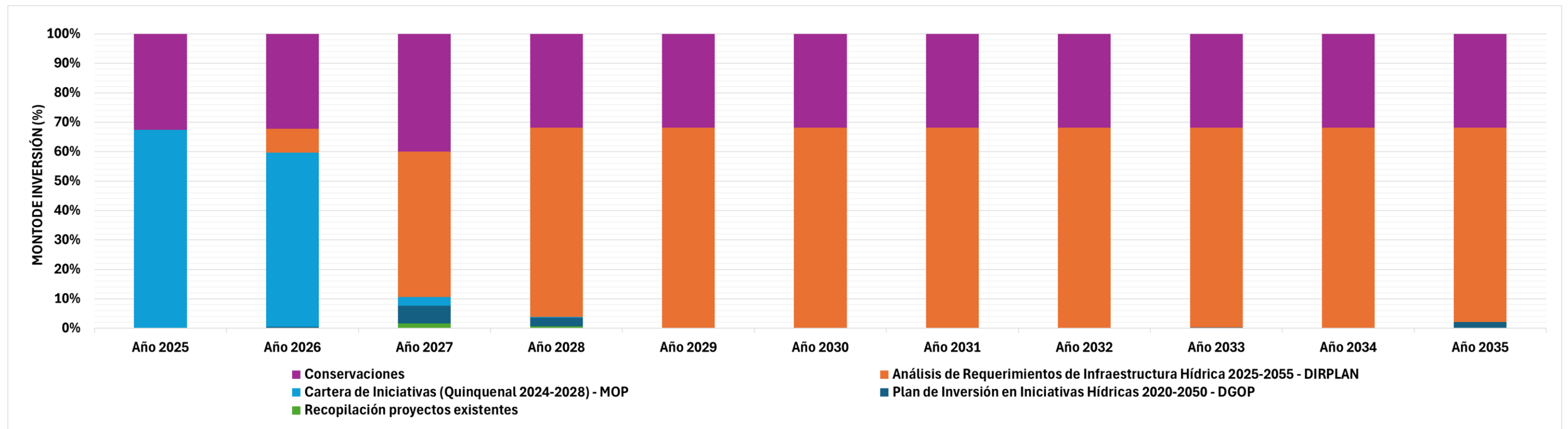
Figura 6.3-2 Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Magallanes y la Antártica Chilena



Fuente: Elaboración propia

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 asentamientos aislados
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en fortalecimiento productivo y desarrollo sostenible
INI-EST-03	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 cambios del patrón hidrológico
INI-EST-06	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral de cuencas transnacionales

Figura 6.3-3 Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Magallanes y la Antártica Chilena



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3-4 Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Magallanes y la Antártica Chilena

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 Magallanes y de la Antártica Chilena, con una superficie de 130.642,6 km², es la más austral de Chile y presenta una baja densidad poblacional. Según el Censo 2017, su población era de 166.533 habitantes, con un crecimiento proyectado del 15,12% para 2035, alcanzando los 191.705 habitantes. Punta Arenas, la capital regional, concentra el 82,11% de la población urbana, mientras que Puerto Natales y Porvenir representan el 12,66% y 3,99%, respectivamente. En zonas rurales, que albergan el 8,1% de la población regional, los desafíos en acceso a servicios básicos son significativos.

La cobertura de agua potable en la región es del 95,49%, superando el promedio nacional del 92,99%. No obstante, existen diferencias entre provincias y localidades. La Provincia de Magallanes presenta la mayor cobertura (97,24%), mientras que Tierra del Fuego tiene la menor (86,95%). En áreas rurales, un 28,6% de las viviendas tienen acceso a la red pública de agua potable, mientras que el 21,1% carece de este servicio. El resto de la población rural no cuenta con información clara sobre su acceso al agua. En saneamiento, la cobertura de alcantarillado en zonas rurales es del 17,5%, dejando una brecha del 82,5% que depende de soluciones individuales o carece de acceso adecuado a sistemas de saneamiento.

El aumento de la demanda hídrica proyectada para 2055 afecta tanto a zonas urbanas como rurales. En Punta Arenas, ubicada en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125), la producción de agua potable crecerá un 15%. En la cuenca de Tierra del Fuego (BNA 128), el aumento será del 29%, reflejando la expansión de la población y la actividad económica en la zona. En Puerto Natales, ubicada en la cuenca Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), la producción se incrementará en un 17%. Estas tendencias hacen necesario fortalecer la infraestructura de abastecimiento, mejorar la eficiencia del uso del agua y desarrollar tecnologías para la reutilización y conservación del recurso.

La eficiencia del uso del agua es un desafío en sectores productivos como la agricultura, la pesca y la industria manufacturera. La actividad agrícola, concentrada en las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125) y la Vertiente del Atlántico (BNA 126), representa el mayor consumo de agua en la región. Entre 2023 y 2055, la demanda agrícola crecerá un 127%, debido a la expansión de praderas mejoradas y forrajes permanentes. La eficiencia del riego es baja, con métodos tradicionales predominantes, lo que requiere la adopción de sistemas de riego tecnificado, como goteo y aspersión, para reducir pérdidas y optimizar el uso del recurso.

La industria manufacturera, ubicada principalmente en Punta Arenas y en la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125), también muestra una creciente demanda hídrica. Entre 2023 y 2055, el consumo de agua del sector aumentará un 258%, lo que subraya la necesidad de implementar tecnologías de recirculación y tratamiento de aguas residuales para reducir el consumo y mejorar la eficiencia del uso del agua.

El saneamiento es otro aspecto crítico. En zonas urbanas, la empresa Aguas Magallanes opera tres plantas de tratamiento de aguas servidas en Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir. Sin embargo, en áreas rurales, la falta de cobertura de alcantarillado implica riesgos para la salud y el medioambiente. En la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125), donde se ubica la mayor población, la expansión de la red de saneamiento es prioritaria para garantizar la calidad del agua y prevenir la contaminación.

El cambio climático representa una amenaza para la disponibilidad hídrica en la región. Se proyecta una disminución en la oferta de agua en todas las cuencas, con excepción de la Vertiente del Atlántico (BNA 126), que experimentará un aumento del 15,6%. En la cuenca de Tierra del Fuego (BNA 128), la reducción del caudal será del 4%, mientras que en la cuenca Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), la disminución alcanzará el 30,6%. Además, eventos extremos como inundaciones y sequías han sido recurrentes, con seis inundaciones registradas entre 2017 y 2023 en las cuencas Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (BNA 122) y Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125).

La planificación territorial y la infraestructura deben adaptarse a estos desafíos. Punta Arenas cuenta con un Plan Regulador Comunal actualizado, pero localidades como Puerto Natales y Porvenir operan con planes obsoletos. La expansión urbana debe considerar la conservación de humedales y ecosistemas clave, especialmente en áreas de alta criticidad ambiental, como las cuencas Costeras e islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (BNA 124) y Tierra del Fuego (BNA 128), donde la protección de los recursos hídricos es fundamental.

