



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

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN CUENCA DEL RÍO YELCHO

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

GEO-SAFE LTDA.

S.I.T. N° 506

Santiago, noviembre 2022

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Arquitecto Sr. Juan Carlos García Pérez de Arce

Director General de Aguas
Ingeniero Forestal Sr. Rodrigo Sanhueza Bravo

Jefe División de Estudios y Planificación (S)
Ingeniera Civil Sra. Andrea Osses Vargas

Inspector Fiscal
PhD Ingeniero Agrícola Sr. Carlos Flores Arenas

Inspectores Fiscales (S)
Ingeniero Civil Sr. Oscar López Arenas
Ingeniero Agrónomo Sr. Javier Vidal Reyes

GEO-SAFE LTDA.

Jefa de Proyecto
Geóloga Carmen Copier Mella

Profesionales Equipo Especialistas
Geólogo Carlos Parraguez D.
Bióloga Marina Alejandra Paredes C.
Ingeniera Civil Maricel Gibbs R.
Historiador Gonzalo Pérez R.
Geógrafo Javier Fuentes T.
Ingeniero Civil David Poblete L.
Geógrafa Francisca Bown G.

Profesionales Equipo Complementario
Ingeniero Civil (E) Aldo Flores G.
Ingeniero Civil Aníbal Uribe B.
Geóloga Valentina Rosales A.
Geólogo Rodrigo Meneses S.
Sociólogo Javier Castillo A.
Ingeniero Civil Simón Caneo B.

Para citar bibliográficamente este estudio, se recomienda la siguiente manera: Dirección General de Aguas (DGA), 2022. Plan Estratégico de Gestión Hídrica en Cuenca del Río Yelcho, SIT No 506, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile. Realizado por GEO-SAFE LTDA.

"Los mapas publicados en este informe que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2º, letra G del Decreto con Fuerza de Ley N° 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores y la rectificación del Decreto Supremo 432 de 1954 (DOF 23.004) del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el Diario Oficial del 5 de abril de 1955"

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA.....	5
2.1. DIMENSIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA	5
2.1.1. Localización Geográfica y Transfronteriza	5
2.1.2. Elevaciones	10
2.1.3. Geomorfología	11
2.1.4. Geología	15
2.1.5. Suelos	18
2.1.6. Drenaje principal.....	22
2.1.7. División político-administrativa.....	24
2.1.8. Actividad económica	26
2.2. CLIMA.....	38
2.2.1. Caracterización climática	38
2.2.2. Extremos y variabilidad climática	43
2.2.3. Escenarios de cambio climático	50
2.3. DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	51
2.3.1. Unidades ecosistémicas (áreas protegidas, SNASPE, RAMSAR, otros).....	51
2.3.2. Glaciares.....	61
2.4. INFRAESTRUCTURA HÍDRICA.....	65
2.4.1. Obras hidráulicas	65
2.4.2. Red Hidrométrica DGA	69
2.4.3. Red Hidrométrica de otras instituciones.....	74
2.5. NUEVAS FUENTES EXISTENTES.....	74
2.6. GOBERNANZA DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA.....	75
2.6.1. Análisis de Brechas.....	76
2.6.2. Análisis FODA y Mapeo de Actores.....	84
2.6.3. Género y participación ciudadana en la gestión de los recursos hídricos ..	104
3. DEMANDA FÍSICA Y LEGAL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA DIFERENTES USOS	109
3.1. USO HUMANO	109
3.1.1. Proyección Demográfica	109
3.1.2. Agua potable urbana, actual y proyectada.....	110
3.1.3. Agua Potable Rural, actual y proyectada.....	111
3.1.4. Derechos de agua para uso humano	113
3.2. NECESIDADES MÍNIMAS AMBIENTALES	113
3.2.1. Demanda evapotranspirativa de la cobertura vegetal.....	113
3.2.2. Caudal de reserva para protección ambiental.....	115
3.2.3. Caudales ecológicos.....	117
3.3. DEMANDA AGRÍCOLA Y PECUARIA.....	117
3.3.1. Demanda agrícola	117
3.3.2. Demanda pecuaria	118

3.3.3.	Derechos de agua para uso agropecuario	120
3.4.	DEMANDA MINERA	121
3.5.	DEMANDA INDUSTRIAL.....	121
3.6.	OTRAS DEMANDAS	122
3.6.1.	Demanda por generación eléctrica.....	122
3.6.2.	Demanda del sector acuícola	123
3.6.3.	Derechos de agua de otros usos.....	123
3.7.	RESUMEN DE DEMANDAS	124
3.8.	ANÁLISIS DE MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS	124
4.	OFERTA HÍDRICA	125
4.1.	AGUA SUPERFICIAL	125
4.1.1.	Fuentes superficiales	125
4.1.2.	Oferta en la Fuente.....	128
4.1.3.	Oferta en la fuente proyectada.....	129
4.1.4.	Calidad actual	131
4.1.5.	Derechos concedidos	145
4.2.	AGUA SUBTERRÁNEA	146
4.2.1.	Fuentes subterráneas	146
4.2.2.	Stock, recarga, descarga y niveles.....	159
4.2.3.	Estadística de parámetros de calidad	167
4.2.4.	Fuentes de contaminación	172
4.2.5.	Derechos Concedidos.....	172
4.3.	GLACIARES.....	173
4.3.1.	Aporte a las fuentes superficiales	173
4.3.2.	Evolución histórica y aportes a fuentes.....	174
4.3.3.	Evolución proyectada y aportes a fuentes.....	181
5.	BALANCE DE AGUA.....	183
5.1.	MODELOS HIDROGEOLÓGICOS CONCEPTUALES.....	183
5.2.	MODELOS 3 D.....	184
5.3.	MODELO DE SIMULACIÓN	188
5.3.1.	Situación actual	188
5.3.2.	Situación proyectada	189
5.4.	BRECHAS	192
5.4.1.	Resultado escenario base	192
5.4.2.	Brecha: Agua Potable	194
5.4.3.	Brecha: Agrícola.....	194
5.4.4.	Brechas de información.....	195
5.5.	SUSTENTABILIDAD.....	196
5.6.	INDICADORES HÍDRICOS DE LA CUENCA	196
5.6.1.	Cobertura de Agua Potable Rural	196
5.6.2.	Cobertura de Agua Potable Urbana	197
5.6.3.	Cobertura Agrícola.....	198
5.6.4.	Demanda Ambiental	198
5.7.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	201

5.7.1.	Escenario: Futuro Base con Derechos de Aprovechamiento	201
5.7.2.	Escenario 2: Mejora en Sistemas de Agua Potable	202
5.7.3.	Escenario 3: Exigencia de Caudal Ecológico Mínimo	203
5.7.4.	Escenario 4: Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental	203
5.8.	MERCADO DE AGUAS	205
5.8.1.	Fuentes de información consideradas para el análisis	205
5.8.2.	Integración registros DGA y contenidos en RPA del CBR	205
5.8.3.	Estimación del valor del agua	206
6.	ACCIONES	207
6.1.	GENERALIDADES	207
6.2.	SOLUCIÓN BASADA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN (Sbs)	210
6.2.1.	Estudio de Lagos	211
6.2.2.	Actualización de cartografía de base	213
6.2.3.	Estudios en materia de Glaciares	216
6.2.4.	Estudio hidrogeológico	219
6.2.5.	Estudios y levantamiento de información respecto a la calidad del agua ..	221
6.3.	SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA (SbN)	229
6.3.1.	Protección y conservación de los ecosistemas	229
6.3.2.	Constitución de reservas	240
6.4.	SOLUCIONES BASADAS EN LA INFRAESTRUCTURA	242
6.4.1.	Obras menores	243
6.5.	SOLUCIÓN BASADA EN LA GESTIÓN (SbG)	260
6.5.1.	Capital humano	260
6.5.2.	Gobernanza	264
7.	CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS	273
7.1.	SÍNTESIS DE LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS (rankeadas)	273
7.2.	ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	279
7.2.1.	Evaluación económica	279
7.2.2.	Evaluación social	281
7.2.3.	Evaluación ambiental	282
7.2.4.	Priorización de las medidas	282
7.3.	VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTION HÍDRICA	285
7.3.1.	Acciones según Ejecutor o mandante D.G.A	285
7.3.2.	Acciones ejecutadas por otras instituciones	286
7.3.3.	Distribución de costos por actores	287
7.4.	CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES	288
8.	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	291
8.1.	HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	291
8.1.1.	Corto plazo	291
8.1.2.	Mediano plazo	292
8.1.3.	Largo plazo	293
8.2.	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	293
8.3.	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN	294
8.3.1.	Comunicación y difusión durante el desarrollo del estudio	294

8.3.2. Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores.....	295
8.4. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN.....	296
9. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN.....	297
10. ASPECTOS NORMATIVOS.....	299

TABLAS

Tabla 2-1: Subcuencas Hidrológicas - Cuenca río Yelcho	5
Tabla 2-2: Uso de suelo actual en la cuenca del Río Yelcho	20
Tabla 2-3: Superficie comunal de la cuenca del río Yelcho.....	24
Tabla 2-4: Población actual (2020) y densidad poblacional de la cuenca del río Yelcho	26
Tabla 2-5: Población por comuna y sexo.....	26
Tabla 2-6: Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario por comuna	28
Tabla 2-7: Población en situación de pobreza, evaluado como pobreza por ingresos y pobreza multidimensional [hab.].....	29
Tabla 2-8: Número de empresas, Ventas en UF y Número de trabajadores dependientes informados por Comuna, 2015.	32
Tabla 2-9: Superficie de riego según Censo Agropecuario, año 1997 y 2007, distritos relacionados con cuenca del río Yelcho.	35
Tabla 2-10: Número de cabezas según tipo de ganadería en los distritos de la cuenca del río Yelcho.....	36
Tabla 2-11: Unidades de Generación Eléctrica y Tipologías	37
Tabla 2-12: Cobertura de Servicios de la empresa ESSAL por comuna.....	37
Tabla 2-13: Diferencia estimada sobre el modelo IPSL – CM6A – LR para las variables de precipitación y temperatura sobre la cuenca del río Yelcho.....	51
Tabla 2-14: Superficie por uso de suelo por comuna	52
Tabla 2-15: Especies de fauna potencialmente presentes en la cuenca del río Yelcho	58
Tabla 2-16: Especies de flora potencialmente presentes en la cuenca del río Yelcho	60
Tabla 2-17: Catastro de glaciares del lado chileno y argentino de la cuenca del río Yelcho.	63
Tabla 2-18: Registro de centrales hidroeléctricas de la Cuenca Río Yelcho.....	65
Tabla 2-19: Territorio operacional de concesionarias de agua potable urbana en la cuenca del río Yelcho	66
Tabla 2-20: Registro de PTAS de Ubicación de la cuenca del río Yelcho.....	66
Tabla 2-21: Registro de PTAS de Descarga de la cuenca del río Yelcho	66
Tabla 2-22: Registro de APRs de la cuenca del río Yelcho.....	66
Tabla 2-23: Red hidrométrica DGA Cuenca río Yelcho.....	69
Tabla 2-24: Estaciones meteorológicas pertenecientes a red hidrométrica DGA- cuenca río Yelcho.....	72
Tabla 2-25: Estaciones fluviométricas pertenecientes a red hidrométrica DGA.....	72
Tabla 2-26: Estación de calidad de aguas perteneciente a red hidrométrica DGA	73
Tabla 2-27: Estación de nivel de lagos vigentes.....	73
Tabla 2-28: Red hidrométrica de otras instituciones- cuenca río Yelcho	74
Tabla 2-29: Comparativa Instituciones Públicas.....	86
Tabla 2-30: Instituciones Públicas Municipales	90
Tabla 2-31: Participación según género, Reuniones de Presentación Actores locales.....	105
Tabla 2-32: Participación según género, talleres de Diagnóstico Actores locales	106
Tabla 2-33: Participación según género, talleres de Diagnóstico Actores locales	107
Tabla 3-1: Población Urbana actual y proyectada en la cuenca de río Yelcho.	110
Tabla 3-2: Población Rural actual y proyectada en la cuenca del río Yelcho.	110

Tabla 3-3: Demanda APU actual y proyectada en [mm ³ /año] y [l/s].....	110
Tabla 3-4: Demanda APR EL Amarillo actual y proyectada en [Mm ³ /año] y [l/s]	111
Tabla 3-5: Demanda APR EL Malito, actual y proyectada en [Mm ³ /año] y [l/s].....	112
Tabla 3-6: Demanda Población Rural fuera del SSR existente, actual y proyectada en [Mm ³ /año] y [l/s]	112
Tabla 3-7: DAA consuntivos y caudal asociado, destinados al consumo humano.	113
Tabla 3-8: Usos del suelo de las cuencas de Yelcho, superficie por uso en hectáreas.	114
Tabla 3-9: Coeficientes de cultivo preliminares para bosques, pastizales y matorrales de la cuenca de río Yelcho	114
Tabla 3-10: Caudal de reserva para protección ambiental en [m ³ /s] en cada estación considerada	115
Tabla 3-11: Caudal ecológico mínimo [m ³ /s] en estaciones fluviométricas de la DGA, cuenca de río Yelcho.	117
Tabla 3-12: Superficie regada por subcuenca [ha].	118
Tabla 3-13: Demanda agrícola en [Mm ³ /año] y [l/s].	118
Tabla 3-14: Número de cabezas de ganado, estimación actual y proyección futura, por subcuenca río Futaleufú.....	119
Tabla 3-15: Número de cabezas de ganado, estimación actual y proyección futura, por subcuenca río Yelcho.....	119
Tabla 3-16: Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca río Futaleufú [Mm ³ /s] y [l/s].....	120
Tabla 3-17: Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca río Yelcho en [Mm ³ /s] y [l/s].....	120
Tabla 3-18: DAA consuntivos y caudal asociado, destinados al uso agropecuario	121
Tabla 3-19: Consumo de Unidad Futaleufú [Mm ³ /año] y [l/s].	122
Tabla 3-20: DAA consuntivos y caudal asociado, acuicultura y piscicultura.	123
Tabla 3-21: Resumen de demandas de uso productivo de la cuenca de río Yelcho en [Mm ³ /año] y [l/s].	124
Tabla 3-22: Resumen de demandas ambientales en cuenca de río Yelcho.	124
Tabla 4-1: Regímenes y caudales promedio histórico en la cuenca del río Yelcho	125
Tabla 4-2: Clasificación de las cuencas hidrográficas BNA	126
Tabla 4-3: Clasificación de cuencas hidrográficas DARH.....	126
Tabla 4-4: Oferta en [m ³ /s] a nivel de fuente, para diferentes probabilidades de excedencia, periodo 1981 a 2020.....	128
Tabla 4-5: Oferta en [m ³ /s] a nivel de fuente, para diferentes probabilidades de excedencia, periodo 2021 a 2050.....	129
Tabla 4-6: Tabla estaciones DGA Cuenca del río Yelcho	132
Tabla 4-7: Cumplimiento normativo por parámetro estación Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (CA).....	132
Tabla 4-8: Cumplimiento normativo por parámetro estación río Futaleufú en la frontera..	133
Tabla 4-9: Resumen del cumplimiento normativo a la NCh 409/05 durante el periodo de tiempo analizado por estación de monitoreo.....	140
Tabla 4-10: Resumen del cumplimiento normativo a la NCh 1333/78 durante el periodo de tiempo analizado por estación de monitoreo.....	140
Tabla 4-11: Cumplimiento normativo a la NCh 409/05 desde el año 2019.....	141

Tabla 4-12: Cumplimiento normativo a la NCh 1333/78 desde el año 2019	141
Tabla 4-13: Fuentes de contaminación del agua en las comunas de Futaleufú y Chaitén ..	143
Tabla 4-14: Subcuencas afectadas con la plaga Didymo en la cuenca del río Yelcho	144
Tabla 4-15: DAA superficiales constituidos en la cuenca según tipo del DAA y ejercicio del DAA	146
Tabla 4-16: Sectores acuíferos de la cuenca del Río Yelcho	158
Tabla 4-17: Áreas de restricción y zonas de prohibición en la cuenca del río Yelcho.....	158
Tabla 4-18: Volúmenes de acuíferos por SHAC.	165
Tabla 4-19: Niveles Estáticos detectados en cuenca río Yelcho	165
Tabla 4-20: Niveles estáticos- Cuenca río Yelcho	166
Tabla 4-21: Flujos subterráneos en la cuenca del río Yelcho	166
Tabla 4-22: Recarga SHAC-cuenca río Yelcho	167
Tabla 4-23: Muestras aguas subterránea y vertientes	167
Tabla 4-24: DAA y caudal otorgados	173
Tabla 4-25: DAA otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA.....	173
Tabla 4-26: Cuadro comparativo de catastros de glaciares nacionales en el río Yelcho respecto a otras fuentes de datos y variaciones morfométricas.	174
Tabla 4-27: Número y área de lagos proglaciares, cuenca del río Yelcho.....	179
Tabla 5-1: Resumen de unidades y profundidades de los sectores en la cuenca del río Yelcho	183
Tabla 5-2: Resumen de transmisividades, recarga y flujos pasantes en la cuenca del río Yelcho	183
Tabla 5-3: Volúmenes en la cuenca del río Yelcho	183
Tabla 5-4: Indicadores de desempeño en la calibración para el período Histórico comprendido entre 1980 – 2020 en las estaciones fluviométricas DGA.	189
Tabla 5-5: Caudales medios anuales (Q_{MA}) en [m^3/s] para los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050) sobre los puntos de interés ambiental en la Cuenca del Río Yelcho.....	189
Tabla 5-6: Componentes balance hídrico a nivel decadal sobre la cuenca del río Yelcho en [$hm^3/año$]	193
Tabla 5-7: Brecha decadal promedio, sistemas de Agua Potable, Cuenca Río Yelcho.....	194
Tabla 5-8: Brechas agrícolas a nivel decadal sobre los sectores de Yelcho y Futaleufú de la cuenca del río Yelcho en los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).....	195
Tabla 5-9: Cobertura agrícola a nivel decadal sobre la Cuenca del Río Yelcho.....	198
Tabla 5-10: Exigencia no satisfecha para el caudal de Reserva Ambiental a nivel de promedios mensuales en [m^3/s]. Análisis correspondiente a los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050).	200
Tabla 5-11: Comparativa entre las coberturas de demanda ambiental para el caudal de Reserva Ambiental a nivel de promedios mensuales. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050).....	200
Tabla 5-12: Coberturas promedio en los sistemas de APR/SSR para los períodos Histórico (s/DAA) y Futuro Base (s/DAA y c/DAA).	201
Tabla 5-13: Brecha promedio en [$hm^3/año$] de los sistemas de APR/SSR para los períodos Histórico (s/DAA) y Futuro Base (s/DAA y c/DAA).	201
Tabla 5-14: Nuevas Coberturas de suministro de los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca de	

