



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LAS ISLAS CHILOÉ Y CIRCUNDANTES

RESUMEN EJECUTIVO

**REALIZADO POR
HIDROGESTIÓN S.A.**

S.I.T. N° 507

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2022

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas

Sr. Juan Carlos García Pérez de Arce, Arquitecto

Director General de Aguas

Sr. Rodrigo Sanhueza Bravo, Ingeniero Civil en Industrias Forestales

Jefa (S) División Estudios y Planificación

Sra. Andrea Osses Vargas, Ingeniero Civil

Inspector Fiscal

Sr. Sebastián Menares Lira, Geólogo

Inspectores Fiscales Subrogantes

Sr. Maximiliano Bolados Arratia, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Sr. Javier Vidal Reyes, Ingeniero Agrónomo

Consultora

Jefe de Proyecto

Sr. Claudio Reyes Hurtado, Ingeniero Forestal

Especialistas y Profesionales

Sr. Eugenio Celedón Cariola, Ingeniero Civil

Sr. Eugenio Celedón Correa, Ingeniero Civil

Sr. Alejandro Rodríguez Lazcano, Ingeniero Civil

Sra. Vanessa Mancisidor Univaso, Periodista

Sr. Víctor Gómez Coa, Geógrafo

Sra. Karina Aguilera Casanueva, Bióloga

Sra. Virginia Carter Gamberini, Geógrafa PhD

Sr. Marcial Valenzuela Celis, Ingeniero Forestal

Sr. Diego Carpentier Nazal, Ingeniero Civil

Sr. Diego Niklitschek Flores, Ingeniero Civil

Sr. Sebastián Carvajal Marambio, Geólogo

Sra. Yumisleidys Sánchez Sánchez, Geóloga

Sra. Camila Contreras Suazo, Ingeniera Civil

Sra. Carolina Varas Valiente, Relacionadora Pública

Sr. Cristián Jordán Díaz, Ingeniero Forestal PhD

Sr. Simón France Lanas, Sociólogo

Índice General

	Página
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	8
1.1 Introducción	8
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo general	8
1.2.2 Objetivos específicos del Plan Estratégico	9
2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA	10
2.1 Geomorfología y geología	10
2.2 Suelos, uso y variación temporal	10
2.3 Hidrología.....	11
2.4 Ciudades y población	12
2.4.1 Pueblos Originarios.....	12
2.4.2 Actividad Económica	13
2.5 Clima	14
2.5.1 Eventos Extremos y Variabilidad Climática.....	14
2.5.2 Escenarios de Cambio Climático	15
2.6 Dimensión Ambiental	16
2.6.1 Unidades Ecosistémicas	16
2.6.2 Áreas Silvestres Protegidas.....	18
2.7 Infraestructura Hídrica	19
2.8 Nuevas fuentes de agua	21
2.9 Gobernanza del Agua a Nivel de Cuenca	22
3 DEMANDA FÍSICA Y LEGAL	23
4 OFERTA HÍDRICA	24
4.1 Aguas Superficiales.....	24
4.1.1 Hidrología	24
4.1.2 Oferta en la fuente	25
4.1.3 Calidad del agua	27
4.1.4 Fuentes de contaminación	27

4.2	Aguas Subterráneas.....	27
4.2.1	Hidrogeología	27
4.2.2	Oferta en la Fuente	28
4.2.3	Calidad del Agua	29
4.2.4	Fuentes de contaminación	29
5	BALANCE DE AGUA	30
5.1	Modelo Conceptual	30
5.2	Modelo numérico de simulación	30
5.2.1	Escenarios de Cambio Climático	30
5.2.2	Balance de Agua Actual.....	30
5.2.3	Balance de Agua Proyectado.....	31
5.3	Brechas Hídricas.....	31
5.3.1	Seguridad Hídrica para las Personas	31
5.3.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas.....	32
5.3.3	Seguridad Hídrica para las Actividades Productivas.....	33
5.3.4	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	34
5.3.5	Gestión Institucional.....	34
5.3.6	Gobernanza	35
5.4	Indicadores Hídricos de la Cuenca	35
5.5	Análisis de Sensibilidad	35
5.5.1	Escenarios de Gestión.....	35
5.5.2	Evaluación económica de alternativas	36
6	ACCIONES	38
6.1	Seguridad Hídrica para las Personas	38
6.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas.....	38
6.3	Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo.....	38
6.4	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos.....	39
6.5	Otras acciones de planificación	39
7	INICIATIVAS PROPUESTAS.....	39
7.1	Seguridad Hídrica para las Personas	39



7.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	40
7.2.1	Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	41
7.3	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	41
7.4	Gestión Institucional	42
7.5	Gobernanza	42
7.6	Alternativas seleccionadas	43
7.7	Líneas de Acción	47
7.8	Valorización económica del Plan	48
7.9	Cronograma de soluciones	49
8	IMPLEMENTACIÓN	51
8.1	Estrategia de implementación	55
8.1.1	Aspectos Institucionales	55
8.1.2	Aspectos de financiamiento	55
8.2	Estrategia de comunicación	56
8.3	Identificación de fuentes de financiamiento	56
9	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	57
10	ASPECTOS NORMATIVOS	61
10.1	Modificaciones al Código de Aguas	62
10.2	Ley Marco de Cambio Climático	63
10.3	Ley de Servicios Sanitarios Rurales	63
10.4	Integración con otros instrumentos de planificación territorial y sectorial	65
10.4.1	Estrategia de Recursos Hídricos de la provincia de Chiloé	66

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Superficie según usos de suelo en área de estudio	10
Tabla 2-2. Porcentajes según categorías de erosión en zona de estudio	11
Tabla 2-3. Población total de las comunas de la cuenca	12
Tabla 2-4. Población indígena autorreconocida por comuna.....	12
Tabla 2-5. Resumen de Información de Actividades Económicas Asociadas a las comunas de la cuenca	13
Tabla 2-6. Uso del suelo de las explotaciones agropecuarias con tierra en la Provincia de Chiloé	14
Tabla 2-7. GCM utilizados en DGA para representar las forzantes meteorológicas en el periodo proyectado, considerando cambio climático	15
Tabla 2-8. Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales	17
Tabla 2-9. Sistemas de agua potable urbana.....	19
Tabla 2-10. Sistemas de agua potables rurales por comuna del área estudio.....	19
Tabla 2-11. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en comunas de la cuenca de estudio.....	20
Tabla 2-12. Estaciones meteorológicas DGA.....	20
Tabla 2-13. Estaciones meteorológicas DGA.....	20
Tabla 2-14. Estaciones de monitoreo Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA	21
Tabla 3-1 Demanda total Periodo actual y proyectado (2022-2060)	23
Tabla 4-1. Oferta superficial promedio anual proyectada en subcuencas DARH por década (hm ³ /año)	25
Tabla 4-2. Indicador DGA para ODS 6.3.2 aguas superficiales en Chiloé	27
Tabla 4-3. Oferta y Demanda de recursos hídricos subterráneos en los SHAC.....	27
Tabla 4-4 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.....	28
Tabla 4-5 Recarga para el periodo histórico y actual	28
Tabla 4-6 oferta proyectada para el periodo actual y proyectado	29
Tabla 5-1. Balance hídrico superficial en Chiloé. Entradas y salidas del sistema. Periodo histórico y actual hm ³ /año	30
Tabla 5-2 Balance hídrico de aguas superficiales, período proyectado.....	31
Tabla 5-3 Escenarios de gestión seleccionados	35
Tabla 7-1 Iniciativas de Seguridad Hídrica para las personas.....	39
Tabla 7-2 Iniciativas de Seguridad Hídrica de los Ecosistemas	40
Tabla 7-3 Iniciativas de Seguridad Hídrica del Desarrollo Productivo	41
Tabla 7-4 Iniciativas de Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	41
Tabla 7-5. Iniciativas de Gestión institucional.....	42
Tabla 7-6 Iniciativas de Gobernanza	42
Tabla 7-7. Alternativas Seleccionadas	44
Tabla 7-8. Resumen de iniciativas de inversión.....	48



Tabla 7-9. Resumen de inversión por Organismo Ejecutor y Plazo.....	49
Tabla 7-10. Cronograma de Implementación de Iniciativas	50
Tabla 8-1. Hitos de referencia del Plan (inversión a corto largo plazo)	51
Tabla 8-2. Hitos de referencia del Plan (inversión a mediano y largo plazo).....	53
Tabla 8-3. Análisis de Fuentes de Financiamiento	56
Tabla 9-1. Indicadores del Proceso	57



Índice de Figuras

Figura 5-1. Árbol de problemas para las personas.....	32
Figura 5-2. Árbol de problemas para ecosistemas	33
Figura 5-3. Árbol de problemas para las actividades productivas	34
Figura 7-1 Líneas de Acción del Plan Estratégico	47

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

Este documento corresponde al resumen ejecutivo del informe final del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes. El propósito de este Plan es conocer la oferta y demanda actual de agua, establecer balance hídrico y sus proyecciones a 30 años, diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y proponer una cartera de acciones DGA y de terceros público-privados, que permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren su abastecimiento en cantidad y calidad.

Para dar cuenta del propósito del Plan, se adoptó como concepto estructurante la **Seguridad Hídrica**, entendida como la capacidad de proveer de agua en cantidad, calidad y oportunidad requerida para las personas, los ecosistemas y las actividades productivas. Complementariamente, esta provisión de agua debe ser resiliente frente a eventos extremos. Asimismo, se adopta el concepto de **Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)** como una aproximación que trasciende el manejo del recurso, extendiéndose hacia las fuentes o componentes del ciclo hidrológico en su totalidad. De esta forma, la GIRH implica la atención a las múltiples necesidades de diferentes actores, pero en consideración a los diferentes estados del recurso hídrico en cada cuenca. Esta aproximación desde la Seguridad Hídrica y la GIRH se alinean con la propuesta de **Gobernanza** conversada con los usuarios, que se operativiza a través de Comités de Seguridad Hídrica, reunidos en un Consejo de Cuenca.

Para el desarrollo del presente Plan Estratégico se tomó como propósito la Seguridad Hídrica del territorio, a partir de lo cual se establecieron los siguientes ejes estratégicos: Seguridad Hídrica para las Personas, para los Ecosistemas, para el Desarrollo Productivo y ante Eventos Extremos; y dos ejes transversales de gestión: Gestión Institucional y Gobernanza.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan estratégico de gestión hídrica indicativo en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes, que oriente la toma de decisiones de agua, mediante la generación de portafolios de acciones para la seguridad hídrica, enfocadas en el mejoramiento de la información, instituciones, e infraestructura de agua, adaptación al cambio climático, y gobernanza.



1.2.2 Objetivos específicos del Plan Estratégico

Objetivo N°1: Describir el estado hídrico actual del área de estudio.

Objetivo N°2: Caracterizar la hidrogeología del área de estudio con técnicas geofísicas, pruebas hidráulicas, y muestras en terreno.

Objetivo N°3: Construir un modelo numérico representativo de las características principales hidrológicas del sistema hídrico del área de estudio.

Objetivo N°4: Diagnosticar el estado hídrico del área de estudio para obtener los contenidos del plan estratégico de gestión hídrica.

Objetivo N°5: Realizar un proceso de participación ciudadana que informe y consulte a la institucionalidad del agua relevante del área de estudio, para retroalimentar la formulación del plan estratégico de gestión hídrica.

Objetivo N°6: Formular un plan estratégico de gestión hídrica que contemple un portafolio de acciones que promuevan la seguridad hídrica y sostenibilidad de uso del agua en el área de estudio.

Objetivo N°7: Compilar avances y productos finales en un sistema de información geográfico, informes y actividades de difusión.

2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

2.1 Geomorfología y geología

La geomorfología de la Isla Grande de Chiloé se encuentra determinada por dos macroformas importantes, como es la cordillera de la costa y las planicies fluviomarinas. Una característica del área es la presencia de superficies de humedales, cuyas formaciones se asocian a las condiciones del suelo y a la existencia de materiales limosos que generan una acumulación de aguas, conformando en algunos casos turberas, ecosistemas naturales de gran aporte a las condiciones hidrológicas del área.

La cuenca se caracteriza por afloramientos rocosos y erosionados por los fuertes oleajes hacia la costa. También se distinguen otras características hacia la zona oriente de la Isla de Chiloé, en el mar interior, donde se encuentran los golfos de Ancud y Corcovado, que presenta bahías circundadas por depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustres.

El basamento metamórfico corresponde al periodo paleozoico-triásico, y se identifica con rocas metasedimentarias como metapelitas, metacherts y metabasitas (PzTR4(a)), junto a rocas metamórficas ultramáficas (PzTr4(b)), en menor proporción. De manera puntual, al norte del afloramiento metamórfico, durante el Eoceno, se forman rocas intrusivas (Eg) en una zona de falla inferida.

2.2 Suelos, uso y variación temporal

Según CONAF (2013), en la Tabla 2-1 se entrega referencia porcentual respecto a los usos categorizados para la cuenca.

Tabla 2-1. Superficie según usos de suelo en área de estudio

Subuso de suelo	Superficie (ha)	% por subuso de suelo
Bosque Nativo	631.671	68%
Praderas	131.793	14%
Matorral	47.408	5%
Matorral Arborescente	37.743	4%
Matorral-Pradera	19.784	2%
Turbales	17.366	2%
Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	13.257	1%
Plantación	5.448	1%
Otros	21.029	2%
TOTAL	925.500	100%

Fuente: CONAF (2013)

Destaca la presencia de plantaciones forestales (1%), principalmente por la incidencia de este tipo de cultivo en la gestión de recursos hídricos, principalmente a nivel de

microcuencas. Al hacer un desglose general se puede determinar más del 68% de la superficie total de la cuenca en estudio tiene cobertura de bosque nativo.