El desarrollo de la gobernanza del agua es clave para mejorar la gestión del recurso. Es necesario fortalecer la coordinación entre el sector público y privado, promover el uso eficiente del agua en todos los sectores y garantizar el acceso equitativo en comunidades urbanas y rurales. La inversión en infraestructura resiliente y el monitoreo continuo del recurso hídrico serán esenciales para enfrentar los desafíos futuros y asegurar la sostenibilidad de la Región de Magallanes.

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 y el crecimiento de la demanda hídrica son factores críticos en la gestión del agua en la Región de Magallanes. Se proyecta una reducción del caudal en la mayoría de las cuencas, como en la Costeras entre Seno Andrew y Río Hollemberg (BNA 122) con una caída del 30,6%, mientras que eventos extremos, como inundaciones y sequías, aumentarán su frecuencia. A su vez, la demanda hídrica crecerá en un 127% en la agricultura, concentrada en las cuencas Costeras entre Laguna Blanca y Estrecho de Magallanes (BNA 125) y en un 258% en la industria, especialmente en Punta Arenas. Esto requiere optimizar el uso del recurso mediante tecnologías de riego eficiente y tratamiento de aguas residuales.
- **Sustentabilidad de los Servicios Ecosistémicos:** La falta de monitoreo y planificación hídrica en la Región de Magallanes es una limitante para la gestión eficiente del recurso, afectando tanto la seguridad hídrica como la sostenibilidad ambiental. Actualmente, existen brechas significativas en la medición de caudales, calidad del agua y comportamiento de los acuíferos, especialmente en cuencas críticas como la Costeras entre Laguna Blanca y Estrecho de Magallanes (BNA 125) y Tierra del Fuego (BNA 128). La carencia de estaciones de monitoreo en varias subcuencas impide evaluar con precisión la disponibilidad de agua y su evolución frente al cambio climático. Además, la falta de información sobre los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) y su uso real dificulta una gestión equitativa y eficiente. Es fundamental fortalecer la red de monitoreo hidrométrico, mejorar la fiscalización y desarrollar modelos de planificación hídrica que permitan anticipar crisis, optimizar el uso del agua y orientar inversiones estratégicas en infraestructura.

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, con énfasis en asentamientos aislados” [MAG-INI-EST-01].

- “Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en fortalecimiento productivo y desarrollo sostenible” [MAG-INI-EST-02].
- “Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en cambio de patrón hidrológico” [MAG-INI-EST-05].

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

La región de Magallanes se encuentra en un proceso de deterioro progresivo en su seguridad hídrica, caracterizado por una creciente discrepancia entre la demanda de agua y la capacidad del sistema para abastecerla de manera sostenible. Factores como el cambio

climático, el crecimiento poblacional y las limitaciones estructurales en la infraestructura hídrica han generado un panorama desafiante, particularmente en aquellas zonas donde el acceso al recurso es crítico. La situación se ve agravada por eventos meteorológicos extremos, como sequías prolongadas y episodios de precipitaciones intensas, que alteran la disponibilidad del agua tanto en cuerpos superficiales como en reservas subterráneas.

En el ámbito del abastecimiento de agua potable, se han identificado deficiencias sustanciales en las comunidades rurales, donde la falta de conexión a la red de agua potable es evidente. Localidades como Puerto Natales, Porvenir y San Gregorio presentan indicadores preocupantes, con entre un 21% y un 25% de las viviendas rurales sin acceso directo a la red. En cuencas como Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125), Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción (BNA 121) y Tierra del Fuego (BNA 128), la falta de información sobre el suministro de agua en un rango de entre 50% y 57% de las viviendas rurales impide una gestión eficiente y una correcta planificación de la infraestructura.

En contraste, las zonas urbanas, como Punta Arenas y Puerto Natales, presentan una situación relativamente más favorable en términos de cobertura, pero con un aumento sostenido en la demanda de agua potable. Se estima que el número de usuarios del servicio de Agua Potable Urbana (APU) continúa creciendo, lo que genera una presión adicional sobre las fuentes de captación, como el río Las Minas y el Lago Fagnano. Además, persisten problemas estructurales en la distribución, con pérdidas estimadas en un 13,3% para 2022, lo que indica un margen significativo de mejora en la eficiencia del sistema de conducción y abastecimiento.

El saneamiento es otro de los factores determinantes en la crisis hídrica de la región. En áreas rurales, aproximadamente un 5% de la población no tiene acceso a redes de alcantarillado, con situaciones especialmente críticas en comunas como Primavera y Timaukel. Estas localidades dependen en gran medida de sistemas de tratamiento descentralizados, como fosas sépticas, que a menudo resultan insuficientes para evitar la contaminación de fuentes de agua. Adicionalmente, un 77% de la población rural no cuenta con información clara sobre su acceso a saneamiento, lo que obstaculiza la formulación de estrategias de mitigación y la asignación eficiente de recursos.

El crecimiento poblacional en la región exacerba las presiones sobre el recurso hídrico. Se proyecta que la población rural en cuencas como BNA 125 experimentará un aumento del 58% para 2055, mientras que otras cuencas como BNA 121, BNA 122 y BNA 128 verán incrementos del 9%. Estos aumentos demográficos generarán un alza en la demanda de agua potable y requerirán inversiones significativas en infraestructura para evitar situaciones de desabastecimiento.

Desde el punto de vista del uso del agua en actividades económicas, el sector agropecuario presenta niveles de eficiencia limitados. La eficiencia promedio de aplicación de riego es del 45%, con variaciones que oscilan entre un 35% y un 72%. En zonas como Porvenir y Laguna Blanca, la incorporación de tecnologías avanzadas de riego podría representar una mejora sustancial en la productividad sin incrementar el consumo de agua. En la industria manufacturera, se estima que la demanda hídrica aumentará un 257% entre 2023 y 2055, lo que obliga a adoptar tecnologías de reutilización de agua y estrategias de optimización de procesos para reducir el consumo.

Ante este panorama, la región de Magallanes requiere una serie de estrategias para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico. Una de las alternativas más viables es la expansión de plantas desalinizadoras, aprovechando el potencial de energías renovables para mitigar el costo ambiental y económico del proceso. La planta de Methanex en Cabo Negro, con una capacidad de 63 l/s, constituye un referente para futuras iniciativas.

Otro componente esencial en la estrategia de mitigación es la captación y almacenamiento de aguas lluvias. Proyectos implementados en Punta Arenas y Tierra del Fuego han demostrado su efectividad y podrían replicarse en otras localidades con escasez hídrica. A nivel de gobernanza, se hace imprescindible la creación de un Plan Regional de Gestión Hídrica, que contemple objetivos de eficiencia y sostenibilidad, la modernización de la infraestructura de distribución y la aplicación de regulaciones más estrictas en cuanto a la calidad del agua.

Asimismo, la protección de humedales y ríos debe ser prioritaria para preservar los ecosistemas que actúan como reguladores naturales del ciclo hídrico. La implementación de tecnologías de tratamiento de aguas residuales permitiría disminuir la contaminación generada por actividades urbanas e industriales, asegurando que el recurso permanezca disponible para las futuras generaciones.