Río Yelcho, en los períodos "Futuro Base" y "Futuro con mejoramiento en sistemas de APR".	202
Tabla 5-15: Nuevas brechas de suministro de los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca de Río Yelcho, en los períodos "Futuro Base" y "Futuro con mejoramiento en sistemas de APR".	202
Tabla 5-16: Comparativa de exigencias no satisfechas de Caudal de Reserva Ambiental entre escenarios "Futuro Base" y "Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental" sobre los puntos de interés ambiental, promedios mensuales[m ³ /s].	204
Tabla 5-17: Comparativa de coberturas de Caudal de Reserva Ambiental entre escenarios "Futuro Base" y "Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental" sobre los puntos de interés ambiental, promedios mensuales.	204
Tabla 5-18: Resultados valor de aguas superficiales.	206
Tabla 6-1: Ficha resumen Acción N° SbS-01	212
Tabla 6-2: Ficha resumen Acción N° SbS-02	214
Tabla 6-3: Ficha resumen Acción N° SbS-03	218
Tabla 6-4: Ficha resumen Acción N° SbS-06	220
Tabla 6-5: Ficha resumen Acción N° SbS-04	223
Tabla 6-6: Ficha resumen Acción N° SbS-05	226
Tabla 6-7: Ficha resumen Acción N° SbS-07	228
Tabla 6-8: Ficha resumen Acción N° SbN-01	235
Tabla 6-9: Ficha resumen Acción N° SbN-03	238
Tabla 6-10: Ficha resumen Acción N° SbN-02	241
Tabla 6-11: Ficha resumen Acción N° SbI-01	244
Tabla 6-12: Ficha resumen Acción N° SbI-02	247
Tabla 6-13: Ficha resumen Acción N° SbI-03	250
Tabla 6-14: Ficha resumen Acción N° SbI-04	253
Tabla 6-15: Ficha resumen Acción N° SbI-05	256
Tabla 6-16: Ficha resumen Acción N° SbI-06	259
Tabla 6-17: Ficha resumen Acción N° SbG-03	262
Tabla 6-18: Ficha resumen Acción N° SbG-01	265
Tabla 6-19: Ficha resumen Acción N° SbG-02	269
Tabla 7-1: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la información (SbS)	274
Tabla 7-2: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la naturaleza (SbN)	276
Tabla 7-3: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la Infraestructura (SbI) .	277
Tabla 7-4: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la Gestión (SbG)	278
Tabla 7-5: Resumen de evaluación económica de iniciativas	280
Tabla 7-6: Resumen evaluación económica por tipología de acciones	281
Tabla 7-7: Resultado de priorización de iniciativas	283
Tabla 7-8: Iniciativas ejecutadas por DGA	286
Tabla 7-9: Iniciativas ejecutadas por otras instituciones	286
Tabla 7-10: Distribución de costos según ejecutor: CAPEX, OPEX, VAC y CAE [UF]	287
Tabla 8-1: Distribución de costos según mandante DGA u otros	296

FIGURAS

Figura 2-1: Ubicación área estudio- Cuenca río Yelcho.....	6
Figura 2-2: Ubicación subcuencas - Cuenca río Yelcho.....	7
Figura 2-3: Recursos compartidos – Cuenca transfronteriza río Yelcho	9
Figura 2-4: Elevaciones - Cuenca río Yelcho	12
Figura 2-5: Esquema Topográfico del perfil A-A' - Cuenca río Yelcho	13
Figura 2-6: Geomorfología - Cuenca río Yelcho	14
Figura 2-7: Geología - Cuenca río Yelcho	16
Figura 2-8: Vista hacia el Noroeste desde Mirador El Condor (Reserva Nacional Futaleufú) donde se observa el río Futaleufú y valle asociado. En la foto inferior se caracteriza la geología del valle.	17
Figura 2-9: Corte transversal zona de Futaleufú	17
Figura 2-10: Tipo de Suelo – Cuenca río Yelcho	19
Figura 2-11: Uso de Suelo – Cuenca río Yelcho.....	21
Figura 2-12: Hidrografía - Cuenca río Yelcho	23
Figura 2-13: División político administrativo- Cuenca río Yelcho.....	25
Figura 2-14: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Chaitén....	27
Figura 2-15: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Futaleufú.	27
Figura 2-16: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Palena.	28
Figura 2-17: Población proyectada para la cuenca de río Yelcho, periodo 2018 – 2050.	30
Figura 2-18: Aporte por actividad económica al PIB de la Región de Los Lagos, año 2019.	31
Figura 2-19: Número de empresas relacionadas con el turismo, período 2005-2020.....	33
Figura 2-20: Ventas en UFs, período 2005-2020.....	33
Figura 2-21: Número de trabajadores dependientes informados, período 2005-2020.	34
Figura 2-22: Clima de la cuenca río Yelcho según U de Chile basado en Sarricolea et al (2017)	40
Figura 2-23: Climograma de la estación Futaleufú en la cuenca del río Yelcho	41
Figura 2-24: Climograma de la estación Alto Palena en la cuenca del río Yelcho.....	42
Figura 2-25: Climograma de la estación Nueva Chaitén en la cuenca del río Yelcho	42
Figura 2-26: Eventos comuna de Futaleufú	43
Figura 2-27: Eventos comuna de Palena	44
Figura 2-28: Gráficos de cajas con bigotes (<i>boxplot</i>) para la precipitación anual proyectada (2030-2060). La línea verde punteada muestra la media histórica (1985-2015).	45
Figura 2-29: Tendencias de precipitaciones anuales histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).....	46
Figura 2-30: Gráficos de cajas con bigotes (<i>boxplot</i>) para la temperatura media anual proyectada (2030-2060). La línea verde punteada muestra la media histórica (1985-2015).	47
Figura 2-31: Tendencias de Temperatura anual histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y Proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).	48
Figura 2-32: Variación de caudales mensuales, punto de interés ambiental “Desagüe Lago Yelcho”. Períodos Histórico y Futuro Base.	49
Figura 2-33: Tendencias de Escorrentía anual histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).	50

Figura 2-34: Pisos Vegetacionales – Cuenca río Yelcho	53
Figura 2-35: Superficie de humedales por comuna – Cuenca río Yelcho	54
Figura 2-36: Humedales – Cuenca río Yelcho	55
Figura 2-37: Áreas Protegidas – Cuenca río Yelcho	57
Figura 2-38: Fauna vertebrada y origen biogeográfico – Cuenca río Yelcho	59
Figura 2-39: Fauna vertebrada y estado de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) – Cuenca río Yelcho.	59
Figura 2-40: Porcentaje de representación de flora por División – Cuenca río Yelcho	60
Figura 2-41: Cuenca DARH río Yelcho modificada por criterios glaciológicos y sus glaciares	64
Figura 2-42: Obras hidráulicas - Cuenca del río Yelcho Red Hidrométrica	68
Figura 2-43: Red Hidrométrica 1 (Meteorológicas y Calidad de Aguas) - Cuenca río Yelcho	70
Figura 2-44: Red Hidrométrica 2 (Fluviométrica y Niveles de lago) - Cuenca río Yelcho	71
Figura 2-45: Mapa de actores de la cuenca, Reuniones de Presentación.....	101
Figura 2-46: Mapa de actores de la cuenca, Taller de Diagnóstico	102
Figura 3-1: ZOIT Futaleufú	116
Figura 4-1: Curva de duración de la oferta en la fuente actual (1981-2020) en estaciones Carrileufú en Chilola y Río Espolón en Desagüe Lago Espolón.	128
Figura 4-2: Curva de duración de la oferta en la fuente actual (1981-2020) en estaciones Río Futaleufú en la Frontera y Río Futaleufú ante Junta río Malito.	129
Figura 4-3: Curva de duración de la oferta en la fuente proyectada (2021-2050) en estaciones Carrileufú en Chilola y Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	130
Figura 4-4: Curva de duración de la oferta en la fuente proyectada (2021-2050) en estaciones Río Futaleufú en la Frontera y Río Futaleufú ante Junta río Malito.	130
Figura 4-5: Diagrama de Piper Superficial	131
Figura 4-6: Variación temporal del boro- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho	134
Figura 4-7: Variación temporal del hierro total- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho	135
Figura 4-8: Variación temporal del mercurio total- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho	135
Figura 4-9: Variación temporal del pH - Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho.	136
Figura 4-10: Variación temporal del plomo total - Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho	136
Figura 4-11: Variación temporal del boro - Estación DGA río Futaleufú en la frontera	137
Figura 4-12: Variación temporal del hierro total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera	137
Figura 4-13: Variación temporal del mercurio total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera	138
Figura 4-14: Variación temporal del molibdeno total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera	138
Figura 4-15: Variación temporal del pH- Estación DGA río Futaleufú en la frontera.....	139
Figura 4-16: Variación temporal del plomo total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera	139
Figura 4-17: Campaña TEM- SHAC Futaleufú	147
Figura 4-18: Campaña TEM- SHAC Yelcho	148

Figura 4-19: Perfil TEM- (Línea 2)-SHAC Futaleufú.....	149
Figura 4-20: Perfil TEM (Línea 1)- SHAC Yelcho	149
Figura 4-21: Mapa Hidrogeológico- Cuenca río Yelcho	150
Figura 4-22: Perfil Hidrogeológico esquemático- SHAC Futaleufú sector Futaleufú.....	152
Figura 4-23: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Río Espolón.....	153
Figura 4-24: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Palena.....	155
Figura 4-25: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Laguna La Paz.....	155
Figura 4-26: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Río Azul.....	156
Figura 4-27: Perfil Hidrogeológico Esquemático -SHAC Yelcho-Desembocadura Río Yelcho	157
Figura 4-28: Campaña Gravimetrica SHAC Futaleufú.....	160
Figura 4-29: Campaña Gravimetrica SHAC Yelcho.....	161
Figura 4-30: Perfil gravimétrico 03- Santa Lucia- Futaleufú	162
Figura 4-31: Perfil geofísico gravimétrico denominado "Sector Amarillo Lago Yelcho- SHAC Yelcho (Perfil 01)".....	162
Figura 4-32: Profundidad del basamento - SHAC Futaleufú	163
Figura 4-33: Profundidad del basamento - SHAC Yelcho	164
Figura 4-34: Diagrama de Piper Subterránea	168
Figura 4-35: Diagrama de Piper Vertiente.....	169
Figura 4-36: Diagramas Stiff para distintos puntos en la cuenca del río Yelcho.	171
Figura 4-37: Volcán Michinmahuida durante la erupción del volcán Chaitén en 2008	175
Figura 4-38: Avance frontal del glaciar Amarillo.....	176
Figura 4-39: Retroceso del glaciar Amarillo y otros glaciares vecinos.....	177
Figura 4-40: Cambios frontales de glaciares en el Nevado del Yelcho.	178
Figura 4-41: Ejemplo de formación de lagos proglaciares entre 1976 (sup) y 2022 (inf). .	180
Figura 5-1: Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D- SHAC Yelcho	185
Figura 5-2: Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D- SHAC Futaleufú	187
Figura 5-3: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Futaleufú a.j. Río Malito	190
Figura 5-4: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Futaleufú en la Frontera	191
Figura 5-5: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Espolón en D. Lago Espolón.	191
Figura 5-6: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Carrileufú en Cholila.	192
Figura 5-7: Balance hídrico anual sobre la cuenca del río Yelcho correspondiente a los escenarios histórico y futuro base (1982 – 2050).....	192
Figura 5-8: Cobertura de suministro de APR sobre la cuenca del río Yelcho a nivel decadal. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).	197
Figura 5-9: Confiabilidad de la cobertura de suministro a nivel de promedios decadales en el sistema de APU ubicado en la comuna de Futaleufú. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).	197
Figura 6-1: Modelo conceptual de la estructura del Plan	208
Figura 6-2: Tipologías y temáticas de las iniciativas del Plan de Acción.....	209
Figura 6-3: Diagrama de medidas del Plan de Acción en la cuenca Río Yelcho	210
Figura 6-4: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-01.....	212
Figura 6-5: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-02.....	214
Figura 6-6: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-03.....	217
Figura 6-7: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-06.....	220

Figura 6-8: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-04.....	223
Figura 6-9: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-05.....	226
Figura 6-10: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-07.....	228
Figura 6-11: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-01.....	235
Figura 6-12: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-03.....	238
Figura 6-13: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-02.....	241
Figura 6-14: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida N° SbI-01.....	244
Figura 6-15: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida N°SbI-02.....	247
Figura 6-16: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-03.....	250
Figura 6-17: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-04.....	253
Figura 6-18: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-05.....	256
Figura 6-19: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-06.....	259
Figura 6-20: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-03.....	262
Figura 6-21: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-01.....	265
Figura 6-22: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-02.....	269
Figura 7-1: Esquema de priorización de iniciativas.....	283
Figura 7-2: Hoja de ruta del Plan de Acción: VAC (en miles de UF) por eje de acciones, entidades financiadoras y plazos del Plan de Acción.....	288

ANEXOS

- ANEXO A: ABREVIACIONES
- ANEXO B REFERENCIAS
- ANEXO C GLOSARIO
- ANEXO D FIGURAS
- ANEXO E RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES (FICHAS BIBLIOGRÁFICAS)
- ANEXO F ASPECTOS METODOLÓGICOS PLAN DE CUENCAS
- ANEXO G SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
- ANEXO H MODELOS
- ANEXO I DETALLE ACTIVIDADES TALLERES DE PROCESOS PARTICIPATIVOS, CAPACITACIONES Y REUNIONES, ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS, MEDIOS DE VERIFICACIÓN.
- ANEXO J INFORMACIÓN DE LA CUENCA
- ANEXO K LISTADO Y EVALUACIÓN DE INICIATIVAS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a información entregada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los recursos de agua dulce que se encontrarían disponibles por persona han disminuido en más de un 20% en lo que va de los últimos veinte años. Dicho fenómeno obedece a diversas razones, algunas de estas son el desarrollo económico, el aumento demográfico, el cambio climático, la no consideración de la relevancia de la temática hídrica, entre otros. La ONU estima que alrededor de 3.600 millones de personas viven en la actualidad en un área con escasez hídrica, por lo menos durante un periodo del año, entendiendo esta como la abundancia volumétrica o la falta de ella, calculado en base a la relación entre el consumo de agua humana y el suministro disponible en un lugar determinado (Baeza, 2018). Esta situación fue definida por la Fundación Chile como un escenario mundial incipiente de inseguridad hídrica (Fundación Chile, 2019).

Se estima que los casos de escasez hídrica aumenten a 4.800 o 5.700 millones de personas para el año 2050. Esta situación también se denomina como estrés hídrico, la cual se convierte en una de las amenazas más contundentes para el desarrollo sostenible. Esto se debe a que se comprende por dicho fenómeno (similar a la escasez hídrica, pero acentuada) que la extracción masiva de agua dulce proveniente de fuentes naturales no daría abasto, en comparación con los recursos disponibles de este recurso, lo que trae por consecuencia un daño medio ambiental que afecta también al desarrollo económico y social (FAO, 2015).

Este fenómeno afecta hoy en día a 17 de los 164 países analizados. Por ende, un cuarto de la población mundial enfrenta un estrés hídrico extremadamente alto. En este ranking, Chile se ubica en el puesto número 18 a nivel mundial y primero entre los países latinoamericanos, por lo que está así en la segunda categoría denominada de estrés hídrico alto (*World Resources Institute, 2019*).

La ubicación de nuestro país en dicha posición no es sorpresiva. De hecho, el 44% de los problemas hídricos respondería a fallas propias en la gestión y gobernanza del agua, un 17%, al crecimiento de actividades productivas y el sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, y un 14%, a la contaminación hídrica dada por la utilización de productos químicos en la agroindustria y un 12% asociado a factores medioambientales, relacionados con la disminución de precipitaciones de agua y nieve, aumento de temperaturas y efectos del cambio climático. (Fundación Chile, 2019).

A lo anterior se puede citar el estudio “Escasez Hídrica en Chile: Desafíos Pendientes” (Sistema de las Naciones Unidas, 2021), en el cual se busca abordar cuales son las principales causas que ha llevado a nuestro país a un escenario de estrés hídrico, dando así también recomendaciones para los tomadores de decisiones. En dicho análisis se plantearon siete dimensiones que provocan el respectivo escenario de estrés hídrico, siendo estas:

- Efectos del cambio climático
- Presiones de las actividades productivas y/o extractivas
- Gestión no integrada de los recursos hídricos
- Falta de infraestructura adecuada
- Marco legal que no explicita el derecho humano al agua y no prioriza el consumo humano
- Dispersión institucional en la toma de decisiones
- Disponibilidad y uso limitado de datos para la toma de decisiones

A través del mismo estudio de las dimensiones expuestas, se presentan recomendaciones sobre cómo abordar dichas problemáticas. De este modo, se facilita el trabajo de los tomadores de decisiones. Estos consejos se señalan a continuación:

- Actualizar marco legal vigente e implementar derecho humano al agua y saneamiento.
- Fortalecimiento del sistema de gobernanza de cuencas por medio de implementación y manejo integrado de las mismas.
- Mejoramiento de los sistemas de información sobre el agua para guiar toma de decisiones y fomentar participación ciudadana.
- Inversión en infraestructura gris no convencional y verde que incluya soluciones basadas en la naturaleza
- Sensibilizar a los actores públicos, privados, sociedad civil y a la ciudadanía respecto a prácticas y tecnologías innovadoras en ahorro y uso eficiente del agua.