Sumado a lo anterior se puede agregar la información entregada por el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF)¹, plataforma que indica que desde el año 2001 hasta el 2019 las plantaciones forestales han aumentado a tasas cercanas a las 0,6%, mientras que la cobertura de bosque nativo retrocede a tasas aproximadas de 0,2%. En la Tabla 2-2 se entregan los porcentajes por categoría de erosión.

Tabla 2-2. Porcentajes según categorías de erosión en zona de estudio

Erosión	% del área de Estudio
Erosión Muy Severa	0,26%
Erosión Severa	7,20%
Erosión Moderada	20,17%
Erosión Ligera	21,67%
Erosión No Aparente	43,14%
Sin Erosión	4,14%
Otros Usos	2,98%
Zona de exclusión	0,44%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CIREN (2010)

2.3 Hidrología

La zona de estudio posee ríos de tres diferentes orígenes, ya sea cordilleranos (Coluco), con afluentes mixtos cordilleranos y de suelos ñadis (Butalcura), o sólo provenientes de suelos ñadis (Puntra). También su cuenca incluye arroyos emergentes y temporales, pantanos permanentes y meandros muertos, además de diferentes tipos de humedales inundables, debido a las oscilaciones mareales y los altos índices pluviométricos (Gobernación Provincial de Chiloé, 2015).

Las cuencas de islas de Chiloé y circundantes cuenta con cursos de agua superficial que drenan parte importante del terreno de la isla grande del archipiélago, y en menor medida en las islas circundantes, cuyos regímenes son esencialmente pluviales al no estar conectadas con la zona continental cordillerana de Chile y que, dada su ubicación costera, son de carácter exorreico.

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes existen 59 SHAC en el área de estudio, pero los sectores pertenecientes a las islas circundantes (53) se han presentado

¹ Revisado en www.simef.cl

agrupados y denominados como Islas Circundantes. Todos los SHAC están declarados en estado abierto.

2.4 Ciudades y población

La zona de estudio se encuentra referida exclusivamente a la provincia de Chiloé, formada por 10 comunas, de las cuales la Tabla 2-3 entrega la población total.

Tabla 2-3. Población total de las comunas de la cuenca

Comuna	Población urbana	Población rural	Total, Población
Castro	34.044	9.763	43.807
Ancud	28.265	10.726	38.991
Chonchi	5.714	9.144	14.858
Curaco de Vélez	1.106	2.723	3.829
Dalcahue	7.200	6.562	13.762
Puqueldón	-	3.921	3.921
Queilén	2.323	3.062	5.385
Quellón	17.814	9.378	27.192
Quemchi	2.512	5.840	8.352
Quinchao	3.209	4.879	8.088
Total	102.187	65.998	168.185

Fuente: Elaboración propia a partir de información de antecedentes INE (2017)

2.4.1 Pueblos Originarios

En la Tabla 2-4 se precisa la Población indígena acreditada y el número de agrupaciones (comunidades y asociaciones) indígenas acreditadas.

Tabla 2-4. Población indígena autorreconocida por comuna

Comuna	Población indígena autorreconocida	%Población indígena autorreconocida respecto al total comunal	Población indígena acreditada	Nº Agrupaciones (comunidades y asociaciones) indígenas acreditadas
Ancud	11.267	26%	8.481	89
Castro	11.175	29%	8.228	29
Chonchi	3.603	24%	2.776	57
Curaco de Vélez	1.044	27%	657	7
Dalcahue	7.345	53%	2.770	15
Puqueldón	1.024	26%	743	5
Queilén	3.839	71%	1.827	35
Quellón	18.653	69%	6.717	58
Quemchi	4.170	50%	1.963	19

Comuna	Población indígena autorreconocida	%Población indígena autorreconocida respecto al total comunal	Población indígena acreditada	N° Agrupaciones (comunidades y asociaciones) indígenas acreditadas
Quinchao	4.980	62%	2.478	36
Total	67.100	-	36.640	350

Fuente: CONADI, 2020

2.4.2 Actividad Económica

Las principales actividades desarrolladas se presentan en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5. Resumen de Información de Actividades Económicas Asociadas a las comunas de la cuenca

Comuna	Actividad Principal
Castro	De acuerdo con la Ilustre Municipalidad de Castro (2017) las principales actividades económicas son: construcción, transporte y comunicaciones, comercio, hoteles y restaurantes y la actividad inmobiliaria y de alquiler.
Ancud	Sobre este ámbito, la Actualización del Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Ancud (2018-2026), indica que a escala comunal el perfil productivo de la comuna de Ancud está dado principalmente por la pesca, sector comercial y de servicios, seguidos estos por la actividad agrícola y turismo.
Quemchi	De acuerdo con el Gobierno Regional de Los Lagos (2021) en esta comuna las principales actividades productivas son la pesca y la agricultura, extracción de algas (luga y pelillo) y del musgo <i>Sphagnum</i> (pompón), cultivo de mitílicos (choros) y otras especies vinculadas al resurgimiento de la industria salmónida tras el brote en 2007 del virus ISA (anemia infecciosa) el que gatilló una grave crisis en el sector. Se suma a lo anterior un incipiente sector turístico en este territorio.
Dalcahue	Según la Ilustre Municipalidad de Dalcahue (2018) los sectores más importantes son agricultura, ganadería, pesca, salmonicultura, mitilicultura, seguido del sector turístico y servicios.
Curaco de Vélez	De acuerdo con Ilustre Municipalidad de Curaco de Vélez (2015), las principales actividades de este territorio son la pesca salmonicultura, mitilicultura, seguida del sector agrícola. Se menciona también un incipiente turismo, basado en sus bellezas naturales y territoriales.
Quinchao	Según la Ilustre Municipalidad de Curaco de Vélez (2019), son la pesca, salmonicultura, mitilicultura y la agricultura las actividades más relevantes, seguidas de los servicios asociadas a estos dos rubros, sumando también el turismo.
Puqueldón	De acuerdo con la Ilustre Municipalidad de Puqueldón (2018), las principales actividades económicas de las comunas son la Pesca, cultivos de recursos marinos y bentónicos, Agricultura y Ganadería. En un grado menor de importancia se suman servicios y turismo.
Chonchi	Según la Ilustre Municipalidad de Chonchi (2018) la principal actividad es la pesca salmonicultura, mitilicultura, seguida del turismo y servicios.

Comuna	Actividad Principal
Queilén	Según lo expuesto por el Gobierno Regional de Los Lagos (2021), este territorio tiene como principales actividades económicas en los rubros de Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Estas son seguidas de Comercio y Transporte.
Quellón	De acuerdo Gobierno Regional de Los Lagos (2021) menciona que esta comuna se caracteriza por su actividad agrícola y ganadera, pesca, seguida del comercio.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2-6 muestra la distribución por los principales rubros de cultivos agrícolas. Se precisa que las explotaciones son en su mayoría de pequeños propietarios.

Tabla 2-6. Uso del suelo de las explotaciones agropecuarias con tierra en la Provincia de Chiloé

Cultivo o Plantación	Superficie (ha)
Cereales	390,5
Leguminosas y tubérculos (papa)	3.348,0
Hortalizas	557,7
Flores	2,5
Plantas forrajeras	6.901,0
Praderas naturales	78.763,0
Praderas mejoradas	58.447,0
Frutales	1.583,5
Semilleros	10,0
Plantaciones forestales	4.134,0
Total	154.137,2

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007).

2.5 Clima

El territorio comprendido por la Isla de Chiloé presenta cuatro tipos de climas según la clasificación Köppen; Clima Templado lluvioso con leve sequedad estival, Clima Templado lluvioso frío con leve sequedad estival, Clima Templado lluvioso y Clima Templado lluvioso frío.

2.5.1 Eventos Extremos y Variabilidad Climática

Este apartado se define de acuerdo con "Índices de Cambio Climático":

- Al evaluar el índice de "Días con precipitación", correspondiente al número de días en el año con precipitación sobre 1 milímetro (Estación El Tepual Puerto Montt), se obtiene como resultado una tendencia lineal por década negativa de -4,4 días/Década.

- También con tendencia negativa es el índice “Precipitación máxima en 5 días”, el cual corresponde al valor máximo de precipitación durante 5 días consecutivos. Este tiene un valor de tendencia lineal de -4,2 mm/Década.
- De acuerdo con datos proporcionados por la estación antes mencionada, para el índice que corresponde al número de días en el año con precipitación sobre 20 milímetros, con información desde el año 1961 al 2020, se identifica una tendencia lineal negativa (-1,8 días / Década).
- Sobre los días extremadamente lluviosos (Índice que corresponde a la suma anual de precipitación en días que superan el percentil 99), para el periodo base de 1961 a 1990, existe una tendencia lineal por década también negativa de -15,6 (mm/Década).
- La ola de calor, que corresponde al número de olas de calor por temporada, definida como 3 días consecutivos o más, con temperaturas máximas, sobre el percentil 90 de noviembre y marzo, tiene un resultado positivo al evaluar su tendencia. Los datos proporcionados por la Estación El Tepual (Puerto Montt) muestra que la tendencia lineal por década es de 0,4 casos/década.

2.5.2 Escenarios de Cambio Climático

Para la caracterización de las forzantes meteorológicas de precipitación y temperatura en el periodo de modelación proyectado, en el presente plan se toman en consideración los cuatro Modelos de Circulación General (conocidos como GCM en inglés) incluidos en el estudio Aplicación de la Metodología de Actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de la Macrozona Sur y Parte Norte de la Macrozona Austral (DGA, 2019a y DGA, 2020a) (Tabla 2-7).

Tabla 2-7. GCM utilizados en DGA para representar las forzantes meteorológicas en el periodo proyectado, considerando cambio climático

Modelo	Institución	Sensibilidad climática
CSIRO-MK3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence, Australia.	Baja Extrema
CCSM4	National Center for Atmospheric Research, USA	Baja Moderada
MIROC-ESM	Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies, Japan.	Alta Moderada
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre-Simon Laplace, France.	Alta extrema

Fuente: DGA (2019a).

2.6 Dimensión Ambiental

2.6.1 Unidades Ecosistémicas

2.6.1.1 Ecosistemas Terrestres

Los ecosistemas terrestres presentes en Chiloé son de tipo bosque siempreverde, con presencia de turberas en la zona central y sur de la isla (Gajardo, 1994). Lübert y Pliscoff (2017) clasifican los bosques de Chiloé en una mayor proporción (60% del territorio) como Bosque siempreverde templado interior, localizado en la zona norte de esta isla, extendiéndose por la vertiente este de la cordillera de la costa y las islas en dicha zona.

En cuanto a la fauna característica de los ecosistemas terrestres, la batracofauna incluye géneros como *Rhinoderma*, *Eupsophus*, *Hylorina* y *Batrachyla*, mientras que los reptiles están representados por especies como *Liolaemus cyanogaster*, *Liolaemus pictus* y *Tachymenis chilensis* (Donoso-Barros 1966). En cuanto a las aves, estas están representadas por especies como *Campephilus magellanicus*, *Enicognathus leptorhynchus*, *E. ferrugineu*, *Scelorchilus rubecula*, *Pterotochos tarmii*, *Eugralla paradoxa*, *Pygarrhichas albogularis* y *Sylviorthorhynchus desmursii*, todas especies restringidas a formaciones boscosas (Martínez & González 2004). Respecto a los Meso y macro mamíferos de Chiloé, la fauna nativa incluye cuatro especies de carnívoros: *Lycalopex fulvipes*, *Galictis cuja*, *Lontra felina* y *Lontra provocax*, dos especies de marsupiales: *Dromiciops gliroides* y *Rhyncholestes raphanurus*. Además, se registran tres especies de quirópteros. El único ungulado nativo es *Pudu pudu* (Iriarte 2008; Eólica Tablaruca S.A., 2017).

2.6.1.2 Ecosistemas Acuáticos Continentales

En la zona existe una variedad relevante de ecosistemas acuáticos continentales o humedales. Los humedales continentales corresponden a ecosistemas ribereños donde se generan áreas de inundación donde se desarrollan bosques anegados, hualves y manglares; lacustres, que corresponden a zonas con baja circulación como lagunas y lagos, y palustres, que contienen permanentemente agua, como son las tuberías, pantanos, lodazales y vegas. También se pueden encontrar humedales costeros, de elevada relevancia para la diversidad y conservación local.

Los humedales de la Isla de Chiloé son reservas y filtradores de agua dulce, los cuales actualmente se ven amenazados por el desarrollo inmobiliario, y las tuberías presentan una presión antrópica producto de la actividad extractiva del pompón (*Sphagnum*)².

² Genero del musgo correspondiente al "pompón".

2.6.1.3 Ecosistemas Marinos

Los ecosistemas marinos se diferencian en dos zonas: La costa este de Chiloé – Chiloé Taitao y la costa expuesta oeste Chiloé - Taitao (MMA, 2016). Estas zonas forman parte de la ecorregión marina denominada Chilense, zona de gran diversidad de organismos, principalmente invertebrados marinos, peces, aves y mamíferos, así como también una zona de gran importancia económica en especial para la pesca industrial y actualmente, es el sector más importante de Chile para la salmonicultura (Hucke-Gaete *et al.*, 2006).

2.6.1.4 Servicios Ecosistémicos

En la Tabla 2-8 se presenta el conjunto de servicios ecosistémicos identificados relacionados con el recurso hídrico, los que se analizan a continuación.