El reto hídrico en Magallanes no solo demanda soluciones estructurales, sino también un enfoque sistémico que integre tecnología, gestión eficiente y políticas públicas de largo plazo. Con una correcta implementación de medidas de mitigación y adaptación, es posible avanzar hacia un modelo de gestión resiliente y sostenible, que garantice el acceso equitativo al agua y el desarrollo armónico de la región.

7.2.2 Análisis de desafío gestionable

El desafío de la seguridad hídrica en la región de Magallanes ha experimentado un aumento sostenido debido al incremento en la demanda de agua potable en centros urbanos como Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir, así como en áreas rurales dispersas en la provincia de Última Esperanza y la isla Grande de Tierra del Fuego. Este fenómeno responde a

múltiples factores interrelacionados, tales como el crecimiento demográfico, la expansión de actividades productivas y los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad del recurso hídrico. En particular, cuencas clave como la Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125) y la Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (BNA 122) han sido especialmente afectadas por la alteración de los balances hídricos.

A pesar de estas presiones, la región ha sostenido una capacidad de respuesta relativamente robusta, fundamentada en la implementación de reformas en la gestión del agua, la modernización de infraestructuras y la adopción de tecnologías más eficientes. En los entornos urbanos, los esfuerzos se han enfocado en la optimización de los sistemas de distribución de agua potable, con un énfasis en la reducción de pérdidas en la red y la mejora en la eficiencia de los procesos de saneamiento. En contraste, en las zonas rurales, la estrategia ha girado en torno a la implementación de proyectos de captación, almacenamiento y tratamiento de aguas, con el fin de garantizar el acceso al recurso en comunidades dispersas, como aquellas situadas en el sector austral de Tierra del Fuego y en áreas de la provincia de Última Esperanza.

El sector agropecuario ha sido un actor relevante en la configuración del balance hídrico regional. En cuencas como la Vertiente del Atlántico (BNA 126) y Tierra del Fuego (BNA 128), la eficiencia en la aplicación del riego ha oscilado entre un 35% y un 72%, con un promedio regional de 45%, evidenciando oportunidades de mejora sustanciales. En la industria manufacturera, especialmente en la planta de procesamiento de metanol en Cabo Negro, se han implementado soluciones de desalación con una capacidad de 63 l/s, lo que ha permitido reducir la dependencia de fuentes convencionales de agua dulce y mitigar impactos sobre la disponibilidad del recurso.

La infraestructura hídrica ha sido objeto de un proceso de fortalecimiento progresivo. En sectores rurales como Porvenir y Laguna Blanca, se han desarrollado embalses y microtranchos que facilitan la regulación del suministro de agua, promoviendo una gestión más eficiente del recurso. En el ámbito urbano, la expansión de la red de distribución en ciudades como Punta Arenas y Puerto Natales ha contribuido a mejorar la cobertura del servicio de agua potable; sin embargo, persisten desafíos significativos en materia de saneamiento. Se estima que un 5% de la población rural carece de acceso a la red de alcantarillado y existe un déficit de información sobre el estado de saneamiento en aproximadamente el 77% de la población rural. En respuesta a esta problemática, se han promovido iniciativas de tratamiento de aguas residuales en Punta Arenas y proyectos de refuerzo del alcantarillado en Puerto Natales, con el objetivo de minimizar la contaminación de cuerpos de agua y ecosistemas circundantes.

El cambio climático ha emergido como un factor crítico en la evolución del sistema hídrico regional. La intensificación de eventos climáticos extremos ha generado fluctuaciones en la disponibilidad del recurso en cuencas como la Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (BNA 129), lo que ha requerido la formulación de estrategias de adaptación integrales. Entre las medidas implementadas destaca el desarrollo de tecnologías de monitoreo en tiempo real y la creación de sistemas de alerta temprana que permiten anticipar déficits hídricos y optimizar la gestión del recurso en escenarios de variabilidad climática.

En términos de gobernanza, la consolidación de un modelo de gestión eficiente y sostenible del agua ha implicado el fortalecimiento de organizaciones comunitarias y la promoción de alianzas público-privadas orientadas a la inversión en infraestructura hídrica. Adicionalmente, la cooperación internacional ha jugado un rol relevante en la gestión de cuencas compartidas con Argentina, como la Vertiente del Atlántico y Tierra del Fuego, estableciendo mecanismos de gobernanza transfronteriza que favorecen un uso equitativo y sostenible del recurso hídrico.

A corto plazo, la región ha experimentado avances significativos en términos de infraestructura y eficiencia operativa. La digitalización y automatización de los sistemas de distribución han optimizado la gestión del recurso, reduciendo en un 13,3% las pérdidas de agua en la red. Asimismo, la adaptación de los sectores productivos a modelos de gestión hídrica más sostenibles ha contribuido a mitigar la presión sobre los ecosistemas acuáticos y asegurar la disponibilidad del recurso.

En un horizonte de mediano plazo, se proyecta una reducción progresiva de la brecha hídrica, fundamentada en estrategias de conservación, modernización de la infraestructura y mejoras en la eficiencia del uso del agua. En particular, se espera que la resiliencia ante eventos climáticos extremos se vea reforzada por la implementación de nuevas tecnologías y la optimización de los sistemas de riego en sectores agropecuarios como Tierra del Fuego y la cuenca de Laguna Blanca. La actualización de los sistemas de distribución de agua permitirá maximizar el rendimiento de la infraestructura existente y reducir las pérdidas operacionales.

En el largo plazo, Magallanes aspira a consolidarse como un referente en la gestión sostenible del agua en zonas extremas. La incorporación de innovaciones en reutilización y reciclaje del agua permitirá avanzar hacia un modelo de economía circular en el uso del recurso, optimizando su aplicación en procesos industriales y agrícolas. Sin embargo, se prevé que el crecimiento de la demanda hídrica en la industria manufacturera, estimada en un 257% para el año 2055, representará un desafío considerable. Para abordar esta

problemática, será imprescindible el desarrollo de tecnologías avanzadas de eficiencia hídrica y la implementación de normativas que regulen el uso racional del recurso.

Asimismo, la conservación de humedales en la cuenca de Punta Arenas y la protección de la calidad del agua en ríos como el Hollemberg serán factores determinantes en la sostenibilidad ambiental de la región. La implementación de regulaciones específicas para la protección de ecosistemas acuáticos, en conjunto con programas de monitoreo continuo, contribuirá a garantizar la viabilidad de los servicios ecosistémicos y el bienestar de las comunidades locales. La gestión integrada de los recursos hídricos en Magallanes requerirá una articulación efectiva entre políticas públicas, innovación tecnológica y participación comunitaria, asegurando un equilibrio entre desarrollo económico y preservación del capital natural de la región.

7.2.3 Análisis de capacidad limitada

La región de Magallanes, situada en el extremo austral de Chile, presenta una estabilidad relativa en términos de disponibilidad hídrica. No obstante, su capacidad de adaptación y resiliencia ante desafíos emergentes es deficitaria, lo que compromete la sostenibilidad del recurso a mediano y largo plazo. La convergencia de factores climáticos, demográficos y productivos incide negativamente en la eficiencia del sistema hídrico, particularmente en zonas rurales y sectores estratégicos de uso del agua.