Dada las problemáticas presentes, es que se ha trabajado en hacer frente a las mismas desde una lógica de política de Estado. Esto ha conllevado a la realización de estudios de levantamiento de información, conformación de la Mesa Nacional del Agua en el año 2019 y más recientemente, la reforma al Código de Aguas, entre algunos esfuerzos latentes.

La Dirección General de Aguas (DGA), como organismo nacional a cargo de promover la gestión y administración de los recursos hídricos, es que dentro de sus potestades definió la realización de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica en las cuencas a nivel nacional, con un total de 101. Acotar el trabajo a cuencas responde a lo que indica las Naciones Unidas cuando la define como la unidad territorial más adecuada para la gestión hídrica. Esto responde así a la necesidad de mayor información y una mirada a largo plazo, comprendiendo la disponibilidad actual y proyectada del agua de las respectivas cuencas y dando paso a la conformación de carteras de acciones.

Estos Planes Estratégicos, que ya se iniciaron desde el año 2019, son el marco contextual donde se engloba el presente estudio, el cual lleva por nombre "Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del río Yelcho". Este se presenta como un estudio indicativo que, a través del levantamiento de información de la cuenca, busca la conformación de un portafolio de acciones que se adecue a las necesidades propias de la comunidad, surgiendo el mismo a través de un trabajo mancomunado entre los diversos actores con interés en la temática hídrica. De esta manera, se aboga por una correcta gobernanza, comprendiendo el estado hidrológico y medio ambiental de la cuenca, su infraestructura, el cómo se han gestionado los recursos e incorporando un modelo operacional hidrológico superficial actualizable en el tiempo.

Dentro de los planes estratégicos, es menester destacar la relevancia que adquiere la gobernanza o gestión integrada, término que ya ha sido abordado por diversas organizaciones, como lo ha hecho la ONU a través del Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2022, donde indica que los países deben comprometerse a desarrollar un marco eficaz de gobernanza.

La gobernanza y su relación estrecha con el concepto de "*brecha*", que para efectos del presente estudio son las problemáticas que se puedan presentar y observar en el proceso de levantamiento de información (dado que, en un contexto estrictamente económico, una esta se comprende como la diferencia entre la oferta y la demanda), permitirán darle estructura al presente estudio y su portafolio de acciones, dilucidando así los principales desafíos a enfrentar en el proceso de gestión hídrica de la cuenca del río Yelcho en la Región de Los Lagos.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo es proponer un plan estratégico de gestión hídrica indicativo para la cuenca del río Yelcho que oriente la toma de decisiones de agua mediante la generación de portafolios de acciones para la seguridad hídrica, enfocados en el mejoramiento de la información, instituciones, e infraestructura de agua, adaptación al cambio climático, y gobernanza.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del estudio se enumeran y definen a continuación:

- **Objetivo 1:** Describir el estado hídrico actual del área de estudio.
- **Objetivo 2:** Caracterizar la hidrogeología del área de estudio con técnicas geofísicas y muestras en terreno.
- **Objetivo 3:** Construir un modelo numérico representativo de las características principales hidrológicas del sistema hídrico del área de estudio.
- **Objetivo 4:** Diagnosticar el estado hídrico del área de estudio para obtener los contenidos del plan estratégico de gestión hídrica.
- **Objetivo 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 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 7:** Compilar avances y productos finales en un sistema de información geográfico, informes, y actividades de difusión.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

En el presente capítulo se incluyen las principales características de la cuenca del río Yelcho, en su dimensión física y económica, aspectos geográficos, geológicos, de drenaje y suelos, así como de aspectos político-administrativos, demográficos y relativos a su actividad económica. Asimismo, se incluye la caracterización de las principales obras de infraestructura en materia hídrica existentes en la cuenca del río Yelcho, con el fin de disponer de una visión del estado de inversión actual en diferentes ámbitos, tales como embalses, obras de riego, agua potable, extracciones y red hidrométrica de la DGA.

2.1. DIMENSIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA

2.1.1. Localización Geográfica y Transfronteriza

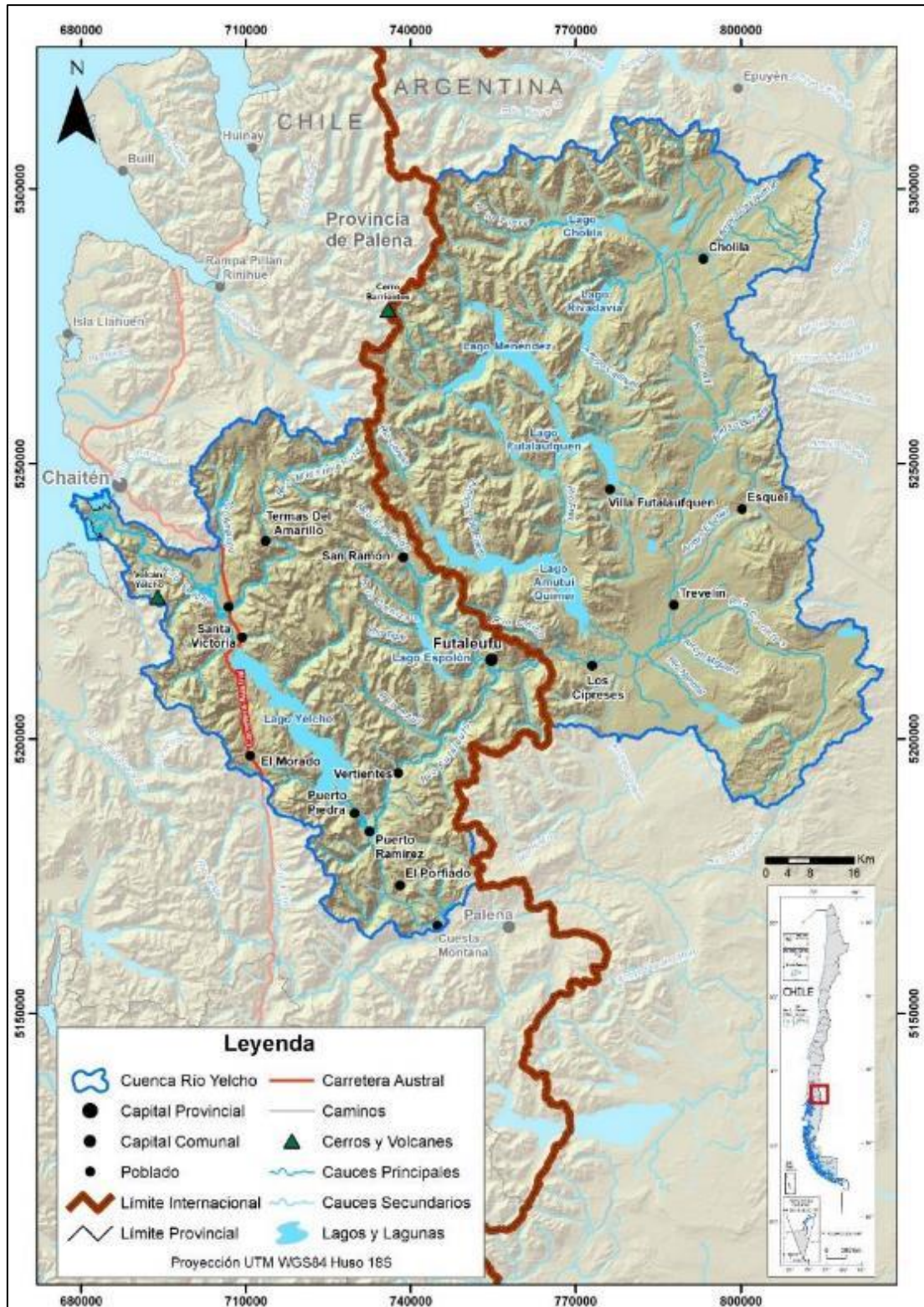
El área de estudio corresponde a la cuenca del río Yelcho, código BNA 107, de tipo exorreica, pampeana patagónica (DGA, 2004). Esta cuenca se emplaza entre Chile y Argentina en la Región de Los Lagos, entre los paralelos 42° 15' y 43° 40' de latitud sur y los meridianos 70° 55' y 72° 50' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 4087,7 km² en el sector chileno (Figura 2-1).

La cuenca del río Yelcho presenta dos subcuencas hidrológicas Tabla 2-1. Estas corresponden a la del río Futaleufú (código DARH 100801) la cual presenta una superficie de 1.922,3 km², y a la subcuenca del río Yelcho (código DARH 100800), cuya superficie es de 2.162,4 km². Se puede observar la ubicación de ambas subcuencas en la Figura 2-2, que se presenta a continuación.

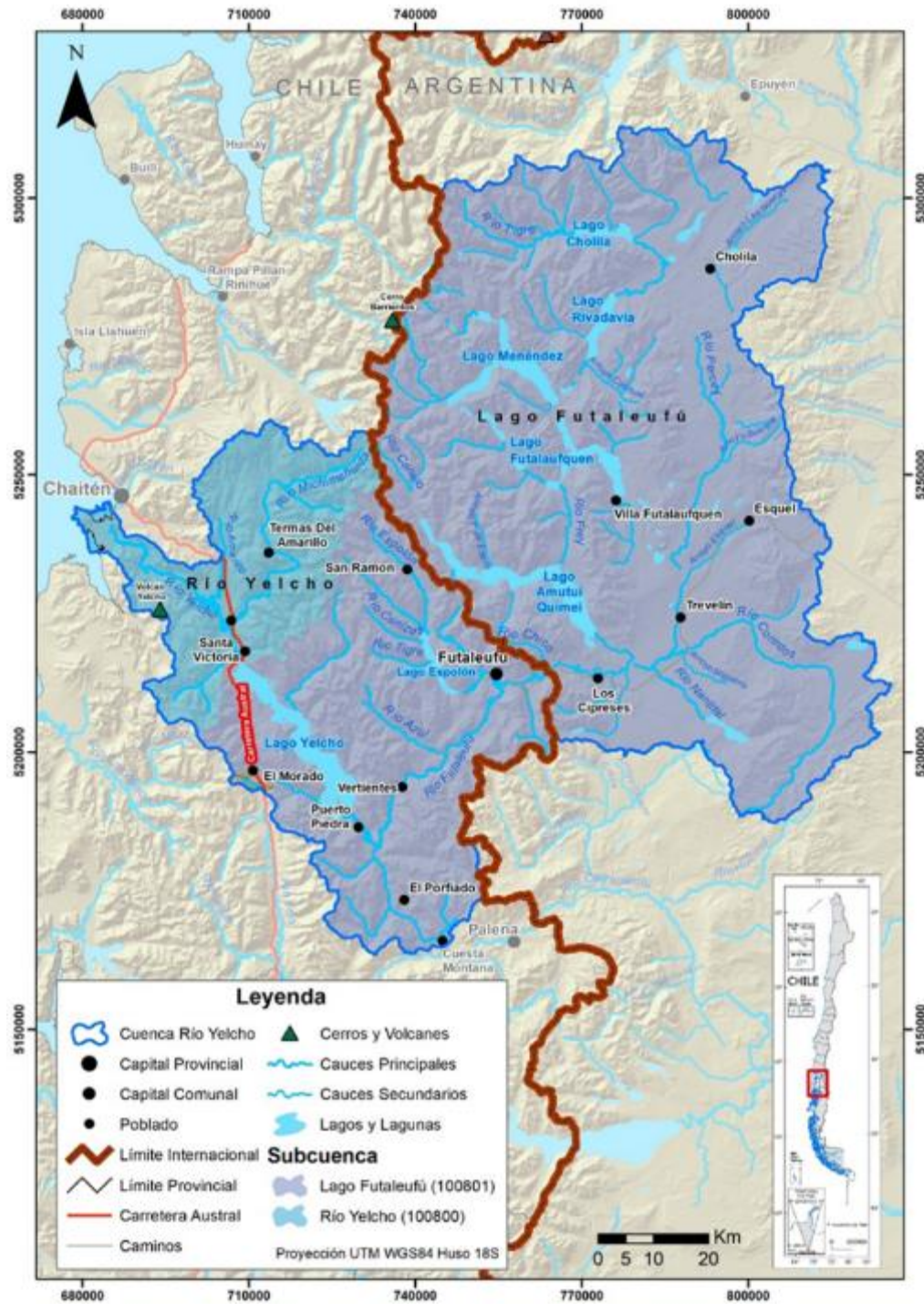
Tabla 2-1: Subcuencas Hidrológicas - Cuenca río Yelcho

Cuenca	Código BNA	Subcuenca	Código BNA	Código DARH
Río Yelcho	107	Río Futaleufú (BNA) y lago Futaleufú (DARH)	1070	100801
		Río Yelcho	1071	100800

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA. (2021)
Figura 2-1: Ubicación área estudio- Cuenca río Yelcho

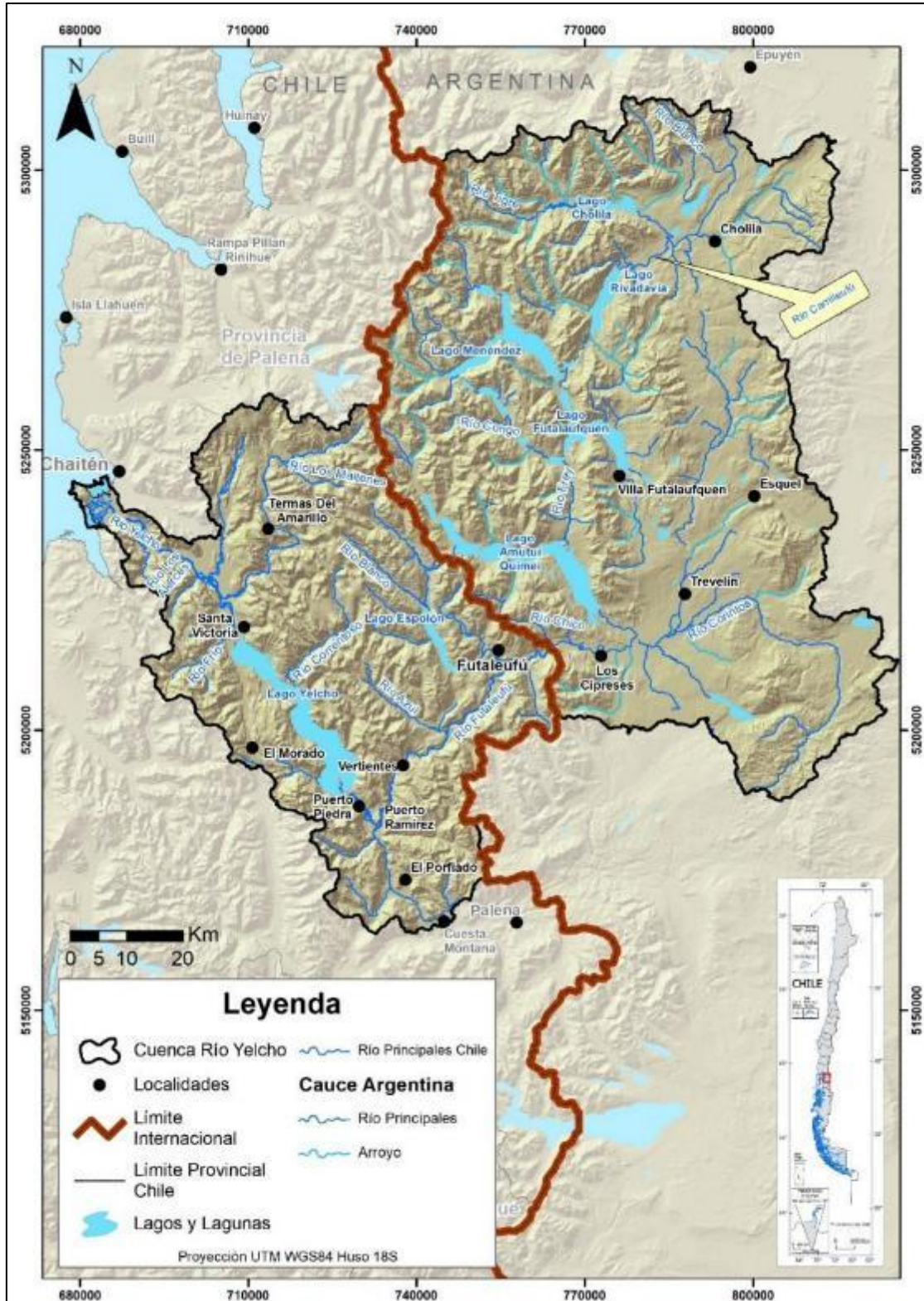


Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA (2021).
Figura 2-2: Ubicación subcuencas - Cuenca río Yelcho

a. Descripción cuenca transfronteriza

La caracterización hidrológica de la cuenca argentina del río Futaleufú, en el inventario de glaciares (IANIGLA – CONICET, 2018), señala la existencia de 3 subcuencas, las que se reseñan a continuación de norte a sur.

- Subcuenca del río Carrileufú: incluye la totalidad de ríos y arroyos que aportan agua al río Carrileufú hasta su desembocadura en el lago Rivadavia. Los afluentes principales corresponden al río Blanco, que viene del este y los ríos Tigre, Percey, Villegas, Turco y Pedregoso, que vienen del oeste (Figura 2-3).
- Subcuenca Región de los Lagos: Los principales cursos corresponden a los ríos Carrileufú, Arrayanes, Menendez, Rivadavia, siendo este último el que da origen al lago Rivadavia. Existen lagos como el Verde, Futalaufquen y Menéndez, siendo este último el mayor lago natural de este sector. En esta subcuenca se encuentra el Parque Nacional Los Alerces, que constituye un circuito turístico importante, como lo es el corredor de Los Lagos.
- Subcuenca río Futaleufú: corresponde con el sector sur de la cuenca del río Futaleufú, desde su salida del embalse Amutui Quimey, hasta el límite con Chile. Los afluentes principales son los arroyos Baggilt y Blanco y el río Corintos que capta las aguas provenientes del río Percey y los arroyos Esquel y Nant y Fall. En este informe se presentan los resultados para toda la cuenca del río Futaleufú, incluyendo los resultados de las tres subcuencas arriba mencionadas.



Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA. (2021) y Subsecretaría de Servicios y País Digital (2022)

Figura 2-3: Recursos compartidos – Cuenca transfronteriza río Yelcho

El recurso hídrico compartido es el agua que escurre de forma natural, que cruza o coincide total o parcialmente con el límite internacional terrestre chileno-argentino. Los acuerdos entre Argentina y Chile sobre los recursos hídricos compartidos corresponden a convenios que se realizaron entre ambos países, para la regulación de cuerpos de agua ubicados en las fronteras de dichos países. El tratado sobre medio ambiente y sus protocolos específicos adicionales sobre protección del medio ambiente antártico y recursos hídricos compartidos fueron suscritos con fecha 2 de agosto de 1991, debido a que ambos países comparten una frontera común de aproximadamente 5.000 km², lo que incluye múltiples cuencas transfronterizas, entre las cuales, se incluye la cuenca del Río Yelcho.

El protocolo específico adicional sobre recursos hídricos compartidos entre las Repúblicas de Chile y Argentina, teniendo en cuenta lo previsto por el Artículo II, punto 3 del Tratado Sobre Medio Ambiente el cual establece la protección y el aprovechamiento racional de los recursos hídricos y sus recursos vivos, la prevención, defensa y saneamiento de su contaminación. Este protocolo, que contiene 10 artículos, tiene como objetivo establecer reglas sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos calificados por ambas partes.

En julio de 2002, Chile entregó una Propuesta de Redefinición de los Planes Generales de Utilización de Recursos Hídricos Compartidos para poder contar con un modelo que se pudiera implementar de forma progresiva, el cual se adaptara a las características específicas de cada Recurso Hídrico Compartido y su entorno y éste se fuera actualizando conforme se produjeran nuevas situaciones o emprendimientos. Hubo varias reuniones, donde se mantuvo pendiente la respuesta de Argentina hasta que el 2013 solicitó que Chile reformulara esta propuesta actualizando lo que fuera pertinente. Por Nota DIFROL 74 de 2013 Chile envió a Argentina su nueva propuesta, la que fue objeto de una contrapropuesta entregada por Argentina durante la XIII Reunión celebrada en 2014.

En relación a coordinaciones con el país trasandino, se puede señalar que de la Municipalidad de Futaleufú indicaron que antes de la pandemia se iniciaron algunos trabajos en conjunto por temas de reducción de riesgos en el Complejo Hidroeléctrico Futaleufú, el cual es un aprovechamiento hidroeléctrico en el río Futaleufú, de lado argentino, las cuales se vieron interrumpidos por la pandemia.

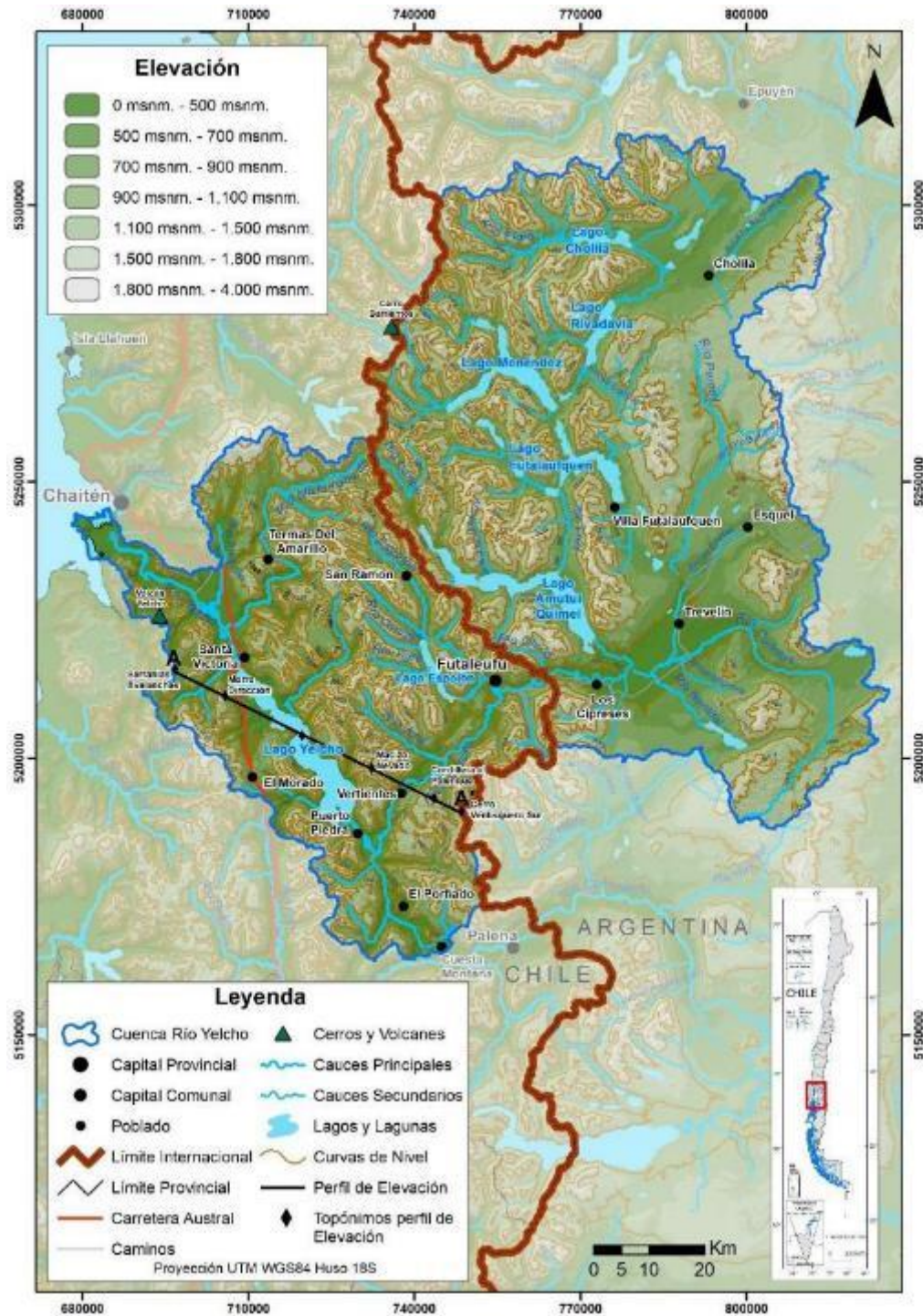
2.1.2. Elevaciones

Las elevaciones de la cuenca del río Yelcho varían entre 0 y 2.500 m.s.n.m. (Figura 2-4), siendo menores en las zonas bajas de los valles que excavan los ríos y en las quebradas. Por otro lado, en el territorio argentino de la cuenca, las diferencias de altura son mucho menores, predominando elevaciones entre 0 y 1.000 m.s.n.m. Mientras que, hacia el lado chileno, las diferencias de elevación son mucho más notorias al concentrarse en un área menor, siendo mayores cercanas a la frontera con Argentina, al variar entre 1.500 y 2.000 m.s.n.m.

En el esquema de la Figura 2-5, se aprecia la variación de elevaciones con el perfil A-A', que cruza gran parte de la cuenca en el lado chileno. Algunos relieves que destacan corresponden a las Serranías Avalanchas que alcanzan aproximadamente los 1.380 m.s.n.m., el Morro Dirección, con una altura aproximada de 1.310 m.s.n.m., el Macizo Nevado con una altura de 1.542 m.s.n.m., la Cordillera El Palenque, con una altura máxima aproximada de 1.679 m.s.n.m., y el Cerro Ventisquero Sur con 2.024 m.s.n.m., el cual se ubica al límite con Argentina.

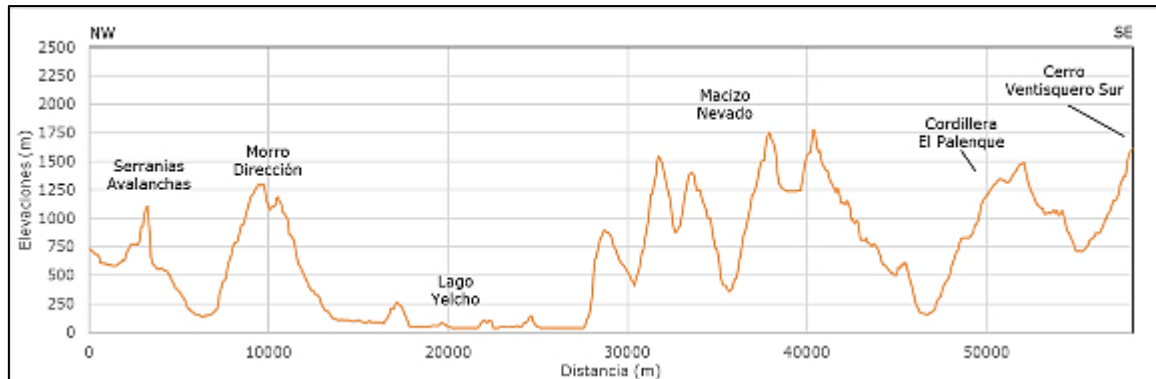
2.1.3. Geomorfología

La cuenca del río Yelcho se emplaza en la Cordillera Patagónica de fiordos y ríos de control tectónico (Börgel,1983), como se puede apreciar en la Figura 2-6 que se incluye en la siguiente página. La geomorfología presente corresponde a un relieve andino positivo, orientado N-S estimado en 1.500 km, con anchos que varían entre los 60 y 120 km. Se presenta como una faja de irregular extensión a lo ancho, en relación con la mayor o menor prolongación que alcanzaban los fiordos en su avance desde el Pacífico hacia el este.



Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA (2021).

Figura 2-4: Elevaciones - Cuenca río Yelcho



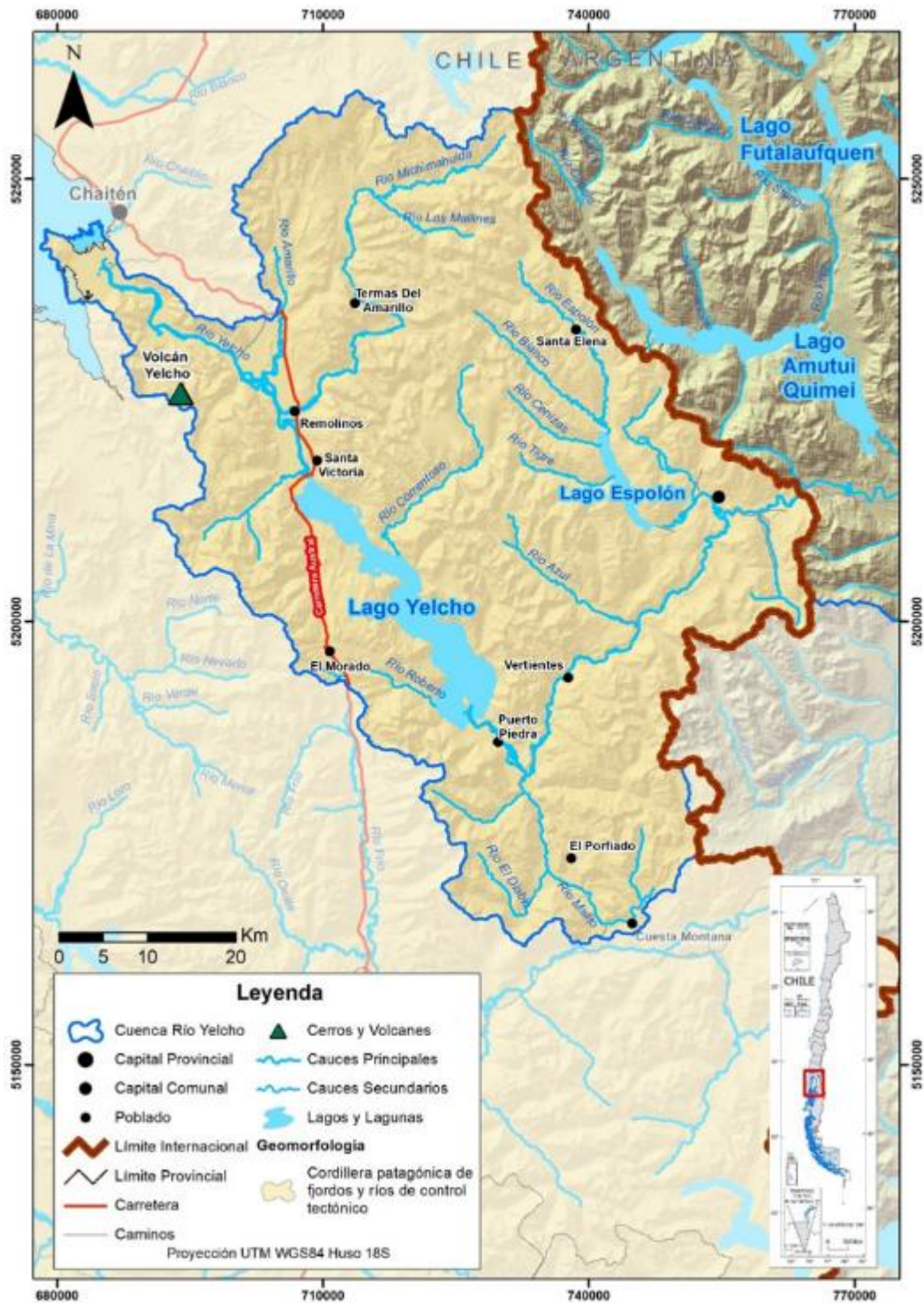
Fuente: Elaboración propia basada en DEM.

Figura 2-5: Esquema Topográfico del perfil A-A' - Cuenca río Yelcho

El paisaje presente en las comunas de Futaleufú y Palena está caracterizado por una fisiografía modelada casi completamente por procesos de origen glaciar y aportes de fragmentos de piroclastos, donde en algunos sectores no se ha alcanzado el perfil de equilibrio. Se observan grandes formaciones rocosas totalmente desnudas en las cumbres, con farellones profundamente labrados por acción de los hielos, con materiales altamente inestables, sujetos permanentemente a deslizamientos y derrumbes (CIREN,2016).

Muchos de los valles intermedios poseen formas de artesa, característicos de valles glaciares, los cuales han sido rellenados en su gran mayoría, por materiales glaciales, con presencia de paisajes monticulados. Existen formaciones locales de origen fluvial y de residuos sólidos de origen mineral y orgánico, con presencia de abanicos que tienen pendientes escarpadas, entre 45 a 60% (CIREN,2016). Además, existen humedales o tierras bajas inundables conocidas localmente como mallines, las que se asocian a depósitos lacustres.

La comuna de Futaleufú es modelada por procesos de origen glaciar que aún operan en las montañas, por lo que es posible encontrar una gran cantidad de glaciares. En dicha área, las pendientes son abruptas y escarpadas con grandes farellones cosos, labrados por la acción del hielo. También es posible encontrar en la comuna una morfología de fondos planos o acolinados y lados con gran pendiente; las alturas varían entre los 300 y los 400 m.s.n.m. y los macizos que la rodean fluctúan entre los 1.650 y los 2.090 m.s.n.m. (CIREN, 2016). También, se encuentran algunos sectores significativos con terrazas aluviales, arenosos y algunos pedregosos, principalmente en algunos meandros producidos por los ríos de la comuna de Futaleufú.



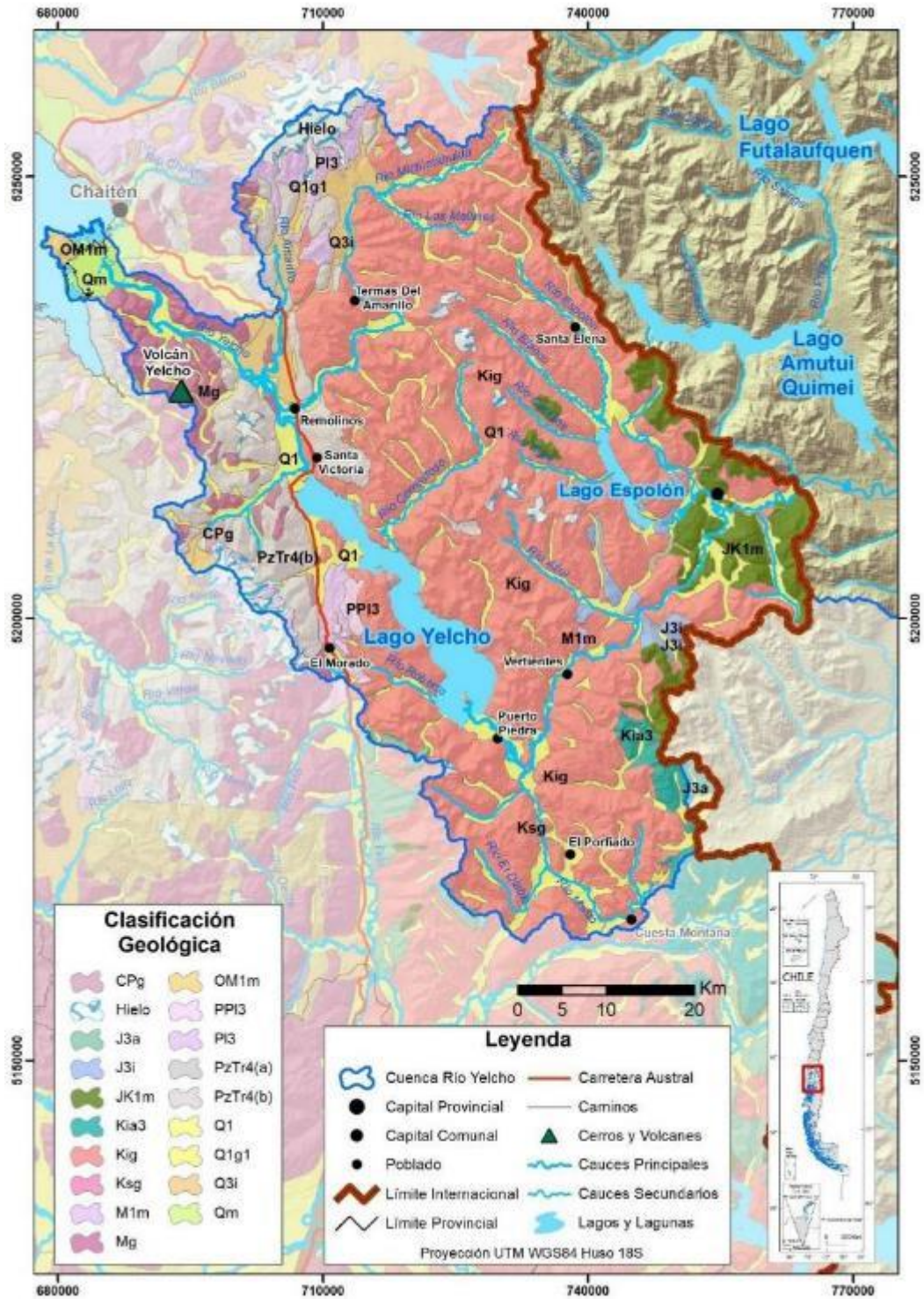
Fuente: Elaboración propia en base a información Rulamahue (2015)

Figura 2-6: Geomorfología - Cuenca río Yelcho

2.1.4. Geología

El marco geológico presente en la cuenca del río Yelcho corresponde a rocas volcánicas e intrusivas, sedimentarias del Mesozoico Superior hasta el Cuaternario y en menor medida por rocas metamórficas del Paleozoico-Triásico (SERNAGEOMIN, 2003) (Figura 2-7). Por otra parte, los rellenos en esta cuenca han sido cubiertos por materiales piroclásticos de los volcanes Michinmahuida, Apagado, Hornopirén y Chaitén, teniendo así que la gran mayoría de los sedimentos geológicos de esta zona derivan de materiales volcánicos de diferentes edades y episodios.