Tabla 2-8. Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales

ID	Sección	División	Grupo
1	Aprovisionamiento	Agua	Agua superficial y subterránea para nutrición
1	Aprovisionamiento	Agua	Agua superficial y subterránea como insumo
1	Aprovisionamiento	Agua	Otros ingresos de agua – agua desalada
2	Regulación y mantención (abiótico)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Mediación de desechos, tóxicos y otras molestias por procesos no vivos
3	Regulación y mantención (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos de base y eventos extremos
4	Regulación y mantención (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantención de las condiciones físicas, químicas y abióticas
5	Regulación y mantención (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantención de las condiciones físicas, químicas y abióticas
6	Regulación y mantención (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantención de las condiciones físicas, químicas y abióticas
7	Aprovisionamiento	Biomasa	Animales y plantas silvestres para nutrición, materiales o energía
8	Aprovisionamiento	Biomasa	Plantas silvestres para nutrición, materiales o energía
9	Aprovisionamiento	Biomasa	Animales acuáticos criados para nutrición, materiales o energía.

ID	Sección	División	Grupo
10	Aprovisionamiento	Material genético de toda la biota	Material genético de animales, plantas, algas y hongos
11	Regulación y mantención (biótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos de base y eventos extremos
12	Regulación y mantención (biótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Calidad del agua
13	Cultural (biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y vivenciales con el entorno natural
14	Cultural (biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y vivenciales con el entorno natural – conocimiento científico

Fuente: Elaboración propia en base a clasificaciones y criterios de CICES (2018).

2.6.1.5 Amenazas

Las principales amenazas identificadas son:

- Explotación musgo pompón: Como se mencionó anteriormente, en diferente grado el recurso hídrico sostiene la estructura y funcionalidad de los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, cuya dinámica varía y posee cierto nivel de resiliencia.
- Extracción de leña: De acuerdo con los datos expuestos en la cuenca ha variado negativamente la superficie de bosque nativo entre los años 2001 y 2019, porcentajes que si son traducidos a medidas de superficies corresponde a 13,5 mil hectáreas en total, con una tasa anual de pérdida de cobertura de 750 hectáreas.

2.6.2 Áreas Silvestres Protegidas

El archipiélago de Chiloé cuenta con numerosas áreas protegidas bajo distintas categorías, según se presenta a continuación.

- Parque Nacional Chiloé
- Monumento Natural Islotes de Puñihuil
- Santuario de la Naturaleza Humedales de la cuenca de Chepu
- Santuario de la Naturaleza Alerzales existentes en el Fundo Potrero

- Santuario de la Naturaleza Isla Kaikúé-Lagartija
- Reserva Marina Putemún
- Reserva Marina Pullinque
- Bien Nacional Protegido Fundo Putrihuén
- Bien Nacional Protegido Islas Quilán
- Sitios Prioritarios (Estrategia Regional de Biodiversidad) (Guabún; Caulín; Cuenca del río Chepu; Ampliación PN Chiloé; Lliunco de la Montaña; Islas Butachaques; Complejo Turberas Chiloé Central; Chaiguata)
- Áreas Protegidas de Propiedad Privada (Parque Tepuhueico; Parque Paradiso; Parque Tantauco)

2.7 Infraestructura Hídrica

La zona cuenta con infraestructura sanitaria de conducción, asociada a los sistemas de provisión de agua potable y saneamiento tanto a nivel urbano como rural.

Sobre la provisión de agua potable en sectores urbanos, el área urbana de la Isla Grande de Chiloé alcanza a una población de 102.653 personas, y 6 localidades (Tabla 2-9).

Tabla 2-9. Sistemas de agua potable urbana

Localidad	Población	Explotación (l/s)	Derechos de Agua (l/s)
Ancud	30.053	117,0	455,0
Dalcahue	4.369	36,1	138,0
Achao	3.198	16,0	86,0 l/s
Castro	36.322	164,0	353,5
Chonchi	3.726	27,9	58,7 l/s
Quellón	24.985	61,0	96,0
Total	102.653	422,0	1.042,5

Fuente: ESSAL (2016)

En la Tabla 2-10 se entrega información de los sistemas de aprovechamiento de agua potable rural. En la zona de estudio se pudieron identificar 104 sistemas APR.

Tabla 2-10. Sistemas de agua potables rurales por comuna del área estudio

N° de comités o sistemas	N° de Arranques a junio 2021	Beneficiarios/as Estimados a jun 2021 - 3,10 Benef/arr
104	24.959	57.154

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2021)

También destacan las plantas de tratamiento de aguas servidas (Tabla 2-11).

Tabla 2-11. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en comunas de la cuenca de estudio

Empresa	Nombre Planta	Localidad que Atiende	Tipo de Tecnología	Curso Receptor
ESSAL S.A.	PTAS-ANCUD	Ancud	Lodos activados	Golfo Ancud
	PTAS-CHONCHI	Chonchi	Lodos activados	Estero Huitanque
	PTAS-QUELLON	Quellón	Lodos activados	Estero Matadero
	PTAS-CASTRO	Castro	Lodos activados	Estero La Chacra
	PTAS-DALCAHUE	Dalcahue	Lodos activados	Estero Hueñocoihue
	ES-ACHAO	Achao	Emisario submarino	Bahía Achao

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (2019)

La red hidrométrica considera estaciones meteorológicas, fluviométricas, de niveles de pozos, entre otras. Las estaciones meteorológicas identificadas en la zona de estudio son 8, y se presentan en la Tabla 2-12.

Tabla 2-12. Estaciones meteorológicas DGA

Nombre estación	Código BNA	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Estado
Ancud 1 (DGA)	10903003-1	597.708	5.364.670	Vigente
Ancud 2 (DOH)	10900002-7	599.873	5.362.857	Vigente
Chepu	10904005-3	586.061	5.344.762	Vigente
Quemchi	10900001-9	624.724	5.331.715	Vigente
Castro 2 (DOH)	10901004-9	600.760	5.296.177	Vigente
Chonchi	10901003-0	600.695	5.280.855	Vigente
Cucao	10906004-6	573.110	5.280.496	Vigente
Quellón	10902002-8	612.319	5.225.689	Vigente

Fuente: Elaboración propia en base a BNA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio>)

En la cuenca existen dos estaciones fluviométricas, según se presenta en la Tabla 2-13.

Tabla 2-13. Estaciones meteorológicas DGA

Nombre estación	Código BNA	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Estado
Río Vilcún en Belbén	10903001-5	608.931	5.344.827	Vigente
Río Grande en San Pedro	10904001-0	595.342	5.310.356	Vigente

Fuente: Elaboración propia en base a BNA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio>)

Respecto a estaciones que entreguen reportes de sedimentos, la DGA indica que no existe este tipo de estaciones en la cuenca en estudio. La información de las estaciones de calidad de aguas se encuentra en la Tabla 2-14.

Tabla 2-14. Estaciones de monitoreo Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA

Código BNA	Nombre	Coord. Este WGS 84 H19	Coord. Norte WGS 84 H19	Número de datos	Frecuencia
10903006-6	APR CURAMO	604.732	5.364.442	1	02-09-2020
10903007-4	APR PUGUENUN	608.981	5.367.666	1	02-09-2020
10906008-9	APR TARA	598.967	5.273.395	1	04-09-2020
10902003-6	LAGO NATRI-ZMAX	596.758	5.261.949	3	varios
10906005-4	LAGO TEPUHEICO - Z MAX	584.970	5.262.320	1	15-02-2017
10904006-1	POZO PIRUQUINA	599.109	5.307.159	8	varios
10904004-5	RIO PUNTRA EN CAMINO ANCUD-CASTRO (CA)	604.370	5.328.647	69	varios
10903005-8	APR EL QUITRAL	613.420	5.358.294	1	02-09-2020
10921000-5	APR PUQUELDON	609.524	5.283.140	1	04-09-2020
10902005-2	LAGO SAN ANTONIO Z MAX	603.687	5.243.768	1	04-10-2017
10902004-4	LAGO YALDAD-ZMAX	594.420	5.235.726	1	04-10-2017
10906003-8	RIO BRAVO EN PUENTE MILILDEO N 1	585.767	5.271.518	77	varios
10902006-0	APR NATRI	600.295	5.261.374	1	04-09-2020
10901005-7	APR RAUCO ALTO	598.427	5.288.242	1	04-09-2020
10906006-2	LAGO TARAHUIN-ZMAX	604.159	5.270.511	2	03-10-2017
10904001-0	RIO GRANDE EN SAN PEDRO	595.353	5.310.374	78	varios

Fuente: DGA, 2021

2.8 Nuevas fuentes de agua

- Captura de aguas lluvias: La provincia mantiene un alto promedio anual de milímetros caídos de aguas (sobre 1.500 mm), por lo cual los sistemas de captación de aguas lluvias podrían ser una alternativa viable para el corto y mediano plazo en Chiloé.
- Tranques de regulación: Otra posibilidad es contar con tranques o embalses superficiales de almacenamiento, que permitan gestionar la pluviometría invernal
- Uso de Aguas Servidas Tratadas (Reutilización): Es una opción técnica, aunque sus costos son más elevados que la captación de aguas lluvias.
- Desalinización: Aunque con alto precio por metros cubico, y desafíos en la gestión de estas instalaciones, la desalinización de agua de mar es una fuente potencial para la cuenca, toda vez que cuenta con un amplio borde costero.



2.9 Gobernanza del Agua a Nivel de Cuenca

En lo principal, se pueden distinguir actores públicos, que corresponden a los organismos del Estado con facultad normativa, fiscalizadora, de estudio, planificación y fomento sobre las aguas y los usuarios.

Los actores privados corresponden principalmente a titulares o beneficiarios directos de un derecho de aprovechamiento de agua consuntivo o no consuntivo, superficial o subterránea. (Comités de APR, dueños de pozos) y, por último, a los representantes de la sociedad civil, en estos actores se encuentran los dirigentes de organizaciones territoriales y funcionales, formales e informales, de grupos de ciudadanos afectados o beneficiados, directa o indirectamente. Además, en este grupo de actores se encuentran aquellas instituciones que poseen conocimiento específico sobre el tema que está trabajando, por ejemplo, universidades, centros de investigación, fundaciones, ONGs.

En la cuenca en estudio no existen organizaciones de usuarios de aguas, lo que conlleva a que la atención organizacional se derive a otra tipología de actores. En lo principal, se pueden distinguir actores públicos, que corresponden a los organismos del Estado con facultad normativa, fiscalizadora, de estudio, planificación y fomento sobre las aguas y los usuarios. Por su parte los actores privados corresponden, por un lado, a personas, agrupaciones civiles o productivas que son usuarios de agua para consumo humano, y que representan el mayor consumo de agua dentro de la cuenca. Adicionalmente se identificó instalaciones mineras de operación intermitente, las que se abastecen de agua en forma directa mediante camiones aljibe.

3 DEMANDA FÍSICA Y LEGAL

En la cuenca de las Isla Chiloé y Circundantes se identifica una demanda importante en el ámbito del consumo humano, tanto en los espacios urbanos y rurales, así como relevante también es la demanda de recursos respecto los ecosistemas terrestres y acuáticos. Le siguen las actividades pecuarias y agrícolas, sumando también el uso relacionado con la salmonicultura.

En la Tabla 3-1 se resumen las demandas hídricas en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes.

Tabla 3-1 Demanda total Periodo actual y proyectado (2022-2060)

Demanda	No consuntiva	Consuntiva	
		Actual	Proyectada
Consumo humano ⁽¹⁾	--	12,83	16,96
Necesidades mínimas ambientales	S/I	--	--
Agricultura Riego ⁽²⁾	--	0,68	0,68
Agricultura Secano	753,50	--	--
Pecuaria		2,39	1,57
Forestal	5.302,46	--	--
Minera	S/I	0,00	0,00
Industrial	S/I	51,19	58,53
Total	6.055,96	67,09	77,74

(1) Demanda para consumo humano (Bruta) y (2) Demanda para consumo agrícola bajo riego bruta

Fuente: Elaboración propia

4 OFERTA HÍDRICA

El cálculo de los valores se obtiene a partir de informes anteriores y de las campañas en terreno.

4.1 Aguas Superficiales

La oferta superficial corresponde a la cantidad de agua que ingresa a la cuenca y que se mantiene disponible para su uso en fuentes superficiales. Como valor de referencia de la oferta superficial en la cuenca, se puede considerar la precipitación ocurrida en las últimas décadas.

4.1.1 Hidrología

4.1.1.1 Cursos de Agua

La zona posee ríos de tres diferentes orígenes cordilleranos (Coluco), con afluentes mixtos cordilleranos y de suelos ñadis (Butalcura), y sólo provenientes de suelos ñadis (Puntra). También incluye arroyos emergentes y temporales, pantanos permanentes y meandros muertos, además de diferentes tipos de humedales inundables, debido a las oscilaciones mareales y los altos índices pluviométricos (Gobernación Provincial de Chiloé, 2015).

4.1.1.2 Cuerpos de Agua, Embalses y Humedales

Según antecedentes indicado en la Plataforma Inventario de Humedales de Chiloé, (2021) en la provincia de Chiloé se reconoce un total de 1.315 humedales, que ocupan una superficie de 35.478 hectáreas, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Humedales costeros:** son un total de 40 y cubren un total de 436 hectáreas, siendo los más importantes San Juan, Dalcahue; Putemún, Castro; Yaldad, Quellón
- **Humedales lacustres y ribereños:** son un total de 354, cubriendo un total de 16.343 hectáreas, río Pudeto, Ancud; lago Huillinco, Chonchi; laguna Chiguata, Quellón
- **Turberas:** son 921 con un total de 18.699 hectáreas, en Parque Nacional Chiloé, Ancud; Complejo Turberas Chiloé Central, Chonchi, Chaiguata y Quellón

Respecto a otros cuerpos de agua u obras mayores, en la zona de estudio no se reconocen embalses de importancia o significativos en la gestión actual de los recursos hídricos.