El acceso al agua potable en centros urbanos como Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir alcanza el 95,49%, lo que garantiza un suministro estable para la mayoría de la población urbana. Sin embargo, en zonas rurales se observan importantes carencias, con entre un 21% y un 25% de las viviendas sin conexión a la red de agua potable. En términos de saneamiento, las diferencias entre las áreas urbanas y rurales son aún más significativas. Mientras que las ciudades cuentan con redes de alcantarillado relativamente eficientes, aproximadamente un 5% de la población rural carece de acceso a estos servicios, lo que incrementa los riesgos sanitarios y ambientales.

Las vulnerabilidades en infraestructura se manifiestan de manera crítica en cuencas como Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (BNA 125), donde se proyecta un aumento del 58% en la población rural para 2055, lo que intensificará la presión sobre los recursos hídricos. Otras cuencas en situación de riesgo incluyen Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción (BNA 121), Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e Islas al Oriente (BNA 122), Costeras e Islas entre Río Hollemberg y Laguna Blanca (BNA 124), Vertiente del Atlántico (BNA 126) y Tierra del Fuego (BNA 128), todas con un crecimiento poblacional proyectado del 9% al 2055. Estas tendencias demográficas incrementan la demanda hídrica tanto para consumo humano

como para actividades productivas, lo que exige inversiones sustantivas en infraestructura y estrategias de gestión hídrica de largo plazo.

El cambio climático es un factor estructural que compromete la estabilidad del sistema hídrico en la región. La variabilidad en los patrones de precipitación y la reducción de la escorrentía en diversas cuencas son tendencias preocupantes que podrían comprometer la oferta hídrica superficial hasta 2055. La insuficiencia de sistemas de almacenamiento estratégico y la limitada capacidad de regulación de caudales agravan esta situación, particularmente en zonas rurales con escasas alternativas de abastecimiento.

En términos sectoriales, la actividad agrícola se erige como uno de los principales consumidores de agua en la región. Se estima que la demanda hídrica agrícola crecerá en un 127% hacia 2055, impulsada por la expansión de praderas mejoradas y forrajes en localidades como Porvenir y Laguna Blanca. Sin embargo, la eficiencia en la aplicación del riego es deficiente, con índices que fluctúan entre un 35% y un 72%, y un promedio regional del 45%. Esta ineficiencia subraya la necesidad imperiosa de modernización tecnológica en los sistemas de riego para optimizar el uso del recurso hídrico y garantizar la sostenibilidad de la producción agropecuaria.

El sector industrial, particularmente el manufacturero en Punta Arenas y Puerto Natales, experimenta un crecimiento acelerado en su demanda hídrica, con un incremento estimado del 257% en el período 2023-2055. La falta de normativas estrictas para la reutilización de aguas servidas y la ineficiencia en el uso del agua en procesos industriales podrían generar un impacto negativo en la disponibilidad del recurso. La implementación de estrategias de recirculación y la adopción de tecnologías de reducción de consumo son medidas esenciales para mitigar estos efectos adversos.

La contaminación de los cuerpos de agua representa otra amenaza significativa. La cuenca de Punta Arenas y las zonas costeras próximas al Estrecho de Magallanes han registrado preocupantes niveles de descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado, lo que supone riesgos tanto para la salud pública como para los ecosistemas locales. Además, la aplicación indiscriminada de agroquímicos en la actividad agropecuaria exacerba la degradación de la calidad del agua, afectando tanto a la biodiversidad como a las fuentes de abastecimiento humano.

Para enfrentar estas problemáticas, se requiere una transformación estructural en la infraestructura hídrica de la región. La construcción de reservorios y microtrancos acumuladores en las cuencas con mayor presión agrícola, junto con el fortalecimiento de la infraestructura de distribución en zonas rurales, deben considerarse como prioridades estratégicas. En paralelo, la modernización del riego en Porvenir y Laguna Blanca mediante

la incorporación de tecnologías avanzadas permitiría mejorar la eficiencia en el consumo de agua y reducir las pérdidas actuales.

Asimismo, la conservación y protección de los ecosistemas hídricos debe integrarse en la estrategia regional de gestión del recurso. La implementación de regulaciones específicas para la protección de humedales y cuerpos de agua estratégicos resulta fundamental para garantizar la estabilidad ecológica. En este contexto, la promoción de proyectos de cosecha de aguas lluvias y la implementación de tecnologías de desalinización constituyen alternativas viables para diversificar la oferta hídrica y reducir la dependencia de fuentes convencionales.

El fortalecimiento de la gobernanza del agua es otro pilar esencial en la gestión hídrica de Magallanes. La creación de una entidad regional especializada en la administración del recurso permitiría una mejor coordinación entre los distintos actores públicos y privados, garantizando la aplicación efectiva de políticas hídricas basadas en evidencia científica. La promoción de Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUAs) en las principales cuencas contribuiría a la generación de instancias de gestión participativa, favoreciendo la toma de decisiones con un enfoque de cuenca.

Finalmente, el monitoreo sistemático de la calidad del agua y la regulación del uso de los recursos hídricos son acciones imprescindibles para consolidar la seguridad hídrica en la región. La instalación de estaciones de monitoreo en cuencas vulnerables como el Río de las Minas y la cuenca Costeras entre Laguna Blanca y Seno Otway permitiría detectar y mitigar fuentes de contaminación de manera proactiva. De manera complementaria, la formulación de normativas secundarias para la gestión de aguas superficiales y subterráneas se erige como una tarea pendiente que debe ser abordada con urgencia para consolidar un marco regulador robusto.

En síntesis, la región de Magallanes enfrenta un escenario complejo en términos de gestión hídrica, caracterizado por un incremento sostenido en la demanda, infraestructura insuficiente, contaminación y los efectos del cambio climático. La implementación de estrategias de modernización tecnológica, la protección de los ecosistemas hídricos y el fortalecimiento de la gobernanza constituyen elementos clave para garantizar la seguridad hídrica a largo plazo y promover un desarrollo regional resiliente y sostenible.

7.2.4 Análisis de avance sostenible y resiliente

El futuro de la gestión hídrica en la Región de Magallanes se perfila hacia un modelo sostenible y resiliente que garantice la seguridad del recurso, enfrente los retos del cambio climático y promueva un desarrollo económico y social equilibrado. A través de una

planificación estratégica que incorpore tecnologías avanzadas, innovación en el uso del agua y una gobernanza eficiente, es posible alcanzar un sistema hídrico robusto y preparado para el futuro. Este escenario plantea una serie de estrategias que permitirán la optimización de los recursos hídricos, asegurando su disponibilidad a largo plazo y mitigando los impactos negativos de una gestión deficiente.