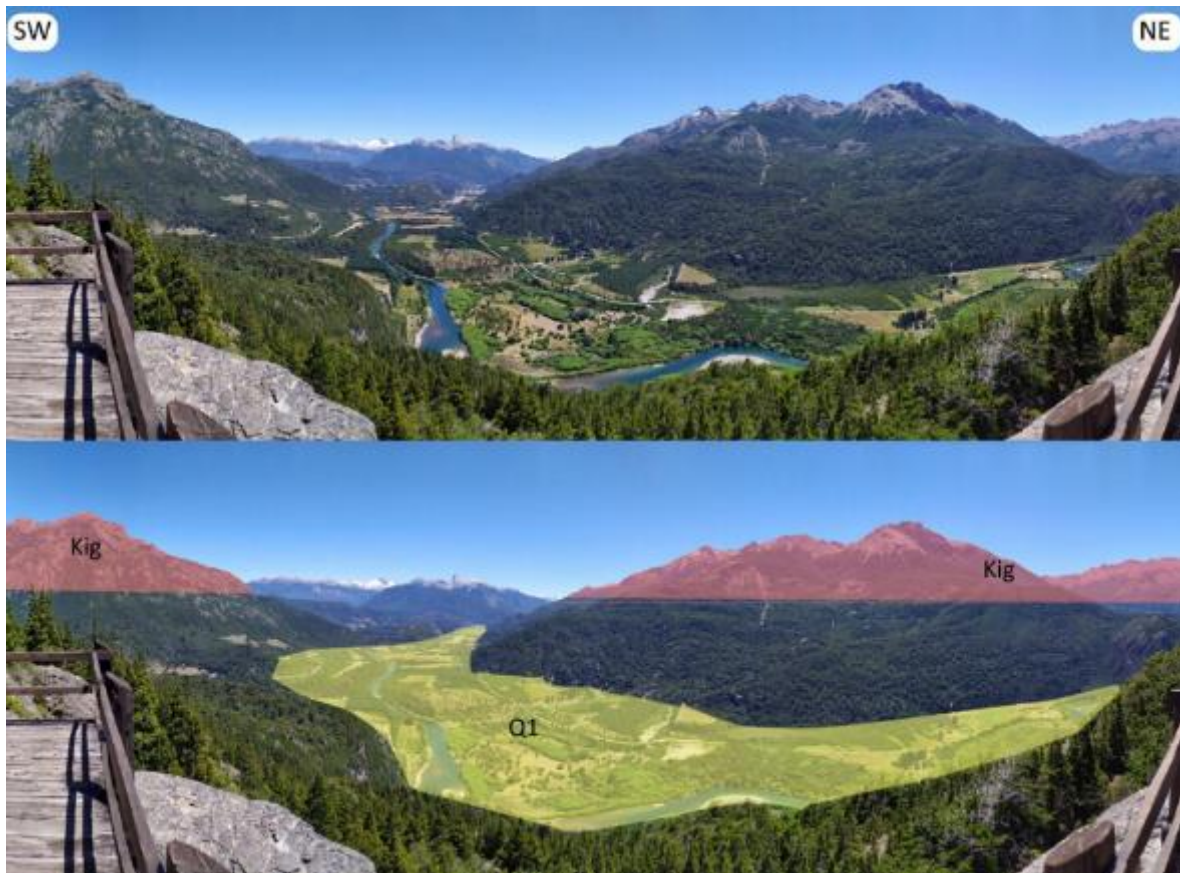
En relación a las rocas estratificadas, se puede distinguir secuencias sedimentarias, secuencias volcánicas y secuencias volcano-sedimentarias, con edades que van desde el Cuaternario al Jurásico, cuyas unidades se describen en acápite 4.1 de Anexo H2- Modelo Hidrogeológico Conceptual.



Fuente: Elaboración propia basado en SERNAGEOMIN (2003).

Figura 2-7: Geología - Cuenca río Yelcho

En la Figura 2-8 y Figura 2-9, se pueden ver fotografías de terreno asociadas a diferentes formaciones geológicas presentes en la cuenca del río Yelcho.



Fuente: Geo-Safe 2021

Figura 2-8: Vista hacia el Noroeste desde Mirador El Condor (Reserva Nacional Futaleufú) donde se observa el río Futaleufú y valle asociado. En la foto inferior se caracteriza la geología del valle.



Fuente: Geo-Safe 2021

Figura 2-9: Corte transversal zona de Futaleufú

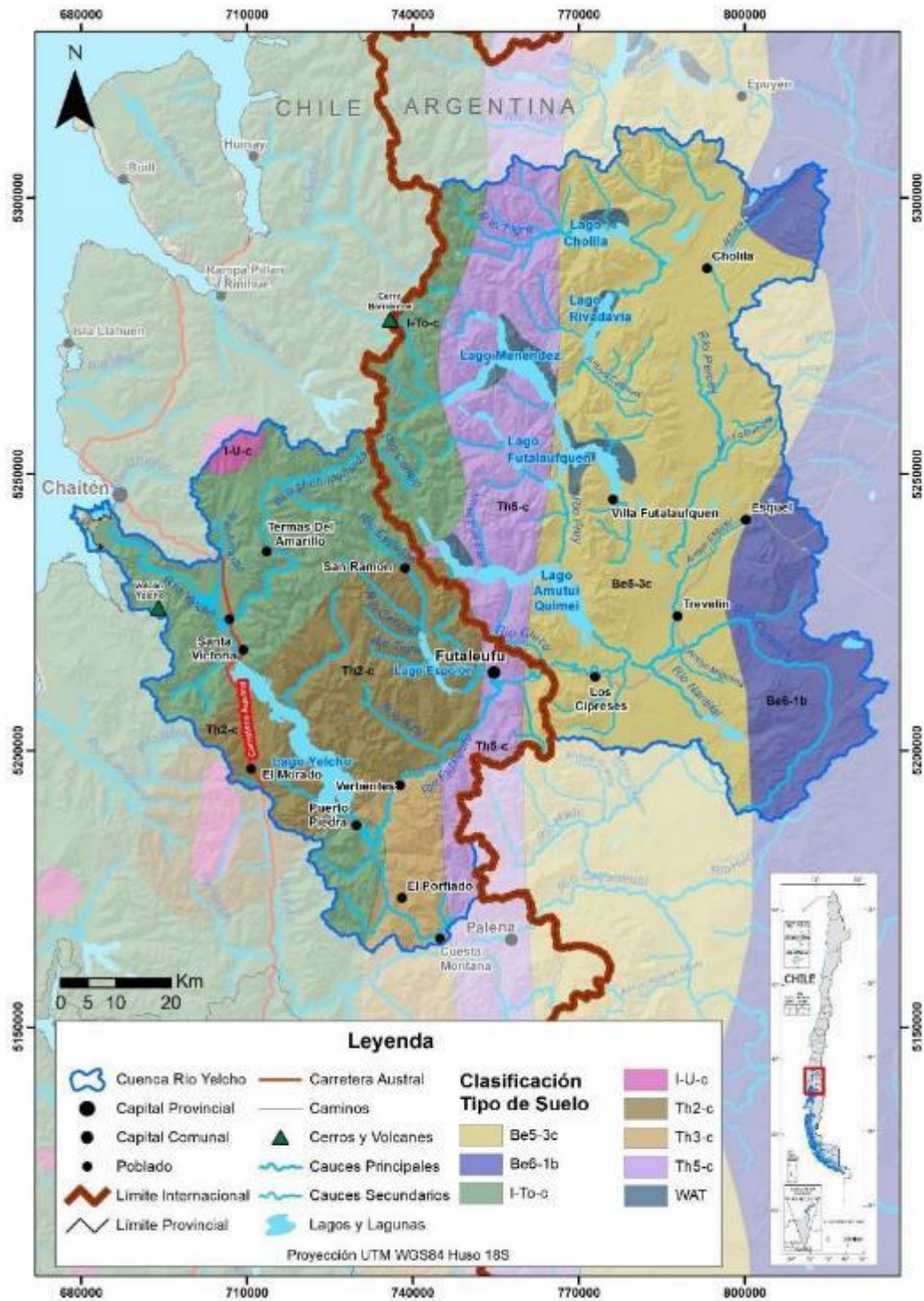
La región de Los Lagos está controlada por dos grandes sistemas de fallas, siendo la primera, la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui (ZFLO) y la segunda, la Zona de Fallas del Basamento (ZFB) (Suárez, 2020), las que se reseñan a continuación:

- **ZFLO:** Corresponde a la estructura más destacada de la parte sur de la Cordillera Principal, la que se extiende desde los 37 a los 47°S. Esta estructura es producto del esfuerzo de una subducción oblicua, la cual generó una traza principal transcurrente de carácter dextral con orientación NEE.
- **ZFB:** Corresponde a megaestructuras profundas, las que se orientan de forma paralela con rumbo NW.

2.1.5. Suelos

Todos los suelos de la comuna de Futaleufú presentan una característica importante, la que puede generalizarse por la escasa evolución que estos presentan, donde se observa una gran acumulación de materia orgánica en los horizontes superiores y un cambio de color en profundidad debido al movimiento del hierro, manifestándose como suelos altamente estratificados y en algunos sectores con horizontes enterrados producto de los deslizamientos y derrumbes. Estos fenómenos son muy comunes en el sector, lo que permite el depósito de grandes cantidades de sedimentos en áreas bajas (CIREN, 2016).

En Futaleufú, cerca de su frontera aparecen suelos de tipo franco – arenosos, mientras que en el resto del valle predominan texturas medias (suelos franco – limosos), siendo el material de origen, correspondiente a cenizas volcánicas y en algunos lugares a depósitos aluviales (CIREN, 2016). En la Figura 2-10 se identifican los grupos de suelo presentes en la cuenca del río Yelcho, según la base de datos de la FAO (2007), los cuales corresponden a:



Fuente: Elaboración propia a partir de FAO/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012.

Figura 2-10: Tipo de Suelo – Cuenca río Yelcho

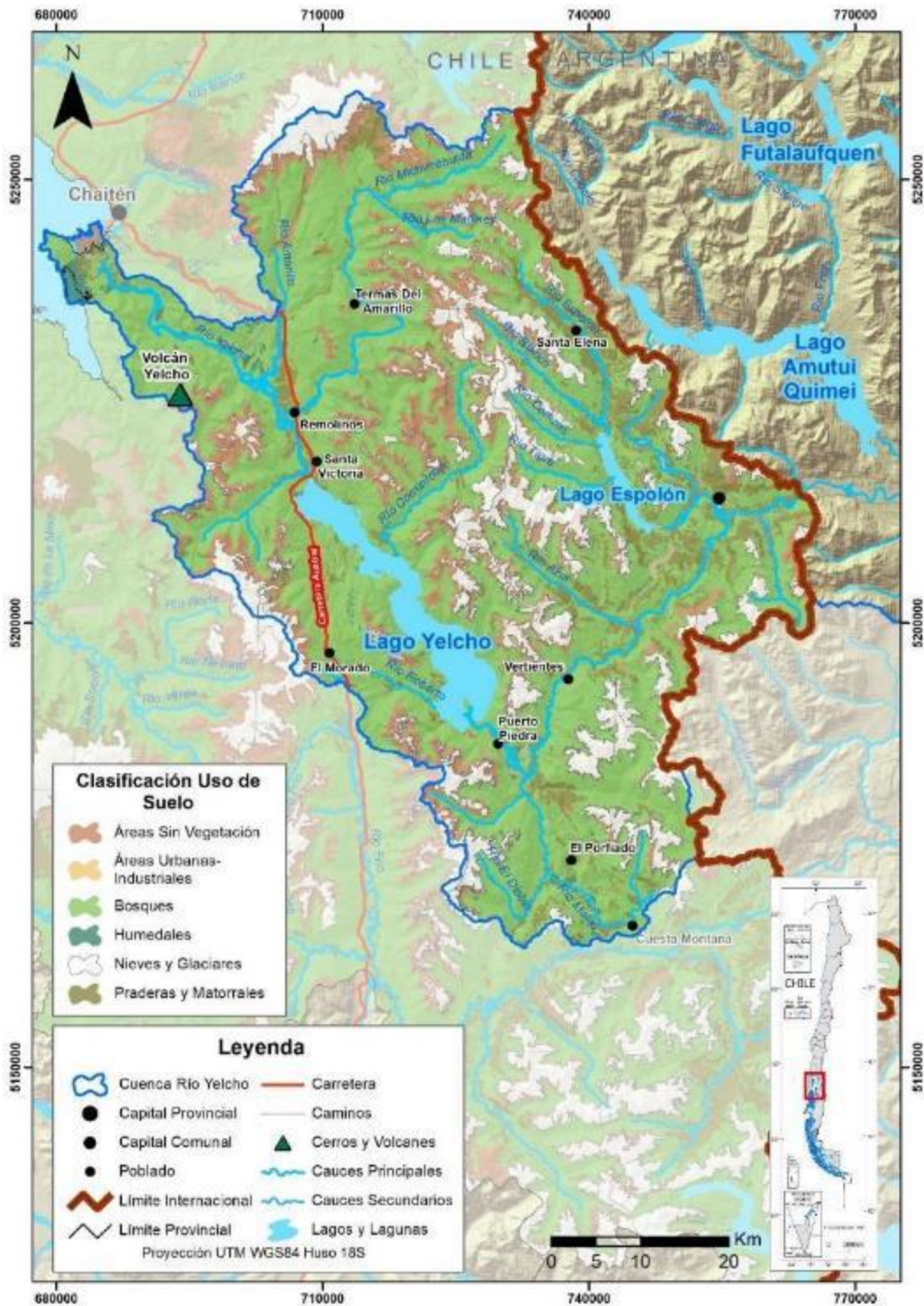
- El suelo dominante en la cuenca es el denominado "Cambisoles" (Be5-3c y Be6-1b) con un área de 5.134,9 km² (45,1 % de la superficie total de la cuenca), los cuales son caracterizados por carecer de propiedades hidromórficas en los primeros 50 cm desde el nivel del terreno.
- Otro suelo con gran superficie son los denominados "Andosoles" (Th2-c, Th3-c y Th5-c) con un área de 3.613,2 km² (31,8 % de la superficie total de la cuenca), los cuales son suelos ácidos con un alto índice de fijación de los fosfatos y erosión activa. Las unidades de suelos presentes son del tipo húmico, es decir, de consistencia untuosa o textura franco-limosa o más fina, en el primer metro de profundidad. Su roca madre corresponde a cenizas volcánicas andesíticas finas.
- En menor superficie se encuentran los "Litosoles" (I-To-c y I-U-c) con un área de 2.384,9 km² (21% de la superficie total de la cuenca), los cuales son suelos cuya profundidad está limitada por un estrato de roca coherente dura, y continua en los 10 cm superiores. Su topografía predominantemente escarpada y fuertemente socavada, combinada con la acostumbrada pedregosidad y rocosidad, les hace inadecuados para el cultivo, no así para la silvicultura.
- Planosols (WAT): suelos con un horizonte principalmente de color claro, que muestra signos de estancamiento periódico de agua. Poseen un horizonte superficial denso de textura más fina, se encuentran en áreas planas estacionalmente anegadas. Soportan una vegetación escasa de pastos, con arbustos dispersos y árboles con raíces someras y pueden soportar inundaciones temporales

Asimismo, en la Figura 2-11 se presenta la tipología y superficie de uso de suelos en la cuenca del río Yelcho de acuerdo con el "Catastro uso de suelos y vegetación" (CONAF, 2016). De este catastro se destaca que los bosques son los que presentan la mayor superficie de uso de suelo dentro de la cuenca, ocupando un 59,36%. En Tabla 2-2 se muestra con mayor detalle los usos de suelos actuales dentro de la cuenca.