4.1.2 Oferta en la fuente

En el presente análisis se definen los siguientes conceptos.

- Oferta histórica (entre años hidrológicos 1985-2014): Promedio anual de la oferta entregada en el período de tiempo entre abril de 1985 y marzo de 2015.
- Oferta actual (entre años hidrológicos 2015-2018): Promedio anual de la oferta entregada en el período de tiempo entre abril de 2015 y marzo de 2019.

Dichas ofertas se analizan para el régimen hidrológico comentado:

- Oferta en régimen intervenido
- Oferta régimen natural

4.1.2.1 Oferta Histórica y Actual

El promedio de precipitación anual, considerando los 33 años, es de 17.422 hm³/año, equivalente a 1.915 (mm/año). El promedio para el período histórico es de 17.469 hm³/año, mientras que para el período actual es de 17.066 hm³/año. De la Figura 4 3 se puede observar que el año con mayor precipitación fue en el año 1994, mientras que el período más seco ocurrió en el año hidrológico 2016.

Tomando como punto de control los SHAC, en promedio la precipitación anual para Ancud es de 17.904 hm³/año, para Castro de 15.618 hm³/año, Chepu con 20.356 hm³/año, Huillinco 16.406 hm³/año, Piuchén 24.034 hm³/año, Quellón 16.035 hm³/año y las islas circundantes de 15.173 hm³/año.

4.1.2.2 Oferta proyectada

En Tabla 4-1 se observa la oferta superficiales promedios anuales estimadas en términos de hm³/año para cada década. Se aprecia tendencia general a la baja en el tiempo.

Tabla 4-1. Oferta superficial promedio anual proyectada en subcuencas DARH por década (hm³/año)

Subcuencas DARH	2020-2029	2030-2039	2040-2049	2050-2059	2020-2059
	(hm ³ /año)				
Costeras entre estero San Juan y Punta Ahoni	523	531	487	526	517
Costera entre lago Huillinco y río Medina	650	651	607	645	638
Costeras entre Punta Quetrelquén y estero San Juan	633	641	586	632	623
Costeras entre Punta Yatac y Cabo Quilán	808	813	753	803	794

Subcuencas DARH	2020-2029	2030-2039	2040-2049	2050-2059	2020-2059
	(hm ³ /año)				
Costeras entre río Chepu y lago Huillinco	1.595	1.595	1.485	1.572	1.562
Costera entre Río Medina y Río Inio	726	729	678	722	714
Isla Buta Chauques	43	43	39	42	42
Isla Cailin	32	32	30	32	31
Islas Chelen y Quehui	45	46	42	45	44
Isla Coldita	31	32	29	31	31
Isla de San Pedro	88	89	82	87	87
Isla Guafo	217	216	200	214	212
Isla Guaipiquil	21	21	19	21	20
Isla Laitec	28	29	26	28	28
Isla Lemuy	103	105	96	103	102
Isla Queler	33	33	31	33	33
Isla Quinchao	57	59	53	58	57
Isla Tac	11	11	10	11	10
Isla Tranqui	110	111	102	109	108
Islas Alao Apiao y Chaulinec	59	59	55	58	58
Islas Linlen Llingua	28	29	26	28	28
Islas Menlen Quenac y Caguach	43	43	40	43	42
Isla Mechuque	32	32	29	32	31
Isla Cheñiao	21	21	20	21	21
Lago Huillinco	1.092	1.102	1.018	1.089	1.075
Lago Yaldad	602	607	561	599	592
Laguna Quilo	294	295	273	290	288
Río Chepu	1.502	1.521	1.398	1.507	1.482
Río Grande	666	673	620	666	656
Río Huicha	181	182	168	179	178
Río Llanco	519	523	482	516	510
Río Medina	722	725	674	718	710
Río Negro	616	624	572	617	607
Río San Antonio	852	862	795	849	840
Total	12.983	13.085	12.085	12.925	12.769

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

4.1.3 Calidad del agua

La Tabla 4-2 indica que la calidad del agua de los cuerpos superficiales en Chiloé ha sufrido un detrimento en su condición desde los años 2015-2016 hacia 2017-2018.

Tabla 4-2. Indicador DGA para ODS 6.3.2 aguas superficiales en Chiloé

Año	Código cuenca	Nombre	Indicador	Clasificación ODS 6.3.2
2015	109	Islas Chiloé y circundantes	81,4815	Bueno
2016	109		91,6667	Bueno
2017	109		70,8333	No Bueno
2018	109		72,2222	No Bueno

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

4.1.4 Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación de aguas superficiales en la Isla Grande de Chiloé y las circundantes corresponde principalmente a las descargas de la actividad de producción de salmones y truchas, referido como Huella Hídrica "Gris".

4.2 Aguas Subterráneas

4.2.1 Hidrogeología

La información georreferenciada de los acuíferos presentes en la cuenca de las islas de Chiloé y circundantes se encuentra en la mapoteca de la página web de la Dirección General de Aguas (DGA). Se definen 6 SHAC dentro de la isla grande de Chiloé y otros 53 asociados al resto de cuerpos de tierra insulares, lo que totaliza 59 SHAC.

Las características de cada SHAC se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4-3. Oferta y Demanda de recursos hídricos subterráneos en los SHAC

Ubicación	AREA (km ²)	Recarga Media Anual (L/s)	Recarga Media Anual (hm ³ /año)	Derechos Subterráneos Otorgados (L/s)
Isla Grande	8.353	19.286	608,203	1.465
Islas circundantes	943,41	6.290	198,342	4.168

Fuente: Elaboración propia en base a datos DGA (2014a)

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han definido los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) como se visualiza en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.

SHAC	Situación	Área (km ²)
Ancud	Abierto	1.405
Chepu	Abierto	1.077
Castro	Abierto	656
Piuchén	Abierto	735
Huillinco	Abierto	1.737
Quellón	Abierto	2.743
Islas Circundantes (53)	Abierto	943,41

Fuente: Elaboración propia a partir DGA (2021)

4.2.2 Oferta en la Fuente

La oferta subterránea se considera como el volumen de agua que ingresa al subsuelo de la cuenca, y que recarga los acuíferos. A continuación, se presenta la oferta de agua subterránea estimada para la cuenca.

4.2.2.1 Oferta Histórica y actual

Para la caracterización de la oferta subterránea en los SHAC, se utiliza la Recarga (hm³/año) y el Volumen o Stock de los acuíferos (hm³). En la Tabla 4-5 se presentan los datos de volumen de agua y recarga en los SHAC, tanto para el periodo histórico y actual.

Tabla 4-5 Recarga para el periodo histórico y actual

Tipo	1990 -2020	Histórico	Actual
	hm ³ /año	1990 -2014 hm ³ /año	2015- 202 hm ³ /año
Recarga de los SHAC	519,6	521,5	511,9
Volumen húmedo de los SHAC	100.370,7	100.413,4	100.193,1

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Oferta Proyectada

La oferta proyectada corresponde a los valores de recarga y volumen húmedo de cada SHAC para el periodo futuro bajo el modelo de cambio climático MIROC-ESM. En la Tabla 4-6 se presenta la recarga media anual para el periodo proyectado y la comparación con el periodo actual.

Tabla 4-6 oferta proyectada para el periodo actual y proyectado

SHAC	2015- 2020 hm ³ /año	2021- 2060 hm ³ /año	2051- 2060 hm ³ /año	2015-2020/ 2051- 2060 hm ³ /año	
				Δ	Variación %
Recarga de los SHAC	469,6	410,5	412,9	-56,7	-13,81%
Volumen húmedo de los SHAC	100.193,1	98.657,2	97.467,7	-2.725,4	-2,76%

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Calidad del Agua

La DGA no posee un cálculo del ODS 6.3.2 para acuíferos en Chiloé. Existen algunos datos en el BNA, con lo cual a continuación se realiza una estimación de su condición siguiendo la metodología de referencia, adaptada por la DGA para Chile, sumado a los análisis de los resultados obtenidos en campaña de terreno.

4.2.4 Fuentes de contaminación

No se identificó fuentes de contaminación de las aguas subterráneas en la isla.

5 BALANCE DE AGUA

5.1 Modelo Conceptual

Los datos relevantes al generar las distintas capas del modelo numérico conceptual subterráneo, son:

- Profundidad de Basamento
- Sectorización de Acuíferos
- Propiedades Hidrogeológicas: Permeabilidad, Coeficiente de almacenamiento y coeficiente de infiltración
- Nivel Estático de las Aguas Subterráneas

Para un análisis más profundo, este acápite es detallado en el Anexo H.

5.2 Modelo numérico de simulación

5.2.1 Escenarios de Cambio Climático

Para la caracterización de las forzantes meteorológicas se toman en consideración los cuatro Modelos de Circulación General (conocidos como GCM en inglés) incluidos en el estudio Actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de la Macrozona Sur y Parte Norte de la Macrozona Austral (DGA, 2019a). De lo anterior se indica que resultó **modelo MIROC-ESM como seleccionado**.

5.2.2 Balance de Agua Actual

La Tabla 5-1 presenta la comparación de las entradas y salidas respecto balance hídrico superficial.

Tabla 5-1. Balance hídrico superficial en Chiloé. Entradas y salidas del sistema. Periodo histórico y actual hm³/año

Salidas entradas	1990-2020	Comparación periodos histórico y actual	
		Histórico	Actual
	hm ³ /año	1990-2014	2015-2020
		hm ³ /año	hm ³ /año
Entradas	16.990,3	17.026,9	16.837,9
Salidas	16.989,2	17.029,9	16.819,7
Variación volumen almacenado (ΔV)	1,1	-3,0	18,3
Balance	-0,1	-0,1	-0,1
Error (%)	0,0%	0,0%	00%

Fuente: Elaboración propia en bases a datos del Modelo

5.2.3 Balance de Agua Proyectado

De la misma forma que en el punto anterior se genera un análisis del balance proyectado. Para el caso de aguas superficiales, los datos proyectados se presentan en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Balance hídrico de aguas superficiales, período proyectado

Salidas entradas	2021-2060	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060
	hm ³ /año				
Entradas	14.826,0	15.115,8	15.148,0	14.087,1	14.953,1
Salidas	14.833,6	15.118,7	15.160,9	14.088,8	14.966,0
Variación volumen almacenado (ΔV)	-7,6	-2,8	-12,9	-1,5	-13,0
Balance	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	0,0
Error (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Brechas Hídricas

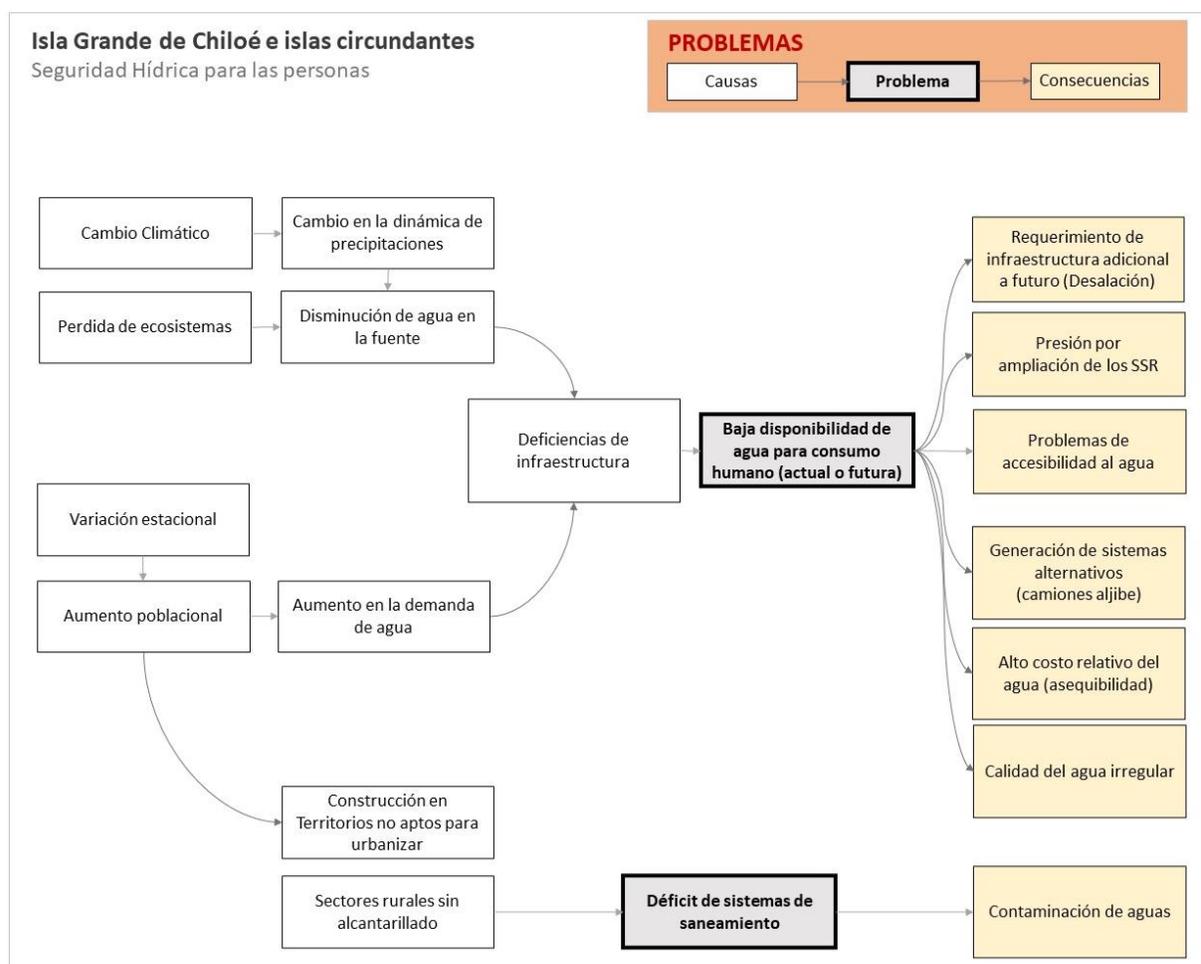
Las brechas hídricas en la cuenca se identifican como resultado del diagnóstico de la línea base realizada para el presente estudio. Esta información es presentada según la estructura planteada para la formulación del plan, utilizando la gráfica de árbol de problemas para representar las brechas.