Uno de los principales desafíos es la ampliación del acceso al agua potable en las zonas rurales de la región. Entre un 21% y un 25% de las viviendas rurales en la provincia de Magallanes y Tierra del Fuego no cuentan con conexión a la red de agua potable, mientras que aproximadamente un 50% a 57% de la totalidad de viviendas rurales carecen de información documentada sobre su acceso al recurso. En Punta Arenas y Puerto Natales, el acceso urbano es significativamente mayor, con coberturas superiores al 90%, pero existen sectores periurbanos donde la calidad del servicio es deficiente. La expansión de los servicios de abastecimiento es una prioridad para garantizar condiciones de vida adecuadas en las zonas rurales y reducir la brecha entre localidades urbanas y rurales.

El sistema de saneamiento también presenta déficits importantes. En las localidades rurales de la región, alrededor del 5% de la población no tiene acceso a una red de alcantarillado, mientras que un 77% de la población rural regional no dispone de datos confiables sobre su situación sanitaria. Las ciudades de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas, pero existen deficiencias en la cobertura del alcantarillado en sectores periurbanos y algunas comunidades rurales dependen de sistemas individuales de tratamiento, lo que puede generar riesgos ambientales.

Otro aspecto crítico es la expansión de la infraestructura de almacenamiento y conducción de agua. La región no cuenta con grandes obras de acumulación, lo que podría comprometer la seguridad hídrica en el futuro ante eventos climáticos extremos. En la cuenca Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes (código BNA 125), que abastece a Punta Arenas, se han identificado puntos críticos donde podrían implementarse embalses o reservorios. La cuenca de Tierra del Fuego (BNA 128) también presenta una creciente demanda hídrica, principalmente para consumo humano y actividades pecuarias, lo que justifica la implementación de sistemas de acumulación.

El uso de fuentes no convencionales se ha convertido en una alternativa clave para la región. La desalinización y la cosecha de agua lluvia han demostrado ser soluciones efectivas en áreas donde la disponibilidad de agua dulce es limitada. Actualmente, Magallanes cuenta con una planta desaladora en el parque industrial Cabo Negro con una capacidad de 63 l/s, utilizada en el sector industrial. La expansión de esta tecnología y su integración con fuentes de energía renovable permitiría garantizar un suministro continuo y reducir la presión sobre

los recursos hídricos tradicionales. La cosecha de agua lluvia también ha sido promovida mediante diversos programas, especialmente en las comunidades rurales de la provincia de Tierra del Fuego, donde la infraestructura convencional es limitada.

La modernización de los sistemas de riego y la optimización del uso del agua en la agricultura son aspectos fundamentales para mejorar la eficiencia en el sector agropecuario. En Magallanes, la eficiencia de aplicación de riego promedio estimada para el año 2023 es del 45%, con una variabilidad entre el 35% y el 72%. La eficiencia es menor en sectores como Laguna Blanca y Porvenir, donde la infraestructura de riego es más antigua. Esta disparidad sugiere la necesidad de promover tecnologías avanzadas de riego, como sistemas de riego por goteo y aspersión, para maximizar la productividad sin aumentar la demanda hídrica.

El cambio climático ha generado un impacto significativo en la oferta hídrica, proyectándose una disminución en la disponibilidad de agua superficial hasta el año 2055. Esto podría afectar la estabilidad de los ecosistemas y la capacidad de abastecimiento para la población y los sectores productivos. En la cuenca Costeras entre Seno Andrew, Río Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), se han identificado zonas de riesgo donde la disminución del caudal podría afectar la sostenibilidad del suministro. Para mitigar estos efectos, se deben fortalecer las estrategias de resiliencia climática, incluyendo la recarga artificial de acuíferos y la conservación de caudales ecológicos.

En cuanto a la demanda hídrica, se prevé un crecimiento significativo en los próximos años. Se estima que el consumo de agua en la industria manufacturera aumentará un 257% entre 2023 y 2055, lo que podría generar una presión adicional sobre los recursos disponibles. En la provincia de Magallanes, la industria pesquera y la producción de combustibles sintéticos también han incrementado su demanda de agua. Para abordar esta situación, es necesario fomentar el uso de tecnologías de reutilización de aguas industriales y establecer regulaciones estrictas para la gestión responsable del recurso.

Para garantizar una gestión eficiente del agua, es fundamental el fortalecimiento de la gobernanza del recurso. La participación activa de los actores locales, el desarrollo de regulaciones ambientales estrictas y la promoción de alianzas público-privadas son aspectos clave para el éxito de las estrategias de gestión hídrica. En particular, en la cuenca Vertiente del Atlántico (BNA 126), compartida con Argentina, se deben establecer acuerdos de cooperación transfronteriza para la gestión sostenible del recurso.

El futuro de la gestión hídrica en Magallanes dependerá de la capacidad de adaptación y la implementación de soluciones innovadoras que permitan enfrentar los desafíos del cambio climático y la creciente demanda de agua. Con un enfoque integral, inversiones estratégicas

y tecnología avanzada, es posible asegurar un abastecimiento sostenible que beneficie a la población, los sectores productivos y el equilibrio ecológico de la región.

CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE

La región de Magallanes se caracteriza por un gran número de islas, archipiélagos, penínsulas, canales y fiordos que conforman una topografía irregular. La demanda hídrica de la región se concentra en las cuencas Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125) y Vertiente Atlántico (BNA 126). Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1. El sector agrícola presenta la mayor demanda, seguido del uso de agua potable urbana. Se proyecta un aumento del 97% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁷ y a la baja eficiencia en el riego, estimada en un 45% promedio regional. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), Vertiente del Atlántico (BNA 126) y Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes (BNA 127).

De manera simultánea, se espera una reducción de los caudales en todas las cuencas regionales, con descensos que oscilan entre 2% y 9%, con excepción de la cuenca Vertiente del Atlántico (BNA 126), que presenta un aumento de 16%. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que, las cuencas Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125) y Tierra del Fuego (BNA 128), presentan estrés hídrico. Este estrés hídrico se debe a que la demanda no supera la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones en sus fuentes subterráneas, situación que podría comprometer su capacidad de provisión y resiliencia ante los efectos del cambio climático. Entre los desafíos de Seguridad

⁷ Asociado a un aumento del 127% de la demanda hídrica de superficies de praderas mejoradas y forrajeras permanentes, 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)

Hídrica (SH) para la región⁸, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las áreas rurales, entre el 21% y 25% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que se observan brechas de información que afectan hasta el 57% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, hasta un 5% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado, mientras que existen brechas de información de aproximadamente un 77%. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 93,5%, las pérdidas de los sistemas de distribución promedian⁹ un 17%. Las proyecciones de aumento de población urbana en la región son menores al 1%. 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 compleja. Las eficiencias de riego que varían entre el 35% y 72%, por lo que se deben proyectar mejoras en este ámbito. Se observan grandes presiones en la cuenca Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), ya que concentra el 75% de la red de canales de la región y presenta deficiencias en sus sistemas de distribución, lo que dificulta la productividad y sostenibilidad agrícola e industrial de la región. Se observan limitaciones en torno a las OUAs¹⁰, solo se registra una AC 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 8% en las cuencas Costeras entre Límite Región y Seno Andrew (BNA 120), Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción (BNA 121) y Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), esta situación evidencia la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento hídrico. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observan proyectos para uso de fuentes no convencionales de menor escala en las cuencas y Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125) y Tierra del Fuego (BNA 128).