Tabla 2-2: Uso de suelo actual en la cuenca del Río Yelcho

Uso de Suelo Actual	Superficie (km ²)	Porcentaje de la cuenca
Áreas Sin Vegetación	467,03	11,38%
Áreas Urbanas-Industriales	1,22	0,03%
Bosques	2.437,26	59,36%
Cuerpos de Agua	182,92	4,46%
Humedales	43,24	1,05%
Nieves y Glaciares	619,51	15,09%
Praderas y Matorrales	354,44	8,63%

Fuente: Elaboración propia basada en CONAF (2016).



Fuente: Elaboración propia a partir de Zhao et al. (2019)

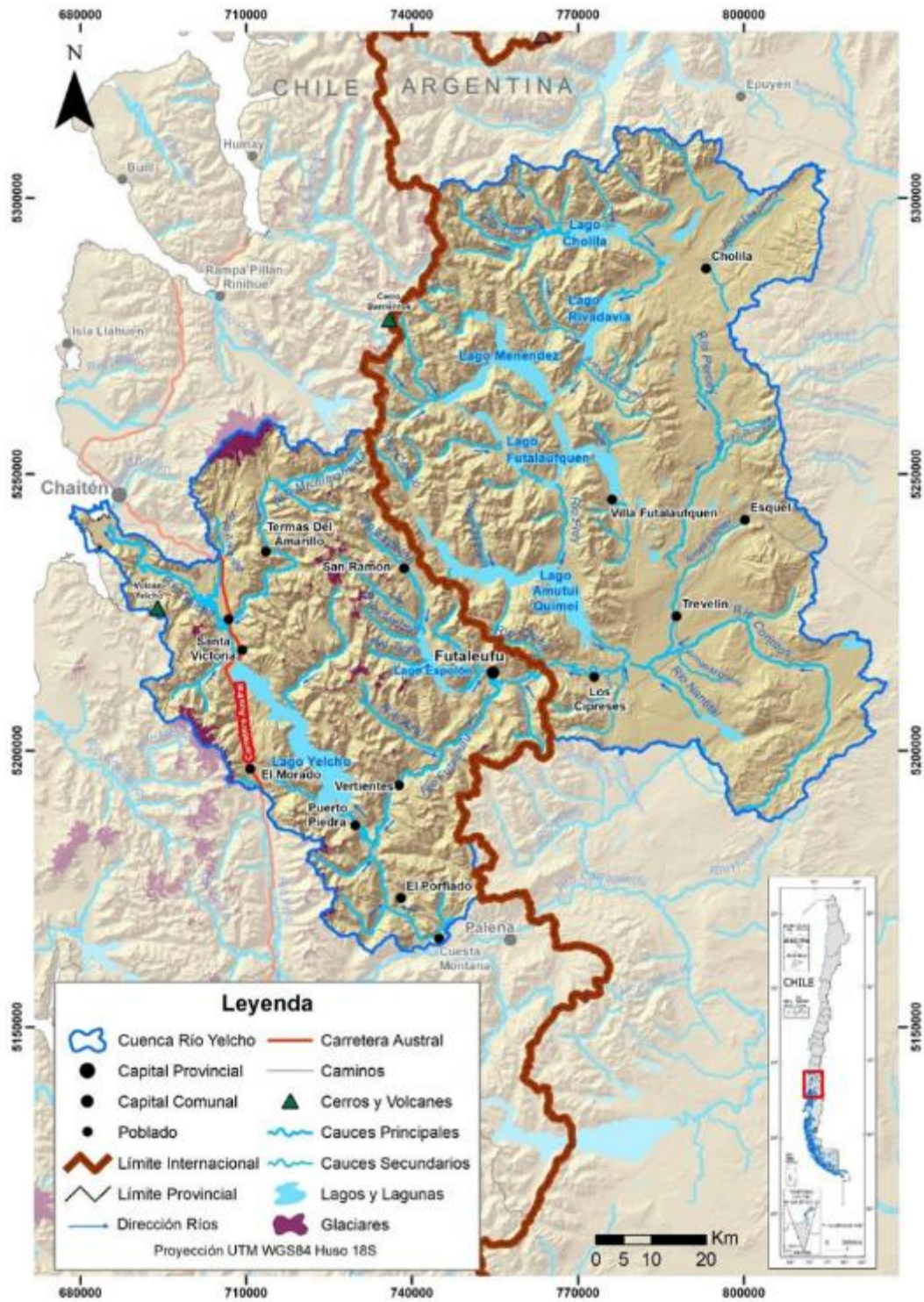
Figura 2-11: Uso de Suelo – Cuenca río Yelcho

2.1.6. Drenaje principal

La hidrografía de la cuenca del río Yelcho se caracteriza principalmente por ríos, esteros y quebradas que la abarcan casi en su totalidad. En la Figura 2-12 se muestra la ubicación geográfica del drenaje de la cuenca del río Yelcho con los nombres de los ríos y lagos más destacables. A continuación, se indican los ríos principales, tanto por su longitud, como por su importancia en la cuenca.

- Río Michinmahuida: presenta una longitud aproximada de 115 km. Nace en la parte norte de la cuenca en las faldas del volcán homónimo, fluyendo por la región hasta su confluencia con el río Yelcho.
- Río Futaleufú: tiene una longitud aproximada de 173 km en Chile. Este río nace en Argentina, cruzando el Parque Nacional Los Alerces (Argentina) y la Cordillera de los Andes, desembocando en el Lago Yelcho.
- Río Yelcho: presenta una longitud aproximada de 206 km. Nace en la parte occidental del lago Yelcho y desemboca en la ensenada de Chaitén en el golfo de Corcovado.

A partir de esto, se debe destacar que el río Yelcho y el Futaleufú son los que les dan el nombre a las subcuencas, los cuales confluyen al sur de la misma. Por otro lado, los lagos ocupan una pequeña parte de la cuenca, destacando el lago Yelcho, con una superficie de 118,2 km², y el lago Espolón, cuya superficie es de 14,2 km². Ambos se encuentran ubicados en la subcuenca del río Yelcho.



Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA. (2021)

Figura 2-12: Hidrografía - Cuenca río Yelcho

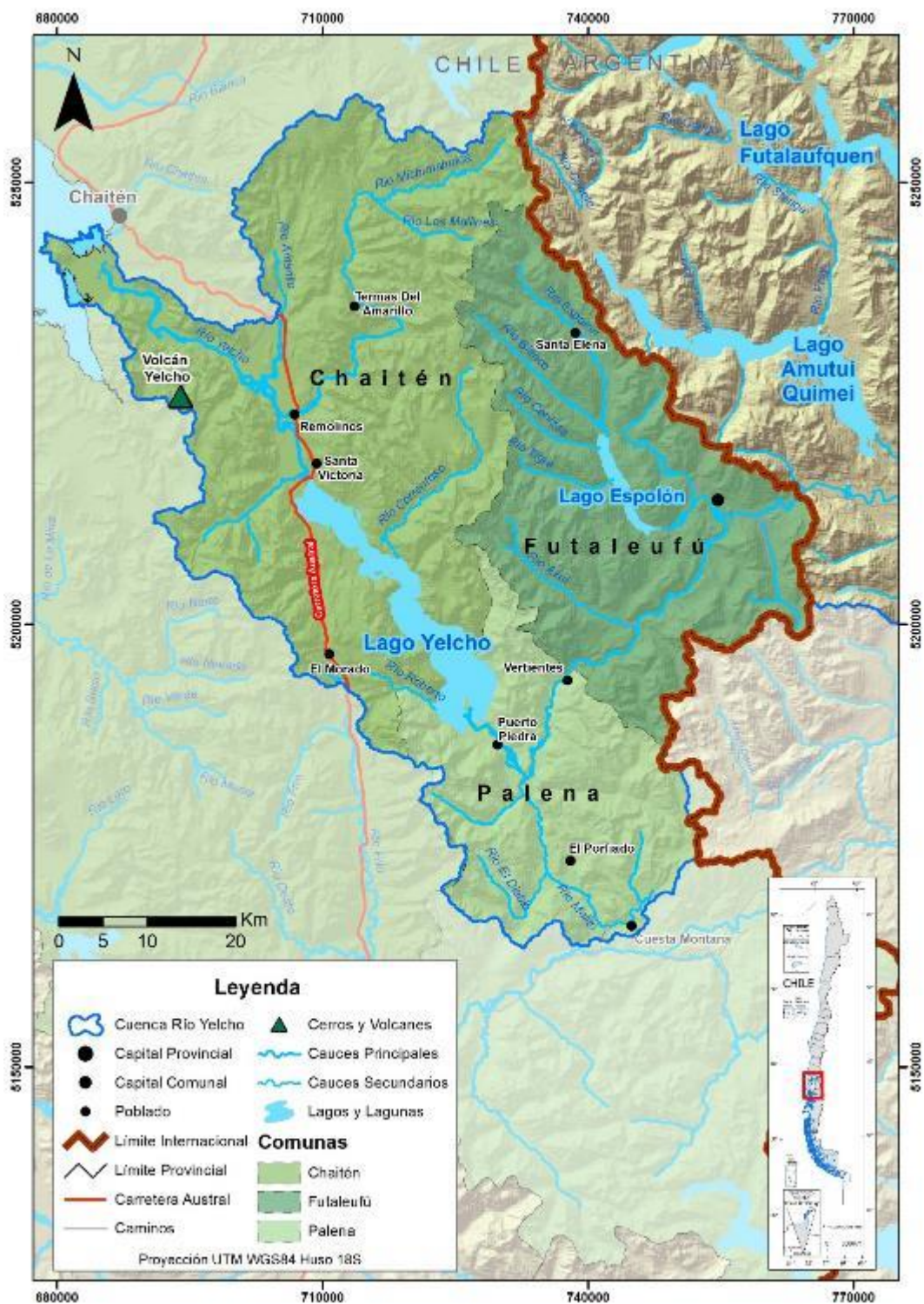
2.1.7. División político-administrativa

La cuenca del río Yelcho es de tipo trasandina. Gran parte de ésta se emplaza en Argentina, mientras que en el lado chileno se ubica en la provincia de Palena, siendo distribuida entre las comunas de Palena, Chaitén y Futaleufú. En la Tabla 2-3 se muestra el detalle de las superficies que abarca en cada comuna, mientras que en la Figura 2-13 se representa su distribución geográfica.

Tabla 2-3: Superficie comunal de la cuenca del río Yelcho.

Cuenca	Provincia	Comuna	Área (km ²)	Superficie (%)
Río Yelcho	Palena	Chaitén	2.022,93	49,67
		Futaleufú	1.231,43	30,23
		Palena	818,68	20,10
Total			4.073,07	100

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA (2021).

Figura 2-13: División político administrativo- Cuenca río Yelcho

2.1.8. Actividad económica

a. Demografía

i Caracterización demográfica actual

La estimación de la población en la cuenca se realiza a partir de la estadística del “Censo de Población y Vivienda” del año 2017 (INE, 2018a), específicamente de la población censada en las manzanas de las comunas que pertenecen parcial o totalmente a la cuenca del río Yelcho. Se ha estimado que la población actual que habita la cuenca al año 2017 asciende a 3.107 habitantes, cuya distribución territorial se presenta en la Tabla 2-4. El detalle de la caracterización demográfica en la cuenca se encuentra en el Anexo J.1 (Excel).

Tabla 2-4: Población actual (2020) y densidad poblacional de la cuenca del río Yelcho

Comuna	Población ponderada Cuenca del río Yelcho (N° hab.)			Densidad de población Cuenca (hab./km ²)
	Total	Urbana	Rural	
Chaitén	297	0	297	0,15
Futaleufú	2.596	1.831	765	2,11
Palena	214	0	214	0,26
Total	3.614	2.291	1.324	0,76

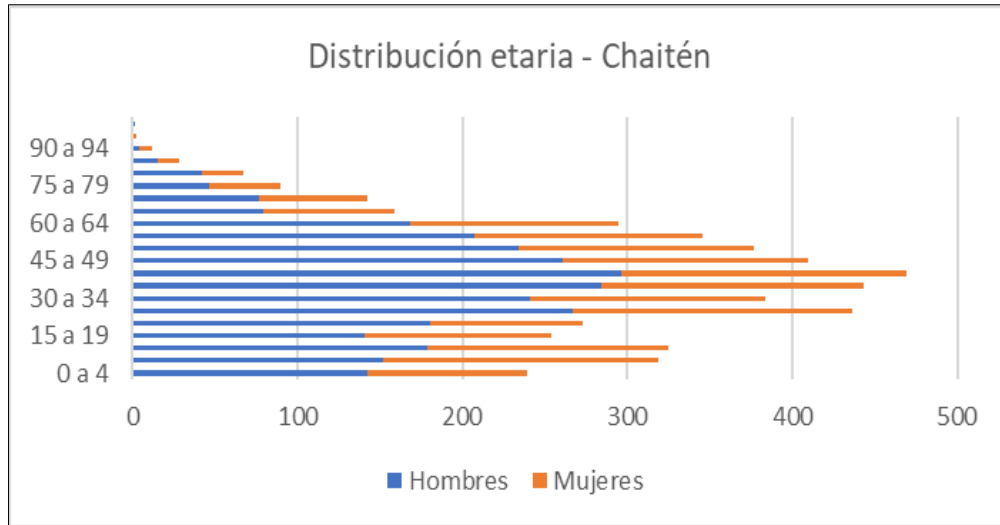
Fuente: Elaboración propia en base a Censo de INE del año 2017 (INE, 2018).

Al analizar los datos censales por comuna, se obtiene que, tomando en cuenta todos sus distritos, existe una población total efectivamente censada de 9.405 habitantes, con 5.277 hombres (56,1%) y 4.128 mujeres (43,9%) en total (Tabla 2-5). Por otro lado, el 73% promedio de la población comunal de Chaitén se encuentra entre los 15 y 64 años, mientras que en Futaleufú y Palena dicha distribución disminuye a 70% y 67% respectivamente (Figura 2-14 a Figura 2-16).

Tabla 2-5: Población por comuna y sexo.

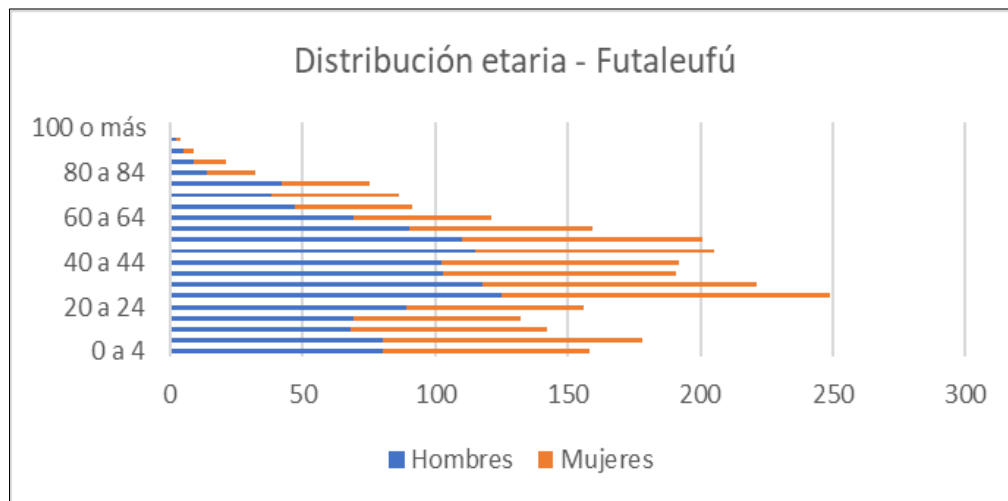
Comuna	Hombres	Mujeres	Población efectivamente censada
Chaitén	3.016	2.055	5.071
Futaleufú	1.375	1.248	2.623
Palena	886	825	1.711

Fuente: Elaboración propia en base a Censo de INE del año 2017 (INE, 2018).



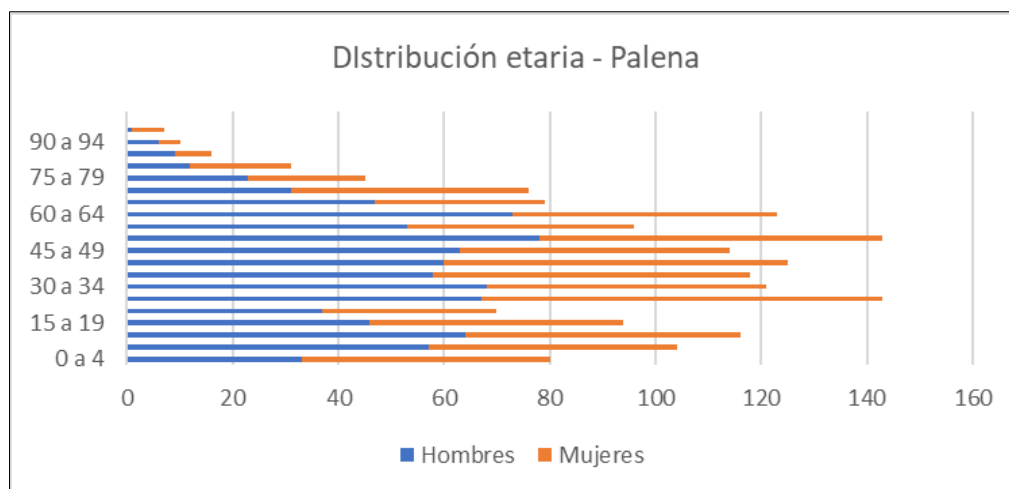
Fuente: Elaboración propia en base a Censo de 2017.

Figura 2-14: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Chaitén.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo de 2017.

Figura 2-15: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Futaleufú.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo de 2017.

Figura 2-16: Distribución etaria y según sexo de la población de la comuna de Palena.

Sobre el nivel educacional a nivel comunal, el censo del año 2017 (INE, 2018a) arrojó que solo 51 habitantes declararon haber asistido a la educación formal de personas en edad escolar obligatoria (hasta los 13 años), pero 1.911 declaran haber estudiado al menos 12 años. El detalle de los niveles educacionales para todas las comunas de interés en la cuenca se encuentra en el Subanexo J.1 (Excel).