5.3.1 Seguridad Hídrica para las Personas

Respecto de la seguridad hídrica para las personas, el problema central identificado se muestra en la Figura 5-1.

Para este eje de seguridad hídrica, las brechas listadas son:

- ✓ BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas
- ✓ BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales
- ✓ BPER 3 Población atendida por camiones aljibe
- ✓ BPER 4 Déficit de saneamiento en sectores urbanos y rurales
- ✓ BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales



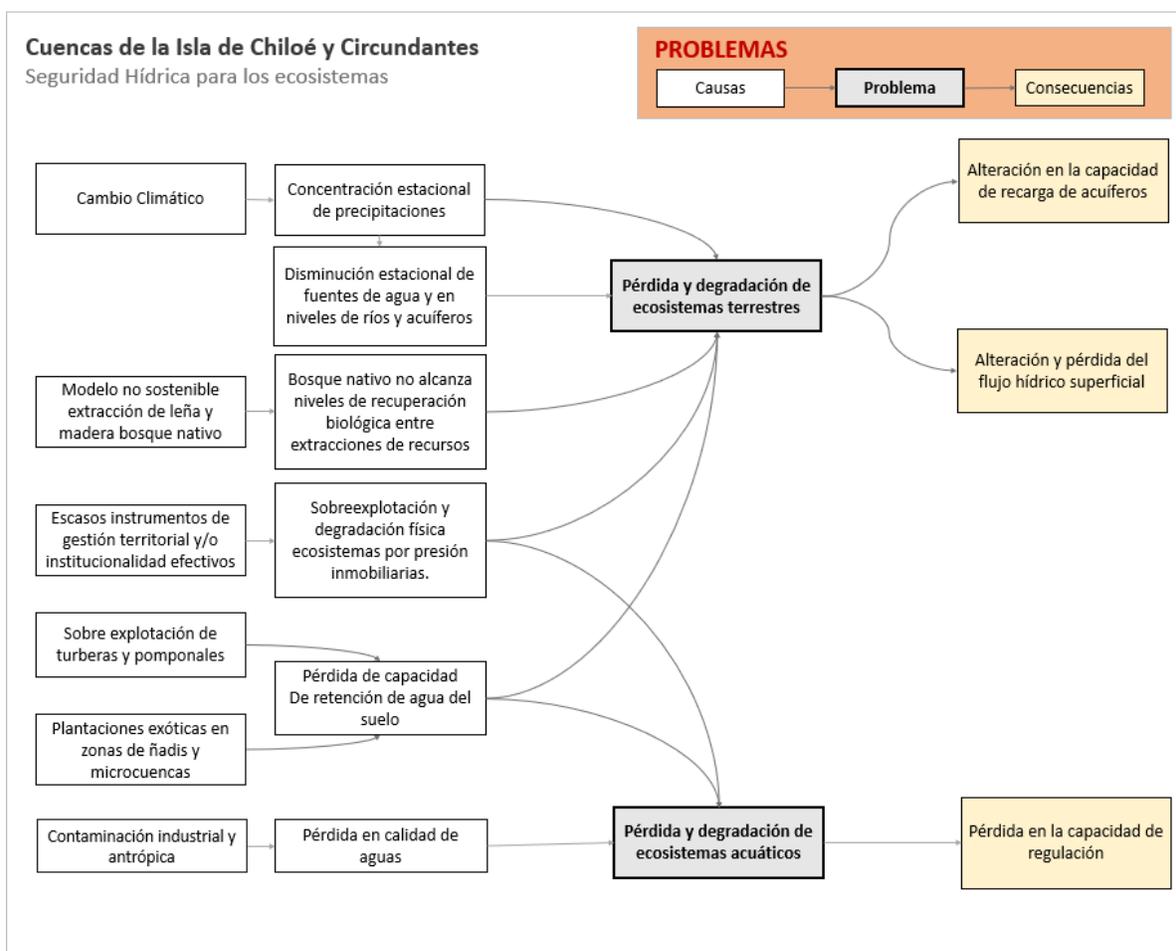
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-1. Árbol de problemas para las personas

5.3.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

Se concluyó que el problema central de este punto es la pérdida y deterioro de ecosistemas terrestres y acuáticos (Figura 5-2). Para este eje de seguridad hídrica, las brechas listadas son:

- ✓ BECO 1 Caudal ecológico insuficiente
- ✓ BECO 2 Deterioro de ecosistemas acuáticos
- ✓ BECO 3 Pérdida y degradación de vegetación terrestre
- ✓ BECO 4 Degradación y desertificación



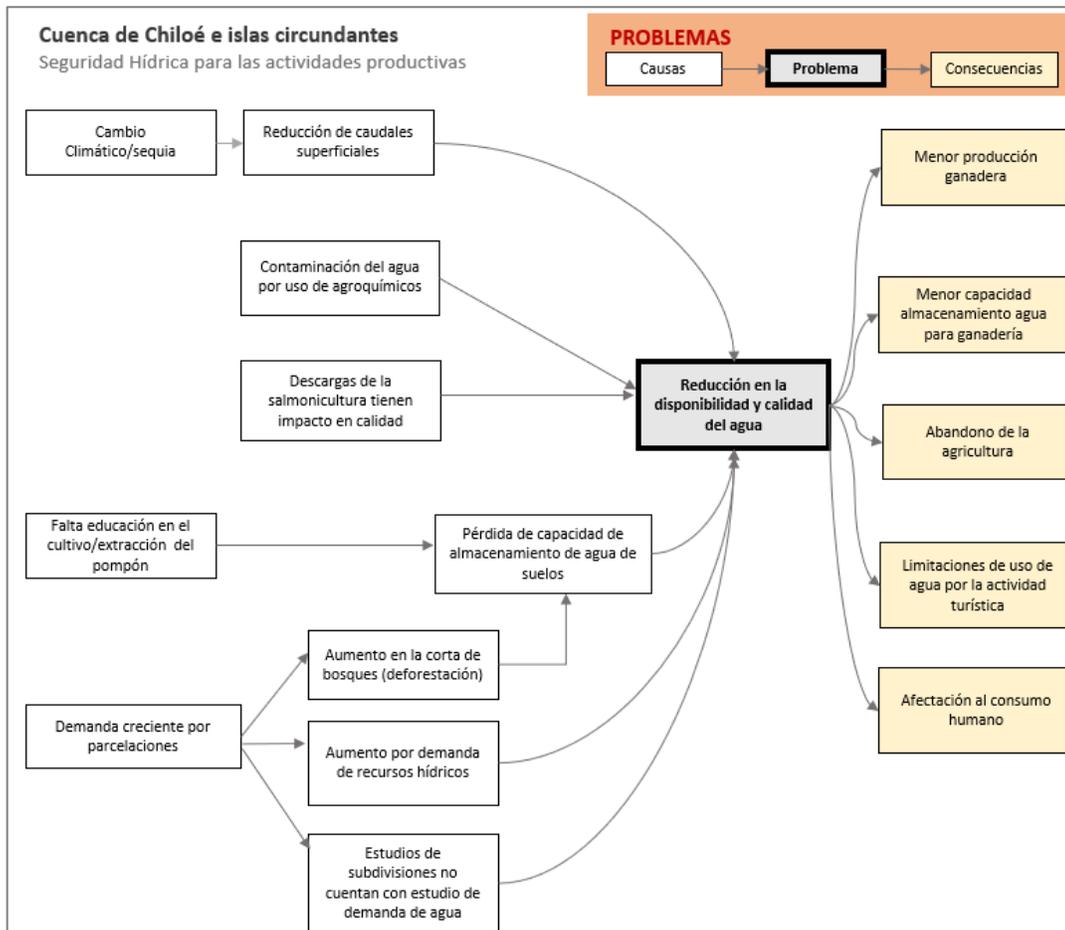
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-2. Árbol de problemas para ecosistemas

5.3.3 Seguridad Hídrica para las Actividades Productivas

El análisis para la cuenca de Chiloé e Islas circundantes permitió identificar como problema central la disminución en la disponibilidad y seguridad hídrica del agua, especialmente en época estival, limitando el desarrollo de actividades productivas presentes en la cuenca (Figura 5-3).

Para este eje de seguridad hídrica, la brecha listada es: BPRO 1 Seguridad Hídrica para la Agricultura Familiar Campesina.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-3. Árbol de problemas para las actividades productivas

5.3.4 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

Para eje de seguridad se reconoce la brecha denominada BEXT1 Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante la escasez hídrica

5.3.5 Gestión Institucional

En este punto se evaluó brechas a nivel de generación de información primaria y secundaria en la cuenca, fiscalización, derechos de aprovechamiento de agua y solicitudes asociadas, así como la relación con las organizaciones de usuarios de agua:

- ✓ BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica
- ✓ BGES 2 Deficiencias en el estado de los derechos de aprovechamiento de aguas
- ✓ BGES 3 Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua

5.3.6 Gobernanza

La brecha identificada para este eje es BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca.

5.4 Indicadores Hídricos de la Cuenca

Se diferencian tres tipos de indicadores, de estado, impacto y de proceso.

- Indicadores de Estado
- Indicadores de Impacto
- Indicadores de Proceso

5.5 Análisis de Sensibilidad

5.5.1 Escenarios de Gestión

El análisis de sensibilidad corresponde a la modelación de escenarios de gestión dentro de la cuenca. Estos escenarios permiten proyectar, a través del modelo hidrológico y análisis complementarios en otras plataformas, situaciones futuras que resulten del cambio climático y de distintas estrategias de gestión. De esta forma, se da sustento a la definición de las estrategias del Plan. Se definieron dos escenarios de gestión para la cuenca, los que se describen en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3 Escenarios de gestión seleccionados

Escenario	Objetivo	Resultados
Escenario Tendencial	Estimar la respuesta del sistema a la proyección de cambio climático seleccionada	Estado: evolución de la oferta de agua superficial; recarga y volumen húmedo de acuíferos. Personas: satisfacción de fuentes de APU + SSR agrupados y N° de meses al año en que no se satisface la demanda de producción)
EG 01 Aumento poblacional	Evaluar la satisfacción de la demanda de agua para las personas bajo un supuesto de aumento acelerado de la población	
EG 02 Cambio de Uso de Suelo	Evaluar la evolución de parámetros hidrológicos e hidrogeológicos bajo el supuesto de que elimina la cobertura de bosque nativo no protegida	

Escenario	Objetivo	Resultados
EG 03 Tranques de Acumulación de Aguas Lluvia (Plan)	Evaluar la posibilidad de instalar tranques de acumulación de aguas lluvia para suplir brecha identificada en EG01	Ecosistemas: Variación del caudal entrante por humedal seleccionado Desarrollo Productivo: N° de meses al año por debajo de precipitación promedio mensual

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Evaluación económica de alternativas

Se realizó una revisión de los principales componentes evaluados dentro de los escenarios de gestión, y en general dentro del presente Plan Estratégico.

En este caso, el único componente considerado como una inversión dentro del sector recursos hídricos son los tranques de acumulación de aguas lluvia. Dentro del plan estratégico se propone el estudio de ingeniería, pero para efectos de análisis, se realizará un análisis de la conveniencia de su construcción, para poder compararlo contra alternativas como la desalación como fuente alternativa de agua.

Para determinar el costo aproximado de la medida, se realizó una serie de supuestos:

- Que los tranques tienen una capacidad de almacenamiento de 100.000 m³ cada uno.
- Dado que ambos tranques son iguales, el ejercicio se realizará para uno solo de estos.
- Se supuso que el costo de construcción de un tranque de 100.000 m³ es de \$800 millones de pesos, lo que incluye expropiación de la superficie (4 ha), el costo de construcción del muro principal, red de captaciones (para el caso que se traiga excedentes de más de un estero) y la conducción de entrega.
- Se supuso que el tranque opera como reserva, por lo que provee gradualmente entre el 0% hasta el 50% del consumo de una localidad como Castro, en un plazo de 30 años

Se realizó un análisis financiero simple, con los siguientes parámetros:

- ✓ Período de evaluación, 30 años
- ✓ Tasa interés, 10%
- ✓ Costo financiero, se consideró nulo para este análisis
- ✓ Costo de inversión, \$800 millones de pesos que se cargan en el primer año
- ✓ Costo de operación del embalse, \$50 pesos por m³ de agua transportado, invariable en el tiempo
- ✓ Precio del agua invariable en el tiempo

-
- ✓ El volumen de agua a vender corresponde a la brecha que existe en las localidades abastecidas. La producción en 2020 es de 0,75 hm³ (totalmente satisfecha) y se asume que la brecha llegará a 0,38 hm³ en 30 años.

En una primera consulta, se fijó la tasa de interés y se determinó el precio teórico al cual debe venderse el agua dentro de la concesión, el que resultó ser de \$770 pesos/ m³. En este caso, el factor que incide en mayor medida es el costo de inversión (CAPEX), ya que incluso, si el costo de operación fuese igual a \$0/ m³, el precio por m³ de agua sería de \$720/ m³. Es decir, el costo del agua siempre será \$720/ m³ más el costo de operación. No se consideró en el análisis el costo de tratamiento, por lo que el precio determinado corresponde a un valor adicional a la tarifa actual.