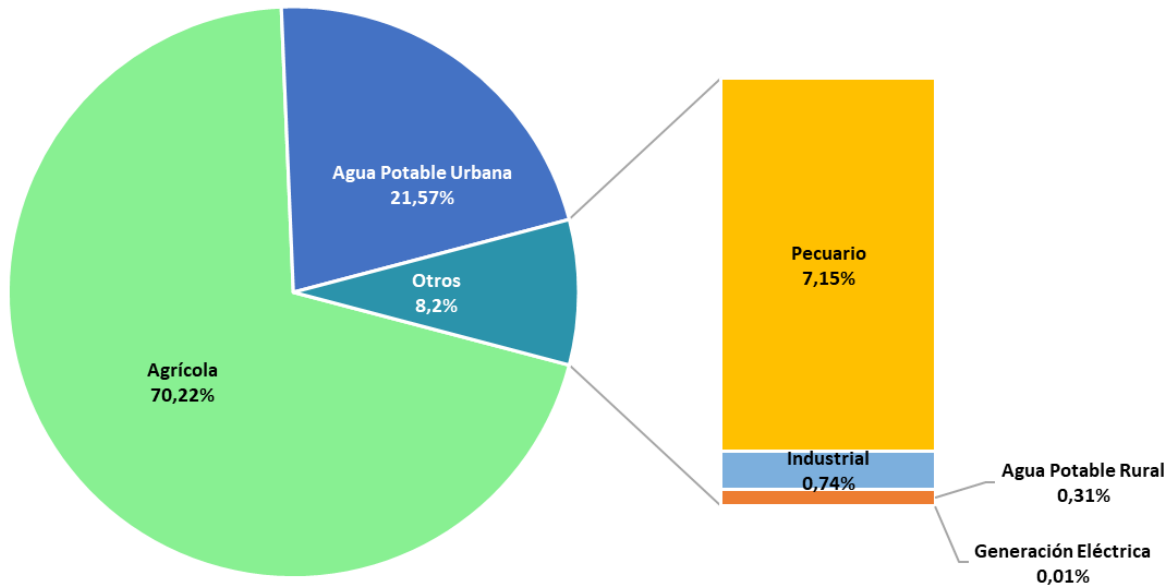
La calidad del agua representa un problema grave para todas las cuencas de la región, debido a las brechas de información acerca de los niveles de contaminación por agroquímicos. Si bien la actividad agrícola en la región es limitada, el uso de agroquímicos puede afectar ecosistemas patagónicos frágiles y cuerpos de agua cercanos. De igual forma, se observa un gran deterioro de la calidad de agua en todas las cuencas de la región, atribuido a descargas de aguas servidas (cobertura de alcantarillado menor al 70%) y a la carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Además, se observan riesgos de contaminación por la creciente actividad industrial y minera, como la extracción de hidrocarburos, que incrementan la exposición a contaminantes y la presión de los recursos hídricos. Por otra parte, se observan un cambio significativo en el uso de suelo, lo que pone en riesgos los ecosistemas cercanos, especialmente

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

⁹ Para el período comprendido entre 2012 -2022.

¹⁰ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CA: Comunidades de Aguas, AC: Asociaciones de Canalistas.

los acuáticos, debido a las presiones de la industria pesquera. Estos ecosistemas son particularmente vulnerables debido a las condiciones climáticas extremas y su relativa fragilidad ecológica. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo en todas las cuencas de la región, en particular las cuencas Costeras entre Límite Región y Seno Andrew (BNA 120), Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción (BNA 121), Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes (BNA 123), Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes (BNA 127) e Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (BNA 129), exhiben una alta criticidad en este ámbito. Por otra parte, las cuencas Vertiente del Atlántico (BNA 126) y Tierra del Fuego (BNA 128) cuentan con presiones considerables ya que, parte de sus recursos hídricos se encuentran en territorio internacional, por lo que se requiere la implementación de una gestión integrada que permita el monitoreo integral de los cuerpos de aguas y acuíferos presentes en las cuencas compartidas. Se observa la pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos en la mayoría de las cuencas, debido a la falta de identificación de zonas de protección de fuentes de agua y caudales ecológicos. Gran parte de las cuencas presentan baja protección ecosistémica. En particular, las cuencas Costeras entre Límite Región y Seno Andrew (BNA 120), Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125) y Tierra del Fuego (BNA 128), muestran una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que las cuencas Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Vertiente del Atlántico (BNA 126) Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes (BNA 127) e Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (BNA 129), 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 Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124) y Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), 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, sólo la comuna de Punta Arenas cuenta con plan maestro de aguas lluvias, 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 Magallanes

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
120	Costeras entre Límite Región y Seno Andrew	Con recursos	No	No	Con recursos
121	Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	Con recursos	No	No	Con recursos
122	Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
123	Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes	Con recursos	No	No	Con recursos
124	Costeras e islas entre R. Hollemberg y Laguna Blanca	Con recursos	No	No	Con recursos
125	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
126	Vertiente del Atlántico	Con recursos	No	No	Con recursos
127	Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes	Con recursos	No	No	Con recursos
128	Tierra del Fuego	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
129	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

¹¹ El Balance Hídrico corresponde al contraste realizado entre la oferta superficial y la demanda, donde Déficit Hídrico Estructural corresponde a cuencas donde la demanda extractiva supera el caudal que se excede el 50% del tiempo; Estrés hídrico: la demanda extractiva es mayor que el caudal que se excede el 85% del tiempo; y Con recursos: la demanda no supera el caudal que se excede el 85% del tiempo.

¹² El Balance Hídrico Unificado combina el Balance Hídrico con las restricciones de uso de agua superficiales y subterráneas, si la cuenca posee restricciones su nivel de criticidad aumenta.

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

En la región de Magallanes se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), Vertiente del Atlántico (BNA 126) y Tierra del Fuego (BNA 128). 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 extender el desarrollo de instrumentos de gestión, como Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) y Planes de Riego, a aquellas cuencas que carecen de herramientas similares. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Capítulo 3 del Informe Nacional.

El fortalecimiento de la gestión hídrica requiere la integración de soluciones innovadoras que diversifiquen las fuentes de abastecimiento y permitan la adaptación al cambio climático. Esto incluye la reutilización de aguas servidas, recarga artificial de acuíferos, obras de regulación e infiltración, sistemas urbanos de drenaje sostenible, plantas desaladoras, mejoramiento de riberas y reforestación, complementadas con tecnologías avanzadas para el monitoreo, caracterización de infraestructura y disponibilidad hídrica.

8.3 GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) lidera la gestión de infraestructura hídrica mediante planificación estratégica, regulación y coordinación interinstitucional, buscando garantizar la sostenibilidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Su Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 (PNIP) establece una estrategia para abordar los desafíos hídricos futuros, adaptándose a cambios climáticos y socioeconómicos, promoviendo soluciones sostenibles. En la región de Magallanes, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, CNR, INDAP, CONADI, DIFROL, SERNAGEOMIN, SERNATUR, SEREMI Energía, SEREMI MMA, SISS, CONAF, OUA¹³, 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

¹³ SEREMI MINAGRI: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Agricultura; CNR: Comisión Nacional de Riegos; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena; DIFROL: Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado; SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería; SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CONAF: Corporación Nacional Forestal; ; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Aguas.