Por otra parte, todas las comunas cuentan con habitantes que se reconocen con algún pueblo indígena, ya que se declararon así un total de 2.159 habitantes, de los cuales el 97% se identifican como parte del pueblo mapuche. En Tabla 2-6 se aprecia el total y porcentaje relativo comunal de la población que se identifica con algún pueblo indígena y en Subanexo J.1 (Excel) se presenta el detalle.

Tabla 2-6: Población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario por comuna

Nombre comuna	Total población efectivamente censada [hab.]	Total población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario [hab.]	Porcentaje población que se considera perteneciente a un pueblo indígena u originario [%]
Chaitén	5.071	1.337	26%
Futaleufú	2.623	487	19%
Palena	1.711	335	20%

Nota: El porcentaje es calculado sobre la población total censada en la comuna.

Fuente: Elaboración propia basado en INE (2018).

ii Caracterización demográfica según nivel de pobreza

La caracterización de la pobreza a escala comunal, basado en la pobreza por ingreso y multidimensional, se obtiene de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional del año 2017 (CASEN, 2017). En la Tabla 2-7 se resume el número de personas en situación de pobreza para ambos casos. La estimación de esta, evaluada solo con los ingresos, revela que en promedio el 11% de la población de las tres comunas se encuentra en situación de pobreza. Mientras que, al realizar la estimación a través de la pobreza multidimensional, el porcentaje de la población bajo pobreza supera el 20% en todas las comunas, llegando al 28,7% en la comuna de Futaleufú. Las tablas para todas las comunas de interés en la cuenca se encuentran en el Subanexo J.1

Tabla 2-7: Población en situación de pobreza, evaluado como pobreza por ingresos y pobreza multidimensional [hab.]

Nombre comuna	Situación de pobreza por ingresos, 2017		Situación de pobreza multidimensional, 2017	
	Número de personas [hab.]	Porcentaje de personas [%]	Número de personas [hab.]	Porcentaje de personas [%]
Chaitén	617	12,20%	1.354	26,70%
Futaleufú	281	10,70%	753	28,70%
Palena	170	10,00%	410	23,90%

Fuente: Elaboración propia basado en CASEN (2017).

iii Población flotante producto de las actividades turísticas

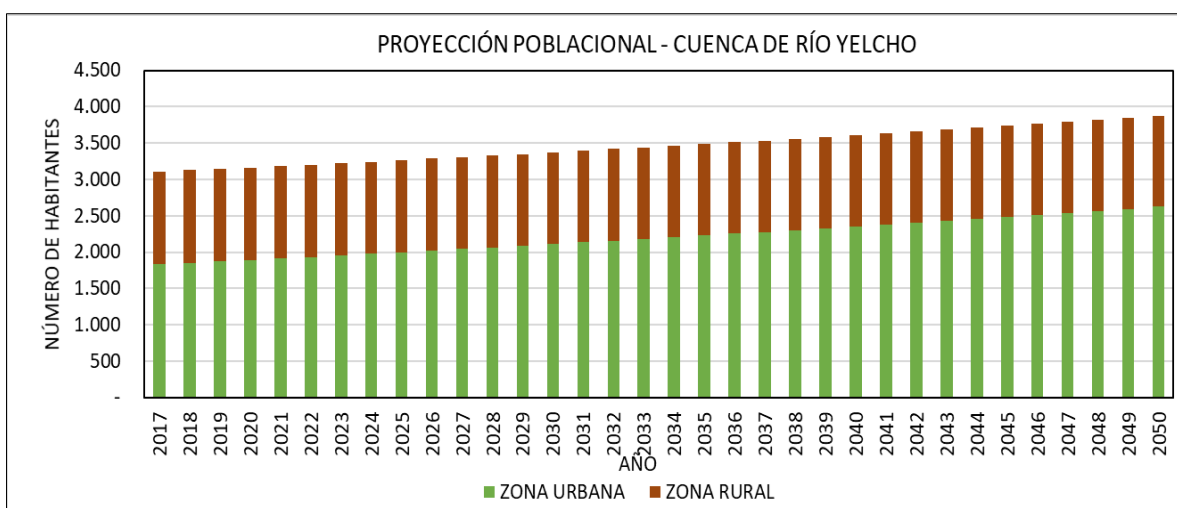
Conforme a la información estadística de la Subsecretaría de Turismo, en su estimación de alojamientos turísticos y pernoctaciones por región y destino turístico, el año 2018 hubo un total de 1.173.329 llegadas a la región de Los Lagos, con un total de 2.228.687 pernoctaciones en residencias locales (SUBTUR, 2019). Al revisar la estadística por destino, se considera una desagregación en cuatro destinos: Chiloé, Lago Llanquihue y Todos los Santos, Puerto Montt y alrededores y Resto región.

La cuenca del lago Yelcho se encuentra en la clasificación de "Resto región", donde la estadística de la Subsecretaría indica que el año 2018 hubo 248.230 llegadas, entre chilenos y extranjeros, con un total de 444.271 pernoctaciones. Esta población flotante se concentra entre enero y febrero, con más de 78 mil llegadas, con un promedio de dos días de estadía. El resto del año 2018 se mantuvo en torno a las 15 mil visitas mensuales, con un promedio de estadía de dos días (SUBTUR, 2019).

iv Proyección demográfica a nivel de cuenca

Al considerar la información recopilada por el censo (INE, 2018a) durante el periodo 2002-2017, la región Los Lagos experimentó un crecimiento poblacional promedio del 1,05%, muy cercano al 1,11% a nivel nacional. Adicionalmente, se cuenta con la estimación de tasas de proyección del INE (2018a), a partir de la cual se estima una tasa de crecimiento rural y urbana post 2017 para cada comuna y en base a las manzanas que pertenecen parcial o totalmente a la cuenca.

A partir de lo anterior, y la información poblacional entregada en la Tabla 2-4, se realiza la proyección de población en la cuenca para el periodo 2018-2050, la cual se muestra en la Figura 2-17, identificando habitantes en zona rural y urbana. El detalle de la distribución territorial y la proyección de crecimiento de la población se encuentra en el Subanexo J.1



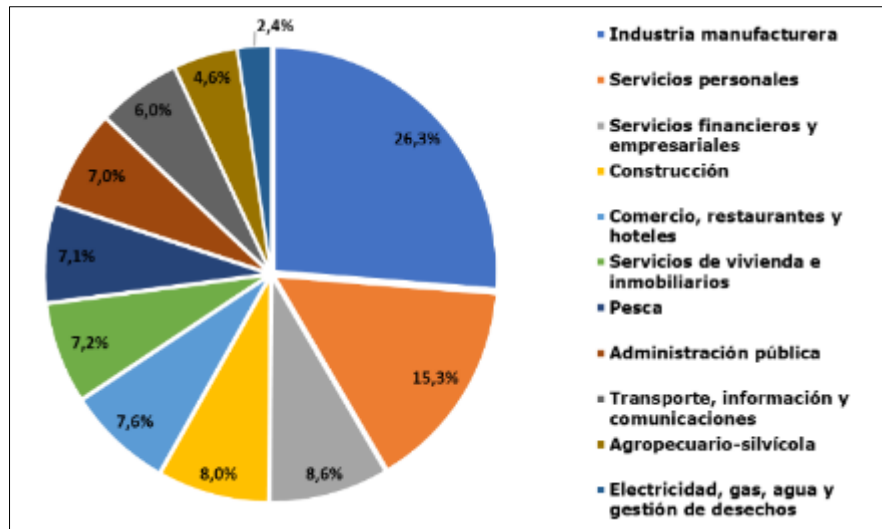
Fuente: Elaboración propia basada en INE (2018).

Figura 2-17: Población proyectada para la cuenca de río Yelcho, periodo 2018 – 2050.

b. Caracterización socioeconómica

i Valor de la producción regional

El Producto Interno Bruto (PIB) de la Región de Los Lagos, consignado por el Banco Central de Chile (BCCCh, 2021) al año 2019, corresponde a \$6.874 mil millones de pesos, representando el 3,5% a nivel nacional. En términos sectoriales, se destaca la industria manufacturera, con un aporte al PIB regional equivalente al 26,3%, seguida de servicios personales con 15,3%. Los otros sectores presentes en la economía regional se presentan en Figura 2-18, con sus respectivos aportes al PIB de la Región de Los Lagos.



Fuente: Elaboración propia basada en BCh (2021).

Figura 2-18: Aporte por actividad económica al PIB de la Región de Los Lagos, año 2019.

Respecto al sector minero, la información del Banco Central indica que no hay actividad económica bajo esta categoría en la región. El sector agropecuario-silvícola solo tiene un 4,6% de participación. En último lugar, se encuentra el sector electricidad, gas, agua y gestión de desechos, el cual corresponde al 2,4% del PIB regional. En el Subanexo J.1 se encuentran la información base acá presentada.

ii Empleo regional por sector económico

El número de personas ocupadas según sector económico a nivel regional se obtuvo de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) con datos en el período 2013-2021. El 18% de las personas ocupadas en la región se desempeñan en la actividad de comercio; seguido de la actividad agrícola, ganadera, silvícola y pesca con el 15% de las personas ocupadas; luego, la actividad de construcción representa el 14% de las personas ocupadas en la región. En el Anexo J.2 (Excel) se encuentran las tablas con el detalle de la distribución de empleo sectorial anual en la región.

En un esfuerzo para comprender la ocupación a nivel de comunas, se revisa la estadística de número de empresas, ventas en UF y número de trabajadores dependientes informados por comuna al año 2015 en base a la información de Servicio de Impuestos Internos. Este análisis refleja que la economía de las comunas de interés se concentra en siete actividades principales que son: comercio, la actividad silvoagropecuaria, hoteles y restaurantes, la actividad manufacturera (no metálica), el transporte, la construcción y los servicios sociales y de salud. En Subanexo J.2 (Excel) se presentan las tablas de detalle y en Tabla 2-8 se resume el total de empresas, de ventas y el número de trabajadores dependientes informados por comuna.

Tabla 2-8: Número de empresas, Ventas en UF y Número de trabajadores dependientes informados por Comuna, 2015.

Nombre comuna	Núm. Empresas	Ventas (UF)	Núm. de Trab.
Chaitén	318	463.914	505
Futaleufú	336	235.902	307
Palena	146	74.934	389

Fuente: Elaboración propia a partir SII (2015)

iii Principales actividades económicas en la cuenca

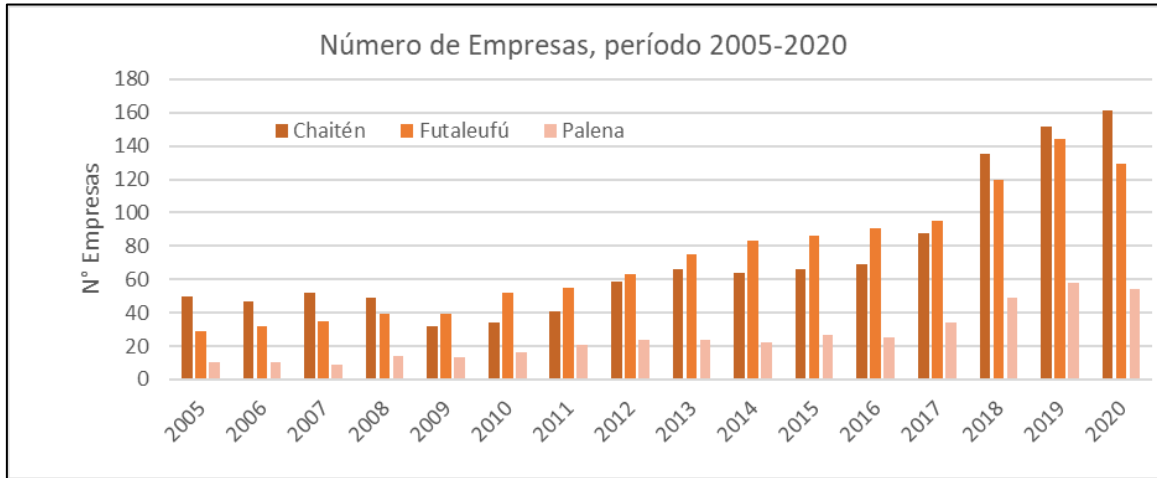
En la presente sección se describen las actividades económicas relevantes en la cuenca y que son consideradas de importancia para la gestión hídrica de esta, ya sea por su uso directo del agua o por su dependencia con productos encadenados del mismo. De los antecedentes socioeconómicos antes expuestos relacionados con el PIB regional, la ocupación en la región y comuna, así como su importancia en la gestión hídrica, se identifican como actividades de importancia: la industria turística, que considera las actividades de comercio, hotelería y restaurantes; la actividad silvoagropecuaria y la actividad manufacturera (no metálica). Así mismo, a pesar de no ser representativas en la economía de las comunas de interés, se considera la descripción de las actividades de servicio de agua potable y de generación eléctrica.

❖ Actividades de características turísticas

La actividad turística nacional durante el año 2017 registró un total de 6.449.883 visitantes extranjeros durante el año 2017, generando un aporte directo al PIB de 3,4% y contribuyendo de forma directa con el 3,4% de empleos a nivel nacional durante el 2017 (SUBTUR-SERNATUR, 2018). En la región existe una amplia oferta de actividad turística, considerando dos Zonas de Interés Turístico (ZOIT), Futaleufú y Chaitén, declarados en 2017 y 2021 respectivamente, ambos reconocidos como destinos de naturaleza.

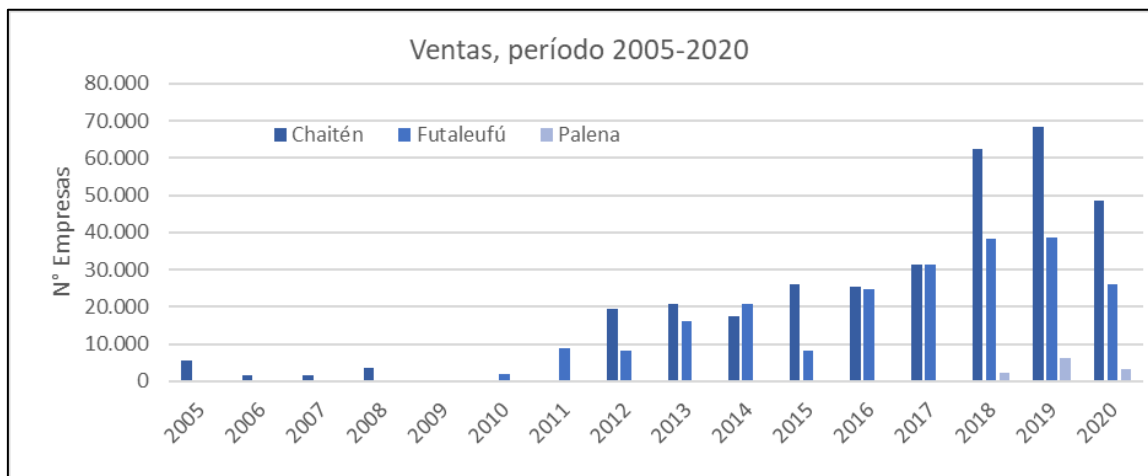
La oferta turística es variada y rica, entre otros atractivos. En ZOIT Chaitén se encuentran el Río Yelcho, Sector El Amarillo, Sendero Ventisquero El Amarillo y Sendero interpretativo Ranita de Darwin y Termas El Amarillo, Lago Yelcho, Volcán Michimahuida, Ventisquero Yelcho, Carretera Austral, entre otros (SUBTUR, 2018). Por su parte, en ZOIT Futaleufú también existen atractivos favorables para el turismo de intereses especiales, como el mismo río, considerado uno de los mejores a nivel mundial para actividades de aguas blancas como el rafting y kayak. Además, cuenta con recursos naturales y geográficos como lagos glaciales, montañas inmemoriales, bosques nativos y aguas prístinas que lo convierten en un lugar ideal para actividades como el *trekking*, escalada, pesca, *mountainbike*, cabalgata, entre otras (SUBTUR, 2014).

Para caracterizar la actividad turística como agente económico, en las comunas de interés se revisaron los antecedentes de la Subsecretaría de Turismo, cuya estadística permite acceder a información de número de empresas, ventas y trabajadores declarados por las actividades de características turísticas (SUBTUR, 2020), que se ilustran en Figura 2-19 a Figura 2-21. Estos datos se pueden revisar en detalle en Subanexo J.2 (Excel), los que permiten elaborar las siguientes gráficas. Se aprecia que el número de empresas y ventas ha ido en aumento sostenido en el período 2005-2020, incluso en los años registrados bajo pandemia por COVID. No obstante, el número de trabajadores dependientes declarados ha disminuido desde 2012 al 2020.



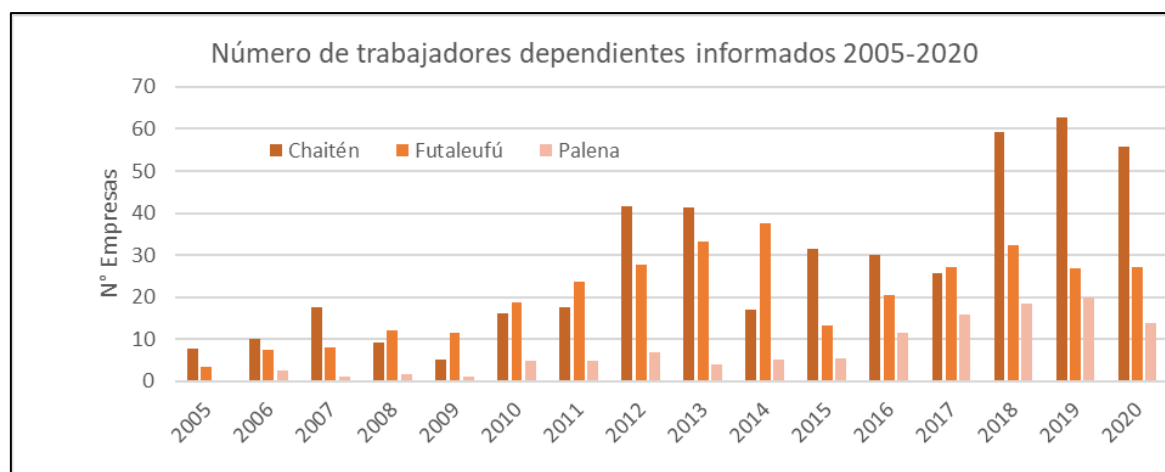
Fuente: Elaboración propia basada en Subsecretaría de Turismo y SII.