La alternativa frente a la construcción de ambos tranques, es la construcción de plantas desalinizadoras de agua de mar. Se estima que el costo de entrega de 1 m³ de agua desalinizada es similar al costo de largo plazo alcanzado mediante las alternativas de acumulación, sin embargo, el agua de mar desalinizada tiene las siguientes externalidades negativas:

- ✓ La población tiende a desconocer el gusto del agua de mar desalada
- ✓ La iniciativa requiere de provisión de energía permanente, lo que incide en el costo de operación y eventualmente, en la emisión de gases de efecto invernadero
- ✓ Las PADM tienen descargas de salmuera que pudieran entrar en conflicto con otros usos del borde costero

Si bien los embalses de acumulación también tienen externalidades negativas, principalmente asociadas al impacto ambiental sobre la superficie inundada y la alteración de cauces naturales, se considera que el alcance de estos es mucho menor a la desalación. Así mismo, la acumulación de agua se acerca a la cultura del agua que mantiene la población local, por lo que se prevé su fácil aceptación.

6 ACCIONES

Se presentan las iniciativas público-privadas identificadas en la cuenca, con el propósito de conectarlas a la propuesta realizada en el contexto del presente Plan Estratégico.

6.1 Seguridad Hídrica para las Personas

- ✓ **Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria ESSAL**
- ✓ **Red Participativa de Agua Potable para el sector Catrumán:** Red participativa de agua potable.
- ✓ **Agua lluvia en Quemchi (Fundación Amulén – Softys):** Se benefició a 16 familias con la tecnología mexicana “Isla Urbana” capta, almacena y potabiliza agua de lluvia, permitiendo disponibilizar a cada familia hasta 120.000 L al año en promedio.
- ✓ **Planta Desalinizadora en Isla Cheñiao:** Instalación de planta desalinizadora compacta (instalada dentro de un contenedor marítimo).

6.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

Si bien existen distintas organizaciones (como Senda Darwin, y las mismas iniciativas de protección privada como Tantauco), se destaca el proyecto de Paisaje de conservación Chiloé, desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente con financiamiento GEF.

Paisaje de Conservación Chiloé: Territorio que posee un patrimonio natural y valores culturales y paisajísticos asociados de especial interés regional o nacional para su conservación. Es una iniciativa impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cofinanciamiento destinado al apoyo a actividades productivas con una alta sintonía con el cuidado del entorno natural, propendiendo al desarrollo sustentable en la zona noroeste del archipiélago.

6.3 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo

El desarrollo productivo del archipiélago se ha basado tradicionalmente en una agricultura de secano, provista por la continuidad estacional de las precipitaciones, sumado a actividades ganaderas y de pesca. Se suman posteriormente la producción industrial de salmones, y actividades extractivas como los pomponales y turberas.

- ✓ Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y drenaje (Ley 18.450)
- ✓ Proyectos de riego individuales y asociativos
- ✓ Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial, SIPAM

6.4 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

- ✓ Financiamiento especial en caso de escasez hídrica

6.5 Otras acciones de planificación

- ✓ Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos

Los objetivos de este instrumento son, entre otros, Aumentar la disponibilidad y las fuentes de abastecimiento de agua, creando infraestructura en zonas con mayor disponibilidad del recurso hídrico; Ampliar programas y oferta pública para inversión en sistemas de abastecimiento hídrico, desarrollando líneas de financiamiento para grupos de viviendas y soluciones prediales; etc.

7 INICIATIVAS PROPUESTAS

El proceso de formulación del Plan Estratégico consiste en la descripción de las estrategias de evaluación de las soluciones para alcanzar un equilibrio en el balance de las aguas que se utilizan en la cuenca al año 2050 (Balance); así como para la definición de iniciativas requeridas para la Seguridad Hídrica y para la Gestión.

En los apartados que siguen se presenta la síntesis de alternativas priorizadas por eje estratégico, a partir de las brechas identificadas previamente en el numeral 5.3 del presente informe. En cada una de ellas se describe el proceso de análisis y las acciones de validación realizadas con los actores de la cuenca.

7.1 Seguridad Hídrica para las Personas

Las iniciativas se precisan en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1 Iniciativas de Seguridad Hídrica para las personas

Iniciativa	Brecha
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	
PER 1.1 – Planes de Desarrollo Urbano	BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas
PER 1.2 – Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas
PER 2 - Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales

Iniciativa	Brecha
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.3 – Acreditación de SSR que no son de dependencia DOH	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantención Preventiva	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.7 – Aumento en la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de saneamiento rural	BPER 4 Déficit de saneamiento en sectores urbanos y rurales BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas Desconectadas	
PER 3.1 – Mejoras en el abastecimiento de sectores dispersos	BPER 3 Población en riesgo de abastecimiento de agua potable

Fuente: Elaboración propia

7.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

En Tabla 7-2 se presentan las iniciativas priorizadas y la brecha a la cual responden.

Tabla 7-2 Iniciativas de Seguridad Hídrica de los Ecosistemas

Iniciativa	Brecha
ECO 1 – Protección de Ecosistemas Acuáticos	
ECO 1.1 – Acuerdo de Gestión de Humedales	BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos
ECO 1.2 – Seguimiento de humedales	BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos BECO 3 Uso intensivo de ecosistemas acuáticos continentales para cultivos hidrobiológicos

Iniciativa	Brecha
ECO 1 – Protección de Ecosistemas Acuáticos	
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	
ECO 2.1 – Protección de comunidades mediterráneas	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre
ECO 2.2 – Estudio para la Protección de fuentes de agua	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre BECO 5 Extracción de turberas y pomponales
ECO 2.3 – Restauración de Ecosistemas Terrestres	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre
ECO 2.4 – Recuperación de suelos degradados	BECO 6 Degradación y desertificación

Fuente: Elaboración propia

7.2.1 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo

La Tabla 7-3 presenta las iniciativas y las brechas a las cuales responden.

Tabla 7-3 Iniciativas de Seguridad Hídrica del Desarrollo Productivo

Iniciativa	Brecha
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	
PRO 1.1 – Mejoras en el acceso al agua en la Agricultura Familiar Campesina	BPRO 1 Seguridad Hídrica para la Agricultura Familiar Campesina

Fuente: Elaboración propia

7.3 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

La iniciativa propuesta se entrega en la Tabla 7-4.

Tabla 7-4 Iniciativas de Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

Iniciativa	Brecha
EXT 1 – Adaptación a condición permanente de escasez	
EXT 1.1 – Profundizar la adaptación a condición permanente de escasez	BEXT 1 Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante la escasez hídrica

Fuente: Elaboración propia

7.4 Gestión Institucional

En la Tabla 7-5 se presenta las líneas de acción e iniciativas asociadas.

Tabla 7-5. Iniciativas de Gestión institucional

Iniciativa	Brecha
GES 1 - Generación de Información	
GES 1.1 – Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica
GES 1.2 – Nuevas estaciones de la Red Hidrométrica	BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica
GES 2 – Derechos de Aprovechamiento de Agua	
GES 2.1 – Saneamiento de derechos de aprovechamiento de aguas	BGES 2 Deficiencias en el estado de los Derechos de Aprovechamiento de Agua
GES 3 – Fiscalización	
GES 3.1 – Mejoras en las capacidades de fiscalización	BGES 3 Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua

Fuente: Elaboración propia

7.5 Gobernanza

En la Tabla 7-6 se presenta las iniciativas requeridas para conformar una gobernanza en la cuenca.

Tabla 7-6 Iniciativas de Gobernanza

Iniciativa	Brecha
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	
GOB 1.1 - Implementación de una estructura de gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca
GOB 2 - Implementación de una Gobernanza Local de Recursos Hídricos	
GOB 2.1 – Fortalecimiento de la Gestión hídrica municipal	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca

Fuente: Elaboración propia



7.6 Alternativas seleccionadas

Se presentó el proceso de evaluación de cada una de las alternativas seleccionadas, las que fueron priorizadas mediante la metodología de árbol de soluciones. En la Tabla 7-7 se presenta la cartera de iniciativas propuestas en formato de ficha, para cada uno de los seis ejes estratégicos de planificación: Balance, Seguridad Hídrica (para las personas, ecosistemas, actividades productivas, eventos extremos, gestión institucional y gobernanza).

Tabla 7-7. Alternativas Seleccionadas

Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulador	Organismo Financiero
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	5.235.507	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	4.780	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	33.893	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	150.635	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	2.390	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	86.905	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	17.381	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	27.506	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	384.369	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	2.141.340	DOH SSR	DOH SSR



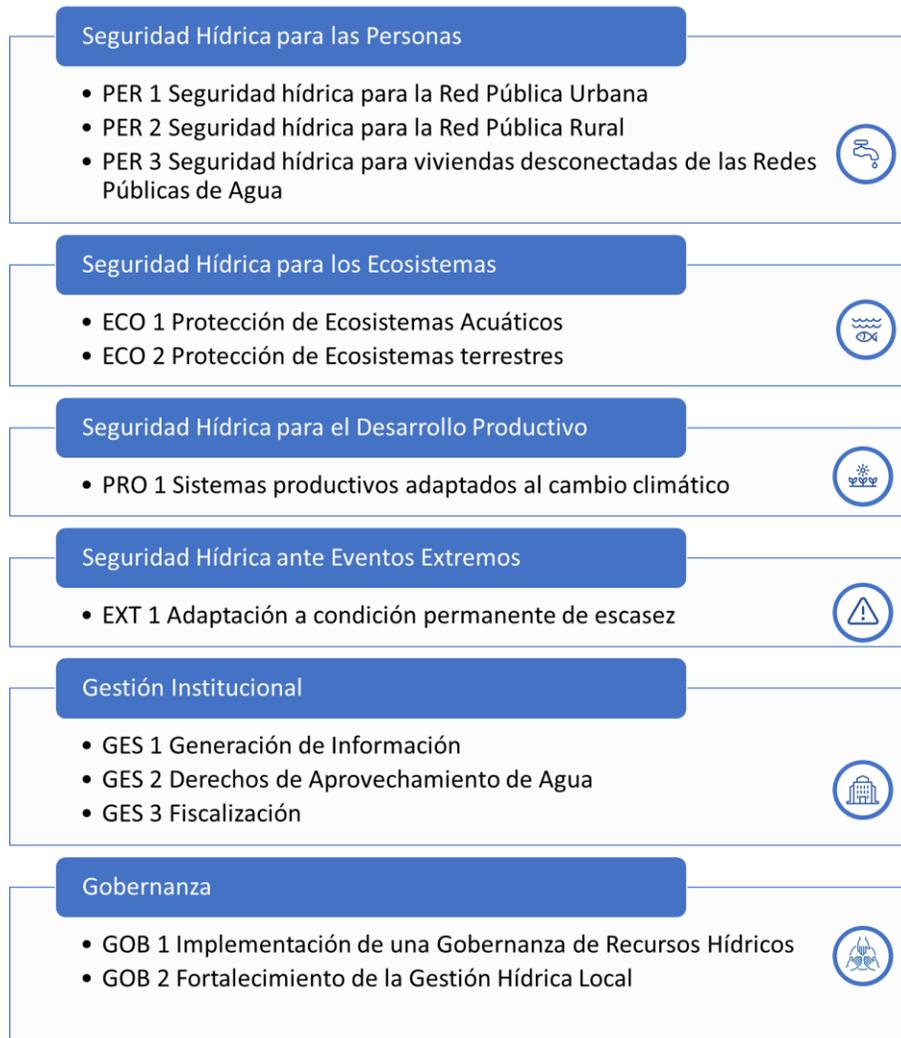
Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulador	Organismo Financiero
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	682.784	Gobierno Regional	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 1 – Protección de Humedales	ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	13.615	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 1 – Protección de Humedales	ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	623.862	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	86.905	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	10.718	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	860.169	CONAF	CONAF
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	390.006	SAG	SAG
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	910.185	INDAP	INDAP
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	EXT 1 – Reducción de la exposición ante incendios forestales	EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	7.242	Gobierno Regional	Gobierno Regional
05 Gestión Institucional	GES 1 - Generación de Información	GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	8.691	DGA Hidrología	Gobierno Regional



Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulador	Organismo Financiero
05 Gestión Institucional	GES 1 - Generación de Información	GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	19.119	DGA Hidrología	DGA
05 Gestión Institucional	GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	11.002	DGA DARH	DGA
05 Gestión Institucional	GES 3 - Fiscalización	GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	3.476	DGA Fiscalización	Gobierno Regional
06 Gobernanza	GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	4.287	Gobierno Regional	Gobierno Regional
06 Gobernanza	GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	6.952	DGA	DGA
		TOTAL	11.899.269		

7.7 Líneas de Acción

El Plan Estratégico se formuló a partir de una estructura de Ejes Estratégicos, Líneas de Acción e iniciativas, la que se resume en el esquema de la Figura 7-1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7-1 Líneas de Acción del Plan Estratégico

7.8 Valorización económica del Plan

El costo total del Plan Estratégico es de UF **11.899.269**. En la Tabla 7-8 se presenta el resumen de inversión por cada línea de acción.