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 Magallanes, la estrategia se centra en desarrollar una gestión eficiente y sustentable del recurso hídrico, que asegure la protección ambiental, el desarrollo económico, con un enfoque en el turismo y los sectores productivos. La región busca fortalecer y promover el uso eficiente del agua, la reutilización de aguas tratadas y la implementación de tecnologías sostenibles. También incorpora la conservación de ecosistemas claves como humedales y el monitoreo del recurso, garantizando la protección ante desastres e impulsando la articulación público-privada para el desarrollo equitativo y el bienestar de las comunidades locales.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región se encuentra en un proceso de deterioro progresivo. La infraestructura de abastecimiento se encuentra en una situación grave, la falta de conexión a la red de agua potable y la ineficiencia en la distribución, ha derivado en una gestión ineficiente del recurso y en viviendas desabastecidas, especialmente en las zonas rurales. La falta de servicios de saneamiento ha provocado la dependencia de sistemas de tratamientos descentralizados como fosas sépticas, que resultan insuficientes e incrementan la contaminación de las fuentes de agua. Por su parte, el crecimiento poblacional ha provocado un alza en la demanda de agua potable, aumentando la presión sobre los recursos hídricos y poniendo en riesgo el abastecimiento. La falta de infraestructura multipropósito de fuentes no convencionales ha impedido diversificar las fuentes, evitando la adopción de medidas de mitigación. El incremento de las demandas del sector agrícola e industrial agrava las presiones sobre los recursos e incrementa los riesgos de conflictos socioambientales. El aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas y episodios de precipitaciones intensas, ha provocado la afectación de las fuentes de aguas y los ecosistemas acuáticos. En el escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de SH se incrementan como resultado del crecimiento demográfico, la expansión de actividades productivas y los efectos del cambio climático. En este escenario la región desarrolla una respuesta relativamente robusta, fundamentada en la implementación de reformas en la gestión del agua, modernización de infraestructuras y la adopción de tecnologías eficientes. Sin embargo, se requiere de una gobernanza integrada que permita abordar los incrementos en los desafíos hídricos de la región de forma sostenible. En un escenario de *Capacidad Limitada*, si bien se evitan incrementos abruptos en los desafíos de seguridad hídrica regionales, la capacidad de adaptación y resiliencia de la región es deficitaria por lo que la sostenibilidad del recurso se ve comprometida a mediano y largo plazo. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, se

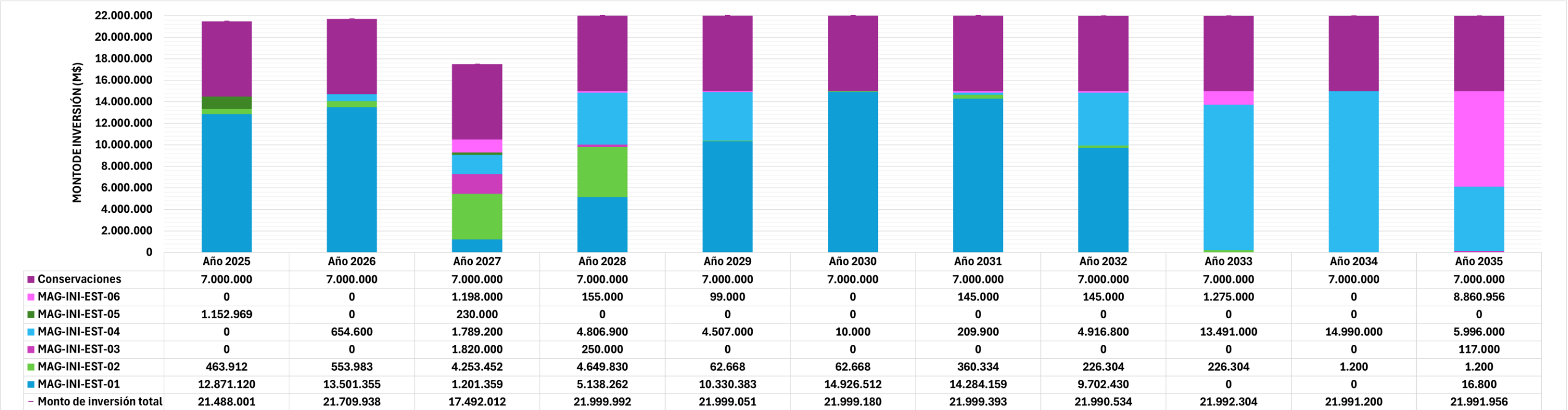
logra la sostenibilidad y resiliencia del recurso en la región, mediante una planificación estratégica que incorpora tecnologías avanzadas, innovación en el uso y una gobernanza eficiente. Esta gestión permite que la región alcance un sistema hídrico robusto, donde se optimizan los recursos hídricos, asegurando su disponibilidad a largo plazo y garantizando la conservación de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos.

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 asentamientos aislados
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, con énfasis en fortalecimiento agrícola
INI-EST-03	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas 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 cambios del patrón hidrológico

Fuente: Elaboración propia.

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. La iniciativa “Implementación de un Sistema de Seguimiento y Monitoreo Integral” tiene como objetivo fortalecer la gestión de cuencas mediante información hidrométrica actualizada, facilitando una planificación eficiente y soluciones adaptadas a los problemas de calidad y acceso al agua. Por último, la iniciativa “Obras y Medidas de Protección y Recuperación de Sistemas Ecosistémicos Naturales, Basadas en la Naturaleza” se encuentra orientada a fortalecer la conservación y recuperación de humedales, cauces y riberas asegurando la provisión de servicios ecosistémicos.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 32.542.700 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 10.700 personas, lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra distribuida principalmente en las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes (BNA 127), Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122) y Tierra del Fuego (BNA 128).
- M\$ 1.960.000 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. La inversión se distribuye equitativamente en las cuencas Costeras entre Límite Región y Seno Andrew (BNA 120), Islas entre Límite Región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción (BNA 121), Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), Cuencas en islas entre canales Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes (BNA 123), Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Cuencas en islas al sur del Estrecho de Magallanes (BNA 127) y Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico (BNA 129).
- M\$ 1.183.100 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 970 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 15 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 1.710.800 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 88.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 18.605.200 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 1.700 hectáreas de riego en la región.

- M\$ 460.000 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\$ 2.569.400 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 1 hectáreas.
- M\$ 27.660.900 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 97% del monto total está destinado a estaciones para el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en las cuencas Costeras e islas entre R. Hollemberg – Laguna Blanca (BNA 124), Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125) y Tierra del Fuego (BNA 128).
- M\$ 50.681.400 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente a la construcción de 8 km de Áreas Verdes de Flora Nativa, el mejoramiento de 16 km de Riberas y/o Orillas Naturales. La inversión se encuentra destinada a las cuencas Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes (BNA 125), Costeras entre Seno Andrew, R. Hollemberg e islas al oriente (BNA 122), Vertiente Atlántico (BNA 126) y Tierra del Fuego (BNA 128).
- M\$ 690.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 1 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 2 estudios de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, Planes y Políticas, 1 estudio de Definición de Franjas de Restricción y 1 estudio de Reforestación en Sectores con Riesgo de Erosión. La inversión tiene un enfoque regional.