Tabla 7-8. Resumen de iniciativas de inversión

Ejes Estratégicos y Líneas de Acción	Costo (UF)	%
01 Seguridad Hídrica para las Personas	8.767.490	73,2%
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	5.240.287	44,0%
PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	2.844.420	23,5%
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	682.784	5,7%
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	1.985.276	16,7%
ECO 1 – Protección de Humedales	637.477	5,4%
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	1.347.798	11,3%
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	910.185	7,6%
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	910.185	7,6%
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	7.242	0,1%
EXT 1 – Reducción de la exposición ante incendios forestales	7.242	0,1%
05 Gestión Institucional	42.288	0,4%
GES 1 - Generación de Información	27.810	0,2%
GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	11.002	0,1%
GES 3 - Fiscalización	3.476	0,0%
06 Gobernanza	186.788	1,6%
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	179.835	1,5%
GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	6.952	0,1%
Total general	11.899.269	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7-9 resume la inversión por institución responsable y período de ejecución.

Tabla 7-9. Resumen de inversión por Organismo Ejecutor y Plazo

Organismo Formulador de las iniciativas	Total (UF)	Corto Plazo (1 a 5 años)	Mediano Plazo (6 a 10 años)	Largo Plazo (11 a 30 años)	%
DOH SSR	2.844.420	396.477	226.071	2.221.872	23,9%
DGA	175.548	29.258	29.258	117.032	1,5%
DGA Hidrología	19.119	9.560	9.560		0,2%
DGA Fiscalización	3.476	3.476			0,0%
DGA DC y PRH	8.691	8.691			0,1%
DGA DARH	11.002	11.002			0,1%
SAG	390.006	65.001	65.001	260.004	3,3%
INDAP	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
CONAF	860.169	143.361	143.361	573.446	7,2%
MMA	735.101	232.892	100.442	401.767	6,2%
Gobierno Regional	701.266	246.076	227.595	227.595	5,9%
Empresa Sanitaria	5.240.287	877.364	872.584	3.490.338	0,0%
Total general	11.899.269	2.174.856	1.825.569	7.898.844	56,0%
Total (%)		18,28%	15,34%	66,38%	

Fuente: Elaboración propia

7.9 Cronograma de soluciones

En la Tabla 7-10 se presentan las iniciativas según plazo de implementación.

Tabla 7-10. Cronograma de Implementación de Iniciativas

Eje Estratégico y Líneas de Acción	Total (UF)	Corto Plazo (1 a 5 años)	Mediano Plazo (6 a 10 años)	Largo Plazo (11 a 30 años)	%
01 Seguridad Hídrica para las Personas	8.767.490	1.501.436	1.326.250	5.939.805	73,2%
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	5.240.287	877.364	872.584	3.490.338	44,0%
PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	2.844.420	396.477	226.071	2.221.872	23,5%
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	682.784	227.595	227.595	227.595	5,7%
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	1.985.276	441.254	308.804	1.235.217	16,7%
ECO 1 – Protección de Humedales	637.477	135.268	100.442	401.767	5,4%
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	1.347.798	305.986	208.362	833.450	11,3%
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	7.242	7.242			0,1%
EXT 1 – Reducción de la exposición ante incendios forestales	7.242	7.242			0,1%
05 Gestión Institucional	42.288	32.728	9.560		0,4%
GES 1 - Generación de Información	27.810	18.250	9.560		0,2%
GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	11.002	11.002			0,1%
GES 3 - Fiscalización	3.476	3.476			0,0%
06 Gobernanza	186.788	40.498	29.258	117.032	1,6%
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	179.835	33.545	29.258	117.032	1,5%
GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	6.952	6.952			0,1%
Total general	11.899.269	2.174.856	1.825.569	7.898.844	100,0%
Porcentaje		18,28%	15,34%	66,38%	

Fuente: Elaboración propia

8 IMPLEMENTACIÓN

Se abordan iniciativas de corto y largo plazo. La Tabla 8-1 presenta las iniciativas propuestas para el corto plazo (1 a 5 años), identificando la inversión total, la parcial, el responsable, el financiamiento y el origen de estas.

Tabla 8-1. Hitos de referencia del Plan (inversión a corto largo plazo)

Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Corto Plazo (UF)	%
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	872.584	40,12%
PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	4.780	0,22%
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	5.649	0,26%
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	150.635	6,93%
PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	2.390	0,11%
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	14.484	0,67%
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	17.381	0,80%
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	13.753	0,63%
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	192.185	8,84%
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	227.595	10,46%
ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	13.615	0,63%

Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Corto Plazo (UF)	%
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	121.653	5,59%
ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	86.905	4,00%
ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	10.718	0,49%
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	CONAF	CONAF	Público (Sectorial)	143.361	6,59%
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	SAG	SAG	Público (Sectorial)	65.001	2,99%
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	INDAP	INDAP	Público (Sectorial)	151.698	6,98%
EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	7.242	0,33%
GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	DGA DC y PRH	Gobierno Regional	Público (Regional)	8.691	0,40%
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	DGA Hidrología	DGA	Público (Sectorial)	9.560	0,44%
GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	DGA DARH	DGA	Público (Sectorial)	11.002	0,51%
GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	DGA Fiscalización	Gobierno Regional	Público (Regional)	3.476	0,16%
GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	4.287	0,20%
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	DGA	DGA	Público (Sectorial)	29.258	1,35%
GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	6.952	0,32%
TOTAL				2.174.856	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el mediano (6 a 10 años) y largo plazo (11 a 30 años desde el inicio del Plan) se detalla en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2. Hitos de referencia del Plan (inversión a mediano y largo plazo)

Iniciativa	Organismo Formulator	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Mediano Plazo (UF)	Inversión en Largo Plazo (UF)	%
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	872.584	3.490.338	44,87%
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	5.649	22.595	0,29%
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	14.484	57.937	0,74%
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	13.753	-	0,14%
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	192.185	-	1,98%
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	-	2.141.340	22,02%
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	227.595	227.595	4,68%
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	100.442	401.767	5,16%
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	CONAF	CONAF	Público (Sectorial)	143.361	573.446	7,37%
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	SAG	SAG	Público (Sectorial)	65.001	260.004	3,34%



Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Mediano Plazo (UF)	Inversión en Largo Plazo (UF)	%
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	INDAP	INDAP	Público (Sectorial)	151.698	606.790	7,80%
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	DGA Hidrología	DGA	Público (Sectorial)	9.560	-	0,10%
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	DGA	DGA	Público (Sectorial)	29.258	117.032	1,50%
TOTAL				1.825.569	7.898.844	100,00%

Fuente: elaboración propia

8.1 Estrategia de implementación

La estrategia de implementación del Plan recoge la estructura del instrumento, los aspectos institucionales y de gobernanza, de cultura del agua y de financiamiento.

8.1.1 Aspectos Institucionales

Se propone la instalación de un Consejo de Cuenca, público privado, que trabaje en conjunto con grupos de trabajo por eje de seguridad hídrica, con el soporte técnico de una Secretaría ad hoc. Los componentes de la gobernanza propuestos.

- Consejo de Cuenca: Corresponde a una instancia público-privada compuesta por representantes del Estado, de los Gobiernos Locales, de los usuarios directos e indirectos de las aguas, así como la sociedad civil organizada (Centros de estudio, organizaciones funcionales, ONGs).
- Comités de Seguridad Hídrica: Corresponden a una instancia operativa, donde se aborda en particular cada uno de los ejes de Seguridad Hídrica empleados en el estudio (y otros que a futuro se estime conveniente). Por definición, son instancias técnicas orientadas a la definición y cumplimiento de objetivos y metas.
- Ejes Habilitantes: Corresponden a aspectos transversales de la seguridad hídrica con otros aspectos clave de la seguridad a nivel país (alimentaria, energética, social), pero particularmente aspectos clave que son requisito para la implementación de la estrategia propuesta: ordenamiento territorial, I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), género e inclusión, entre otros que sean de relevancia a nivel local.
- Secretaría Técnica: De carácter permanente que de soporte a la gobernanza propuesta.
- Hitos de la Gobernanza: Los hitos para la instalación de la gobernanza consideran una instalación progresiva del conjunto de definiciones, acuerdos, responsabilidades, deberes y derechos asociados a la gobernanza. Una de las limitantes principales que debe ser abordada es la ausencia de una definición previa del sistema de gobernanza, por lo que el proceso de instalación requiere de un carácter convocante, inclusivo, y sobre todo progresivo, de manera tal que las definiciones recojan la participación de todos los actores, y se adapten a las necesidades de cada cuenca.

8.1.2 Aspectos de financiamiento

El financiamiento del Plan Estratégico corresponde principalmente a actores estatales (recae principalmente en el Ministerio de Obras Públicas), estando concentrada la inversión en obras civiles, de saneamiento, y tecnificación de zonas de riego. Destaca también el presupuesto asignado a recuperación de suelos degradados en la cuenca, como una estrategia para la recuperación del ciclo hidrológico en los sectores afectados.

La gobernanza, mencionada en los aspectos institucionales, se propone como una instancia público-privada que debe contar con una Secretaría Técnica, que proporcione un apoyo técnico permanente, manteniendo la continuidad de las actividades que se realizan en la cuenca o en la región. Para mantener esta Secretaría a nivel regional se requiere un presupuesto base **\$202.000.000.-** al año (iniciativa GOB 1.2), y dentro de este monto se considera el establecimiento de un equipo técnico permanente compuesto por un Secretario, un equipo de modeladores para mantener operativos los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, además de un staff de asesores senior.

8.2 Estrategia de comunicación

La estrategia de comunicación del Plan considera la difusión y discusión de este con los actores públicos y privados que participan de la gobernanza, así como su comunicación al resto de los actores regionales con interés en la gestión de los recursos hídricos. La estrategia considera los siguientes elementos:

8.3 Identificación de fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento público de las iniciativas propuestas se presentan en Tabla 8-3.

Tabla 8-3. Análisis de Fuentes de Financiamiento

Fuente de Financiamiento	Total (UF)	%
Privado	5.240.286,6	44,0%
Público (Regional)	1.448.533,1	12,2%
Público (Sectorial)	5.210.449,5	43,8%
Total general	11.899.269,2	100,0%

Fuente: Elaboración propia

9 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

En la Tabla 9-1 se presentan los indicadores para cada una de las iniciativas del Plan.

Tabla 9-1. Indicadores del Proceso

Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Seguimiento a la implementación de los planes de desarrollo	Permanente	21.775 arranques (referencial)	Nº de arranques incorporados
PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	El seguimiento corresponde a la verificación del estudio de prefactibilidad.	1	Acta de recepción del estudio técnico	Nº de estudios ejecutados
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	El seguimiento corresponde a la verificación de las capacitaciones, diseño y aprobación de cursos, y convocatoria.	Permanente	125 personas acreditadas al año	Nº de personas acreditadas
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	Generación de subsidio a la contratación de administradores	5	a lo menos 50 SSR beneficiados	Nº de SSR beneficiados
PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	Inscripción de SSR en el MOP	2 AÑOS	25 SSR inscritos	Nº de SSR inscritos
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	Verificación de aprobación de programas de desarrollo por SSR	Permanente	Todos los SSR del archipiélago con Planes de Desarrollo al día	Nº de SSR con Programas de Desarrollo al día
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	Seguimiento al desarrollo del sistema (3 módulos), puesta en marcha y carga de SSR	5	1. Diseño del sistema de información 2. Desarrollo 3. Puesta en marcha 4. Carga de información de SSR	Nº de SSR conectados a la plataforma
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	Verificación de instalación de sistemas de medición y de telemetría	10	104 SSR con telemetría	Nº de SSR con sistemas de medición y telemetría

Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	Aumento de cobertura de población con acceso al agua potable	5	1.642 arranques resueltos	Nº de arranques resueltos
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	Aumento de cobertura de población con acceso al tratamiento de aguas servidas	30	10 SSR	Nº de SSR con tratamiento de aguas servidas
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Seguimiento a la implementación de las intervenciones por objeto de protección	10	2.000 viviendas con solución definitiva, además de las que estén comprendidas en la expansión de redes urbanas y rurales	Nº de viviendas con solución de seguridad hídrica
ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	Realización del estudio y suscripción del acuerdo	2 años	19 acuerdos	Nº de acuerdos de gestión alcanzados
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	Seguimiento a las campañas trimestrales de monitoreo.	Permanente	19 humedales con monitoreo	Nº de humedales con monitoreo
ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	Seguimiento al desarrollo de iniciativas en el archipiélago	5	10 comunas	Nº de comunas incluidas dentro del programa
ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	El seguimiento a la iniciativa está dado por la ejecución del estudio y la difusión de sus resultados.	2	1 estudio ejecutado, verificado mediante recepción de informe final	Nº de estudios ejecutados
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	El seguimiento a la iniciativa está dado por el número de iniciativas a escala territorial efectivamente implementadas.	10	13.475 ha recuperadas	Nº de ha recuperadas
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	superficie efectivamente bonificada para la restauración de suelos degradados.	10	69.042 ha de suelo recuperadas	superficie efectivamente bonificada para la restauración de suelos degradados.
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar	El seguimiento de la iniciativa corresponde a la verificación del número de beneficiarios que	10	1.571 usuarios beneficiados	Nº de usuarios beneficiados

Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
Campešina al cambio climático	efectivamente recibieron apoyo para la implementación de una solución predial.			
EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	El seguimiento consiste en la ejecución del estudio y la propuesta de instrumentos de adaptación	2	1 estudio ejecutado, verificado mediante recepción de informe final	Nº de estudios ejecutados
GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.	1	20 humedales estudiados	Nº estudios ejecutados
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	El seguimiento consiste en la verificación de la implementación de los pozos de monitoreo	1	2 estaciones meteorológicas 6 estaciones fluviométricas 5 estaciones de niveles de pozos	Nº de estaciones implementadas
GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	El seguimiento consiste en el número de derechos de aprovechamiento efectivamente saneados y de la ejecución de la campaña de difusión	1	468 derechos de aprovechamiento saneados Medios de verificación de la campaña de difusión	Nº de derechos saneados
GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente y de las capacitaciones a municipios	1	Acta de ejecución del estudio	Nº de estudios y capacitaciones ejecutadas
GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del programa correspondiente.	1	Acta de ejecución del programa	1 programa ejecutado
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.	1	Definición de alcances, financiamiento y licitación de Secretaría Técnica	Años de operación de la Secretaría Técnica
GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	Seguimiento consiste en la verificación del rol de coordinación	5	5 años de coordinación	Años de funcionamiento del coordinador

Fuente: Elaboración propia



El seguimiento del Plan es responsabilidad de la gobernanza y los actores que la conforman. Sin embargo, dada la complejidad de los indicadores propuestos, se considera necesario que se defina una secretaría técnica con financiamiento público, que realice los informes técnicos correspondientes y los ponga a disposición de la gobernanza.