8.8 MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA

El estudio aborda megatendencias globales como cambio climático, urbanización, intensificación agrícola y dinámicas demográficas, que redefinen la disponibilidad y demanda de agua. Para enfrentar vulnerabilidades y oportunidades, se proponen cinco tipos de acciones anticipatorias: **Mitigación**, acciones que pretenden reducir impactos adversos probables, incluyen la modernización de la infraestructura de riego y la reducción de la pérdida en canales; la **cobertura**, corresponden a acciones que buscan minimizar riesgos por incertidumbres, considera la implementación de plantas desaladoras y la diversificación de fuentes. Por su parte, las medidas de **oportunidad** procuran aprovechar beneficios ciertos, considerando acciones que priorizan tecnologías de reúso de aguas residuales y optimización industrial-minera; las acciones de **beneficio** persiguen capitalizar desarrollos inciertos, estas acciones consideran políticas de conservación (protección de humedales y caudales ecológicos) y la actualización de Instrumentos de Planificación Territorial. Por último, las medidas **preventivas** buscan influir proactivamente ante eventos externos, estas medidas involucran sistemas de monitoreo hidroclimático, la promoción de la gobernanza hídrica y acuerdos binacionales para

acuíferos transfronterizos, reduciendo así conflictos socioambientales e incrementando la resiliencia de la región. Estas acciones, respaldadas por inversiones en datos actualizados y participación multisectorial, robustecen la adaptabilidad frente a incertidumbres climáticas y presiones demográficas.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- ACADES. (2022). *Desalinización de agua de mar en la minería*. Obtenido de <https://www.acades.cl/wp-content/uploads/2023/04/ACADES-en-Expomin.pdf>
- Aguas Magallanes. (2023). *Aguas Magallanes Plan de Sustentabilidad*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.aguasmagallanes.cl/recursos-ama/Memorias/Memoria%20AMA%202023_6-5-24_.pdf
- Aguas Magallanes. (2023). *Planes de desarrollo*. Obtenido de https://www.aguasmagallanes.cl/p_295-309_concesionnew
- 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 Magallanes y la Antártica Chilena*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region12/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de Magallanes y la Antártica Chilena*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region12/hidrografia.htm>
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Conseciones sanitarias: cómo se 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>
- CNR. (1997). *Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes*. Santiago.
- CNR. (2016). *Planes de Riego cuencas: qda. Concordia; río Lluta; río San José (Valle de Azapa)*.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- COCHILCO. (2022). *Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales*.

- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- DGA. (1991). *Catastro y Evaluación de los recursos Hídricos subterráneos XII Región de Punta Arenas*.
- DGA. (2017). *Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile*. Santiago, Chile.
- DGA. (2020). *Atlas Calidad del Agua Chile*.
- DGA. (2020). Plan Estratégicos de Gestión Hidrica.
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica de Tierra del Fuego*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125584>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de Punta Arenas*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125563>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas Vertientes del Atlántico*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125564>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de la Gestión de Cuencas Vertientes del Atlántico*.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Planilla resumen, Decretos de Reserva de caudales a febrero 2022*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.aspx
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2023). *Zonas de prohibición*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/zonadeprohibicion.aspx>
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.

- Dictuc. (2021). *Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua*.
- DIRPLAN. (2012). *Metodología de evaluación socioeconómica ex ante de planes territoriales de infraestructura y gestión de recurso hídrico* — MOP. Santiago.
- DIRPLAN. (2024). *Estudio básico: Análisis integral Plan Director de Infraestructura 2025-2055*. Santiago.
- DOH. (2021). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/dataset/listado-de-sistemas-de-agua-potable-rural-en-chile>
- DOH. (2022). *Actualización Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Antofagasta*.
- EM-DAT. (2024). *The international disaster database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- Fuss, S., Canadell, J., Peters, G., Tavoni, M., Andrew, R., Ciais, P., & Yamagata, Y. (2014). Betting on negative emissions. *Nature climate change*, 850-853.
- GOB. (2021). *El más grande de Chile: ministro Jobet anuncia nuevo proyecto de hidrógeno verde en Magallanes*. Obtenido de <https://www.gob.cl/noticias/el-mas-grande-de-chile-ministro-jobet-anuncia-nuevo-proyecto-de-hidrogeno-verde-en-magallanes/>
- GORE. (2023). *Junto al Ministro Valenzuela entregamos estanques de acumulación de agua lluvia para agricultores de Magallanes*. Obtenido de GORE Magallanes: <https://www.goremagallanes.cl/wordpress/junto-al-ministro-valenzuela-entregamos-estanques-de-acumulacion-de-agua-lluvia-para-agricultores-de-magallanes/>
- GORE Arica y Parinacota. (2018). *Estrategia regional de desarrollo Arica y Parinacota 2017-2030*.
- GORE Magallanes. (2012). *Estrategia regional de desarrollo de Magallanes y La Antártica Chilena 2012-2020*. Punta Arenas.
- INDH. (2020). *Mapa de Conflictos socioambientales*. Obtenido de <https://mapaconflictos.indh.cl/#/conflicto/20651>
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*.
- INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .

- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Magallanes y la Antártica Chilena*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=15
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020 - 2050*.
- MOP. (2021). Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico.
- MOP. (2023). *Inventario de Planes MOP 2023*. Obtenido de Plan de Infraestructura para Caletas Rurales Región de Coquimbo: https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/inventarioplanes/Documents/Inventario_de_Planes_MOP_2023.pdf
- ODEPA. (2022). Catastros Frutícolas. Santiago, Chile.
- Publicas, M. d. (2018). Plan Chile 30/30. [/https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf](https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf).
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://bibliogrdsenapred.gob.cl/handle/2012/21/recent-submissions?offset=0>
- SERNAGEOMIN. (2022). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- Siddiqi, A., Eriqat, F., & Diaz Anadon, L. (2016). Formulating Expectations for Future Water Availability through Infrastructure Development Decisions in Arid Regions. *Systems Engineering*. doi:10.1002/sys.21337
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (Santiago de 2023). *Información SIFAC II*. Santiago: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-7247.html>. Obtenido de <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). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023a). *SiSS*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>
- SMA. (2014). *Expediente sancionatorio*. Obtenido de <https://snifa.sma.gob.cl/Sancionatorio/Ficha/59>
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- Vicuña, S., Daniele, L., Farías, L., González, H., Marquet, P., Palma-Behnke, R., . . . Winckler, P. (2022). Desalinización: Oportunidades y desafíos para abordar la inseguridad hídrica

- en Chile. *Comité Asesor Ministerial Científico sobre Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.*, 189.
- 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.