Se requiere un ejercicio permanente de evaluación y adaptación, que se traduce en una revisión quinquenal, donde se revise el cumplimiento dentro del período anterior, y se ajusten las iniciativas a las demandas del momento. Según la estructura de gobernanza propuesta para el Plan Estratégico, estos planes quinquenales deben ser coordinados por la Secretaría Ejecutiva, y validados por el Consejo de Cuenca. En complemento, el Plan Estratégico se debiera reformular cada 10 años.



10 ASPECTOS NORMATIVOS

Desde el punto de vista sectorial, la formulación de estos Planes responde al mandato de la Dirección General de Aguas respecto de Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento y arbitrar las medidas necesarias para prevenir y evitar el agotamiento de los acuíferos (art 299, del Código de Aguas); y específicamente se encuentran contenidos en la propuesta de modificaciones a este cuerpo normativo que se encuentra en tramitación en el Congreso desde el año 2011, específicamente en el artículo 293 bis. La incorporación de los PEGH dentro del Código de Aguas es relevante en tanto se formaliza a este instrumento como la estructura base para la planificación en las cuencas, al mismo tiempo que definiría la necesidad de actualizarlo cada diez años.

En atención a lo evaluado en esta cuenca, se identificó la necesidad de instrumentos de planificación de carácter regional, interregional (macrozonas) y nacional que definan las políticas generales respecto de la gestión de los recursos hídricos, al estilo de una Estrategia Nacional de Recursos Hídricos y una Política Nacional de Recursos Hídricos. En este sentido, el análisis por cuenca, si bien es adecuado a la escala local, no permite la discusión de soluciones que, por su escala, trascienden el ámbito de la cuenca, como puede ser la evaluación de las carreteras hídricas, el rol de la Ley de Riego en la eficiencia hídrica, y particularmente una Estrategia Nacional de Desalinización.

Un aspecto relevante para la gestión de los recursos hídricos es la integración con otros instrumentos de planificación territorial y sectorial: Los Planes corresponden a instrumentos sectoriales, tal y como puede ser una estrategia regional de biodiversidad, o un plan de desarrollo energético. Sin embargo, no existe una mayor conexión con los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. En este contexto, la gobernanza regional propuesta por el presente Plan Estratégico se superpone a los vacíos de planificación sectorial, ya que proporciona una instancia regional, al mismo tiempo que promueve acuerdos de uso del territorio en forma coordinada, acortando la brecha con los instrumentos de planificación territorial. Sin embargo, la misma gobernanza carece de un marco normativo y, para su funcionamiento, requiere de un acuerdo regional que le proporcione un financiamiento mínimo para los equipos técnicos requeridos, así como para los estudios de perfil y prefactibilidad que de ésta resulten.

A continuación se presenta una relación de los principales instrumentos normativos relacionados con el Plan Estratégico.

10.1 Modificaciones al Código de Aguas

Con fecha 6 de abril de 2022, se publicó en el Diario Oficial y entró en vigencia la Ley N° 21.435 que reforma el Código de Aguas. A continuación se presenta un resumen de las principales modificaciones que incorpora este cuerpo normativo³.

Planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas

Se establece la creación de Planes Estratégicos de Recursos Hídricos que buscan propiciar la seguridad hídrica para cada cuenca, son públicos y se deben actualizar cada 10 años. En el artículo 293 bis se señala que cada cuenca del país deberá contar con un Plan Estratégico de Recursos Hídricos tendiente a propiciar la seguridad hídrica en el contexto de las restricciones asociadas al cambio climático, el cual será público.

Derecho de Aprovechamiento de Aguas (“DAA”)

La Reforma reafirma el carácter de derecho real de los DAA. Sin embargo, los nuevos DAA que se constituyan tendrán límites temporales, hasta por 30 años, prorrogables automáticamente, salvo que la Dirección General de Aguas (“DGA”) pruebe su no uso efectivo o la afectación a la sustentabilidad de la fuente. Asimismo, se agrega el concepto de interés público como requisito de procedencia para la constitución de nuevos DAA.

Derecho humano al agua y su saneamiento

La Reforma consagra el derecho humano al agua y su saneamiento, estableciendo que el Presidente de la República podrá constituir reservas de aguas superficiales o subterráneas para la función de subsistencia, la facultad de la DGA para constituir DAA para dichos usos y la posibilidad de entregar las aguas reservadas a empresas sanitarias para garantizar el consumo humano y saneamiento.

Otros aspectos contenidos en la reforma son:

- Patentes por no utilización
- Nuevas atribuciones generales de redistribución de aguas de la DGA
- Nuevas atribuciones de la DGA en relación con declaraciones de zonas de escasez hídrica
- Facultades presidenciales especiales
- Aguas del minero
- Mayor regulación de las aguas subterráneas y otorgamiento y ejercicio de DAA sobre ellas
- Caudal mínimo ecológico
- Procedimientos de regularización del artículo 2° y 5° transitorio

³ Revisado en: <https://www.carey.cl/entra-en-vigor-la-reforma-al-codigo-de-aguas/#:~:text=La%20Reforma%20consagra%20el%20derecho,entregar%20las%20aguas%20reservadas%20a>

10.2 Ley Marco de Cambio Climático

El lunes 13 de junio de 2022 fue publicada en el Diario Oficial la Ley Marco de Cambio Climático. La ley establece como meta que el país sea carbono neutral y resiliente al clima a más tardar el 2050, una fecha que incluso podría adelantarse si las circunstancias así lo permiten, ya que será revisada cada cinco años. Además, para enfrentar el cambio climático, establece acciones concretas para 17 ministerios.

En concreto se definen 11 planes sectoriales (dentro de los que se encuentran los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos por cuenca, PERHC; además de instrumentos nacionales (Plan de Acción Nacional de Cambio Climático), regionales (Plan de Acción Regional de Cambio Climático, PARCC) y comunales (Plan de Acción Comunal de Cambio Climático, PACCC). A nivel regional se definen los Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC). Todos estos instrumentos deben alinearse bajo la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

10.3 Ley de Servicios Sanitarios Rurales

La Ley que regula los Servicios Sanitarios rurales, o Ley 20.998, fue publicada en febrero de 2017, y a la fecha se encuentran en discusión parlamentaria la posibilidad de flexibilizar sus requisitos y plazos de implementación, a fin de garantizar una implementación gradual y adecuada, y fortalecer la asistencia y el acompañamiento a los comités y cooperativas de servicios sanitarios rurales en el tiempo intermedio

La ley menciona dos planes dentro de su articulado, Planes de Acción y Planes de Inversión.

Los Planes de Acción son definidos en el artículo 18 de la ley, por complemento a los requerimientos que cada licenciataria (SSR que cuenta con autorización de operación) debe acreditar cada 5 años, los que se establecen en el artículo 17, que se detalla a continuación.

Artículo 17.- Evaluación. No obstante el carácter de indefinidas de las licencias, cada cinco años las licenciatarias deberán acreditar ante la Subdirección el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Calidad del agua, conforme al decreto supremo N° 735, del Ministerio de Salud, de 1969, que contiene el Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano, o las normas que lo reemplacen.
- b) Cantidad.
- c) Continuidad del servicio.



-
- d) La existencia de un fondo de reserva para garantía del servicio.
 - e) La existencia de un plan de inversiones aprobado por la Subdirección, cuando corresponda.

Se exceptuarán de cumplir la exigencia del plan de inversiones aquellos sistemas que en su estructura tarifaria sólo contemplen operación y mantención de instalación e infraestructura.

- f) La existencia de algún título para el uso o dominio de derechos de aprovechamiento de aguas.
- g) La aprobación de los estados financieros por la Subdirección.

Las licenciatarias clasificadas como operadores mayores deberán mantener a disposición de la Subdirección los estados financieros auditados del año respectivo.

- h) Gestión administrativa informada favorablemente por la Subdirección.
- i) Cálculo tarifario aprobado.
- j) Nivel tarifario.

La Subdirección podrá exceptuar del cumplimiento de alguno de los requisitos antes señalados, por resolución fundada, a los siguientes operadores:

- a) Los que operen en zonas extremas.
- b) Los que operen con menos de cien arranques.
- c) Los que sean calificados fundadamente por la Subdirección como exceptuados.

Artículo 18.- Quienes no cumplan con los requisitos exigidos en el artículo anterior (art. 17) tendrán un plazo adicional de cinco años para hacerlo. En dicho caso deberán proponer a la Subdirección un plan de acción, el que deberá ser aprobado por ésta. Corresponderá al reglamento determinar las condiciones y requisitos que deberá contener el plan de acción.

Si vencido el plazo adicional no se ha dado cumplimiento al plan de acción y a los requisitos, la licencia se transformará en provisoria.

En consecuencia, el Plan de Acción no es mandatorio, y solo corresponde su implementación para el caso de incumplimientos a los requerimientos establecidos en el artículo 17.

En complemento, se mencionan los Planes de Inversiones, mencionados en el literal e) del artículo 17, y que se detallan en el artículo 20.

Artículo 20 .- Solicitud. La solicitud de licencia se presentará ante la Subdirección. La solicitud, cuyas características se determinarán en el reglamento, contendrá, a lo menos, lo siguiente:

- 1) La identificación del comité o cooperativa peticionaria.
- 2) Un certificado de vigencia de la organización, emitido por la autoridad competente.
- 3) La identificación de la etapa del servicio sanitario rural que se solicita, de acuerdo a la clasificación indicada en el artículo 7º de esta ley.
- 4) La identificación de las fuentes de agua y sus respectivos derechos, en el caso de la licencia de producción rural de agua potable.

La licenciataria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, circunstancia que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina el reglamento.

- 5) Análisis de calidad del agua cruda de la fuente.
- 6) La identificación de las demás licenciatarias o concesionarias de servicio público sanitario con las cuales se relacionará.
- 7) Los límites del área geográfica en que se prestarán los servicios sanitarios rurales.
- 8) Las características de las aguas servidas a tratar, del efluente y del cuerpo receptor, en el caso de la licencia de tratamiento y disposición de aguas servidas.
- 9) Un inventario valorizado de bienes, derechos y obligaciones, y un estado de situación con una antigüedad no superior a treinta días a la fecha de su presentación, que deberá contener el análisis correspondiente a cada una de sus cuentas.

10) Una descripción técnica general y un cronograma de las obras proyectadas para un plazo de cinco años, con su respectivo plan de inversiones, si correspondiere.

- 11) Propuesta tarifaria.
- 12) Los demás antecedentes requeridos de conformidad al reglamento.

10.4 Integración con otros instrumentos de planificación territorial y sectorial

Complementariamente, los Planes Estratégicos corresponden a instrumentos sectoriales, tal y como puede ser una estrategia regional de biodiversidad, o un plan de desarrollo energético. Sin embargo, no existe una mayor conexión con los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Si bien el Decreto N°469/2019, publicado en julio de 2021,



aprueba la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, está pendiente la discusión de la relación entre instrumentos y, sobre todo, de la regulación del uso del territorio fuera del contexto urbano. En particular, en la región existen potenciales conflictos por una eventual saturación del borde costero producto del desarrollo de plantas desaladoras de agua de mar. De ahí la necesidad de avanzar en un ordenamiento que favorezca acuerdos y consensos sobre el uso del territorio.

En este contexto, la gobernanza regional propuesta por el presente Plan Estratégico se superpone a los vacíos de planificación sectorial, ya que proporciona una instancia regional, al mismo tiempo que promueve acuerdos de uso del territorio en forma coordinada, acortando la brecha con los instrumentos de planificación territorial. Sin embargo, la misma gobernanza carece de un marco normativo y, para su funcionamiento, requiere de un acuerdo regional que le proporcione un financiamiento mínimo para los equipos técnicos requeridos, así como para los estudios de perfil y prefactibilidad que de ésta resulten.

En consecuencia, se requiere un avance coordinado del país en materia hídrica (aguas terrestres y marinas), en enfoques estratégicos (estrategias nacionales de recursos hídricos, minería, energía), y principalmente a nivel territorial, para una mejor gestión de los usos y sus externalidades, positivas y negativas.

10.4.1 Estrategia de Recursos Hídricos de la provincia de Chiloé

En particular, la “Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos” fue elaborada en el año 2014, y publicada en el año 2015. Respondió a un proceso participativo que es reconocido por los actores del archipiélago, impulsado desde la Gobernación provincial de Chiloé.

El presente Plan Estratégico tuvo en consideración, en todo momento, la política existente al momento de generar sus propuestas, existiendo una alta coincidencia entre ambos instrumentos. En este sentido, el PEGH puede ser considerado como una actualización y ampliación de la información disponible, lo que permitió una profundización en la cuantificación de los indicadores y metas para un proceso de planificación efectivo.

En consecuencia, el PEGH (y PERHC) constituyen una profundización de la política, y proporcionan una hoja de ruta actualizada para su implementación.