Figura 2-19: Número de empresas relacionadas con el turismo, período 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia basada en Subsecretaría de Turismo y SII.

Figura 2-20: Ventas en UF, período 2005-2020.



Fuente: Elaboración propia basada en Subsecretaría de Turismo y SII.

Figura 2-21: Número de trabajadores dependientes informados, período 2005-2020.

❖ **Actividad silvoagropecuaria**

La región de Los Lagos representa el 4,5% de la superficie nacional dedicada a los distintos rubros silvoagropecuarios (202.086 hectáreas), de acuerdo a la ficha regional desarrollada por ODEPA (2021) elaborada en base a la información del Censo Agropecuario y Forestal de 2007 (INE 2007). El principal uso de dicha superficie corresponde a plantaciones forestales, con el 44,3% de dicho total; seguido de plantas forrajeras, con 33,8% y cereales, con 9,7%. Estos tres usos concentran el 87,8% de los suelos de cultivo de la región.

La producción de plantaciones forestales principales corresponde a especies *eucalipto nitens*, *eucalipto globulus* y pino radiata o insigne, que en su conjunto representan el 90,8% de la superficie dedicada a plantaciones forestales en la región (ODEPA, 2021) y que se encuentran principalmente en las provincias de Osorno y Llanquihue. Igualmente, las plantas forrajeras se ubican principalmente en las comunas de Osorno y Llanquihue, mientras que las leguminosas y tubérculos presentes corresponden solo a cultivo de papa y se desarrollan en las provincias de Llanquihue y Chiloé. Se aprecia entonces que la principal producción silvícola y agrícola de la Región se desempeña en sectores distintos a la cuenca del río Yelcho. En esta, que se emplaza en la provincia de Palena, existe principalmente un uso de suelo definido por cobertura de bosque nativo, matorrales, renoval y zonas sin vegetación.

Específicamente, como se menciona en secciones precedentes sobre la caracterización física del territorio, solo existe un 0,07% del área de la cuenca del río Yelcho con uso de plantación. Efectivamente, conforme a la información expuesta por el Censo Agropecuario del año 1997 y de 2007, se puede identificar la superficie de riego para los distritos que pertenecen parcial o totalmente a la cuenca de este río. Según dichos Censos, se registraron 26,4 y 53,4 hectáreas bajo riego el año 1997 y 2007 respectivamente (Tabla 2-9), superficie menor al 1% de la superficie total de los siete distritos relacionados.

Tabla 2-9: Superficie de riego según Censo Agropecuario, año 1997 y 2007, distritos relacionados con cuenca del río Yelcho.

Nombre Comuna	Nombre Distrito	Riego [Hás.] 1997	Riego [Hás.] 2007
Chaitén	Chaitén	4,13	0,00
	Lago Yelcho	3,99	0,00
Futaleufú	Futaleufú	6,40	34,80
	Río Azulado	3,41	10,30
	Río Chico	2,80	8,30
Palena	El Malito	4,45	0,00
	Lago Yelcho	1,25	0,00
Total		26,44	53,40

Fuente: DGA (2017).

Respecto al sector pecuario, la región es relativamente importante en la masa de ganado de jabalíes, bovinos y ciervos en relación al total del país, lo que se explica en sus porcentajes: 17,3%, 27,9% y 47%, respectivamente. No obstante, esta producción se da principalmente en las provincias de Osorno y Llanquihue, sin participación relevante de la provincia de Palena. Efectivamente, en el Censo Agropecuario y Forestal de 2007, específicamente en los distritos que pertenecen parcial o totalmente a la cuenca del río Yelcho, se identifica el número de cabezas según tipo de ganadería (Tabla 2-10). Este es de 43.354, que representa el 2,9% de la producción regional para el año censado, con lo que se puede apreciar la reducida producción de los distritos relacionados.

En el Subanexo J.2 (Excel) se puede revisar la producción censada con el detalle según tipo de ganadería, mientras que en la Tabla 2-10 se puede apreciar un resumen de esta información para la cuenca del río Yelcho. Cabe destacar que esta información se refiere a la situación de los años efectivamente censados, por lo cual no se cuenta con datos más actualizados.

Tabla 2-10: Número de cabezas según tipo de ganadería en los distritos de la cuenca del río Yelcho.

Ganadería	Núm. de cabezas [Cab.]
Bovino	15.273
Ovino	14.138
Caprina	818
Avícola	8.782
Otras Aves	2.339
Porcina	1.004
Equina	958
Camélidos	4
Otros	38
Total	43.354

Fuente: Censo Agropecuario (2007).

❖ **Industria manufacturera**

De acuerdo a la información entregada por el Banco Central, la industria manufacturera representa la mayor actividad económica de la región, con un aporte del 26,6% al PIB Regional. No obstante, no se identifican plantas, factorías o fábricas en los distritos relacionados con la cuenca del río Yelcho. En las actividades PAC tampoco se identificaron actores relacionados con esta actividad en la cuenca.

❖ **Actividad servicios: generación eléctrica**

La generación eléctrica y gestión de desechos tiene un aporte al PIB regional de 2,4%. A pesar de este aporte menor, es relevante identificar las plantas de generación en la cuenca por su relevancia desde el punto de vista de la gestión hídrica. En la Tabla 2-11 se presentan las unidades generadoras de interés para la cuenca, identificando, entre otras, cosas el consumo de agua declarado por unidad de generación de la planta térmica.

En la cuenca del río Yelcho se ha identificado una central hidroeléctrica de pasada, y una central térmica convencional en base a petróleo diésel, ambas pertenecientes a EDELAYSEN para el subsistema de Palena. Cabe destacar que la termoeléctrica Palena y Santa Bárbara pertenecen al mismo subsistema, pero se encuentran fuera de la cuenca del río Yelcho.

Tabla 2-11: Unidades de Generación Eléctrica y Tipologías

Central	Fecha central	Comuna	Código de unidad	Fecha Servicio unidad	Clasificación	Tipo de energía	Potencia bruta [MW]	Potencia neta [MW]	Consumo [lt/kWh]
Futaleufú	1976	Futaleufú	G-5520	2009	Convencional	Diesel	0,25	0,25	0,32
			G-5747	2017	Convencional	Diesel	0,40	0,40	0,32
			G-5856	2020	Convencional	Diesel	0,508	0,508	0,32
Río Azul	1987	Palena	G-5133	1987	ERNC	Hidráulica Pasada	0,35	0,35	-
			G-5134	1987	ERNC	Hidráulica Pasada	0,35	0,35	-
			G-5135	1987	ERNC	Hidráulica Pasada	0,35	0,35	-
			G-5136	1987	ERNC	Hidráulica Pasada	0,35	0,35	-

Fuente: CNE.

❖ **Actividad servicios: Agua potable**

La empresa de servicios sanitarios presente en las comunas de la cuenca del río Yelcho corresponde a la ESSAL S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A, que presta servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas a las zonas urbanas de Futaleufú y Chaitén. Conforme a la información publicada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en su informe de coberturas del año 2020, ESSAL tiene una cobertura de APU en un total de 1.206 inmuebles residenciales, con un total de población estimada de 2.342 personas entre ambas comunas (SISS, 2020). Cabe destacar que la totalidad de la zona urbana de Futaleufú se encuentra inserta en la cuenca del río Yelcho, mientras que la de Chaitén, fuera del área de la cuenca. De todas maneras, en Tabla 2-12 se presenta la cobertura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para ambas comunas. El detalle de la cobertura se puede revisar en Subanexo J.2 (Excel).

Tabla 2-12: Cobertura de Servicios de la empresa ESSAL por comuna

Ítem de cobertura	Descripción	Chaitén	Futaleufú
Cobertura de AP	Total de inmuebles residenciales AP	470	736
	Población estimada dentro del TO	1.302	1.040
Cobertura de ALC	Total de inmuebles residenciales AS	470	736
	Población saneada ALC	1.100	876
Cobertura en tratamiento de AS	Población urbana saneada ALC	1.100	876
	Cientes residenciales de alcantarillado	397	620

AP: Agua Potable, ALC: Alcantarillado, AS: Aguas Servidas, TO: territorio operacional.

Fuente: ESSAL (2020).

En cuanto a los sistemas sanitarios rurales (ex APR), se identifican dos APR dentro de la cuenca, correspondientes al APR El Amarillo y APR Malito. Este último está finalizando su construcción y entraría en operación el presente año 2022, con un total aproximado de 60 arranques. Por su parte, el APR de El Amarillo está en operación desde el año 2003, con un total de 53 arranques y 164 beneficiarios estimados a junio de 2021.

Es importante mencionar que en las actividades PAC se ha identificado una brecha importante respecto del acceso al agua potable en el sector rural, donde las soluciones suelen ser individuales o grupales, sin sistema de tratamiento, y con constantes problemas de abastecimiento. Esto último se debe, en la mayoría de los casos, al hecho de que las fuentes de agua utilizadas, principalmente vertientes del sector han disminuido su nivel de producción. En otros casos, se debe a las deficiencias en el sistema de captación y a la baja capacidad instalada para realizar las mantenciones necesarias.

2.2. CLIMA

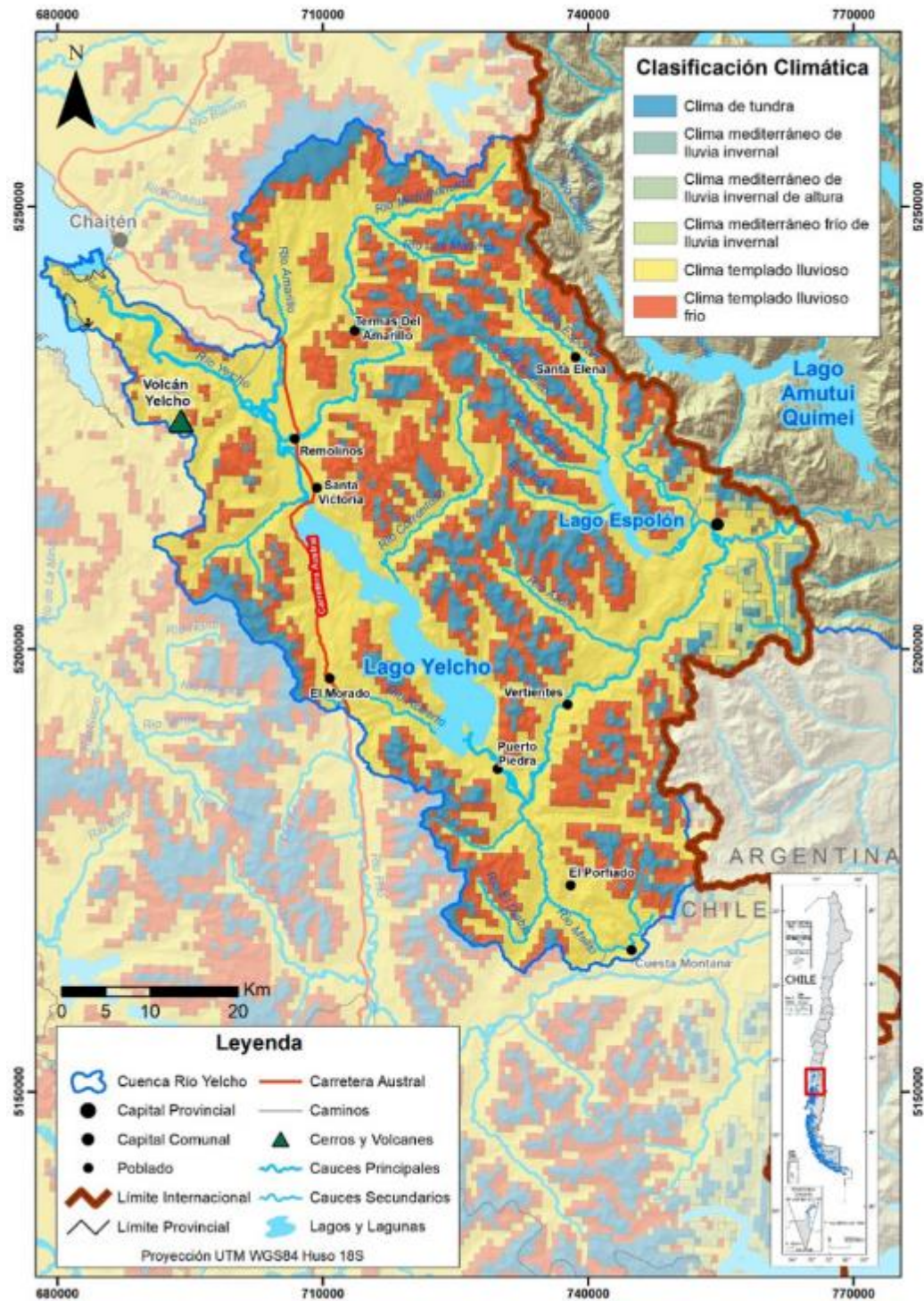
Para la caracterización del clima de la cuenca río Yelcho, se analizó la información existente en las estaciones meteorológicas operadas por la DGA, DMC, DGAC y AGRIMED en la zona y de las series de tiempo de precipitación y temperatura media mensual. Para el modelo WEAP, las estaciones agrometeorológicas no fueron consideradas debido a que cuando nieva en el sector, estas estaciones colapsan y no observan datos.

2.2.1. Caracterización climática

El clima en la cuenca del río Yelcho, de acuerdo con la clasificación de Köppen (Figura 2-22), corresponde a uno de tipo templado lluvioso y tundra (mediterráneo frío con lluvia invernal en menor medida). El clima templado lluvioso se caracteriza por precipitaciones continuas durante el año, que alcanzan los 2.000 mm anuales, una temperatura media anual entre 9° y 12° C y diferencias térmicas entre el mes más frío y el más cálido entre 7° y 12° C, la cual es mayor en la cordillera. Para el clima de tundra, existen precipitaciones en forma de lluvia en el verano y de nieve en invierno (Cruz y Calderón, 2008).

La clasificación realizada por Köppen y modificada por la Universidad de Chile (2016) para describir el clima en Chile, sugiere siete definiciones para el área de estudio (Figura 2-22), las cuales se describen a continuación:

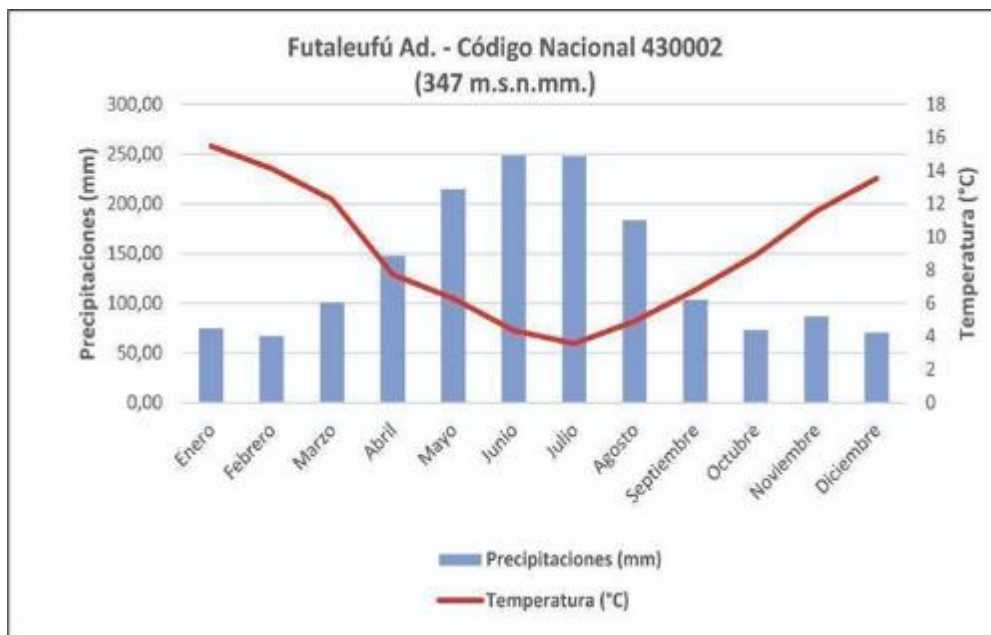
- **Tundra:** Se presentan escasas precipitaciones con temperaturas que varían entre los 0° C y los 10° C.
- **Mediterráneo de lluvia invernal:** Se tienen veranos muy secos y la mayor parte de las lluvias caen en invierno, variando desde los -3° C a los 18° C.
- **Mediterráneo de lluvia invernal de altura:** Climas con veranos secos en altura, con lluvias en invierno y temperaturas no mayores a los 22° C.
- **Mediterráneo frío de lluvia invernal:** Es un clima poco común que está influenciado por la altura, las temperaturas medias no superan los 10° C.
- **Templado lluvioso:** Los inviernos son fríos o templados y los veranos frescos. Las lluvias se distribuyen en todo el año, las temperaturas superan los 10° C.
- **Templado lluvioso con leve sequedad estival:** Lluvia todo el año. Los inviernos no son muy fríos, pero puede nevar un poco. Los veranos son moderados y menos lluviosos o secos. Estos climas ocurren generalmente entre los 40° y 60° de latitud, con temperaturas medias que varían entre los 7° y 14° C.
- **Templado lluvioso frío:** Inviernos fríos, con lluvias todo el año, donde la altitud puede influenciar mucho las condiciones climáticas. Temperaturas superiores a los 10° C se dan no más de cuatro meses al año.



Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA (2021).

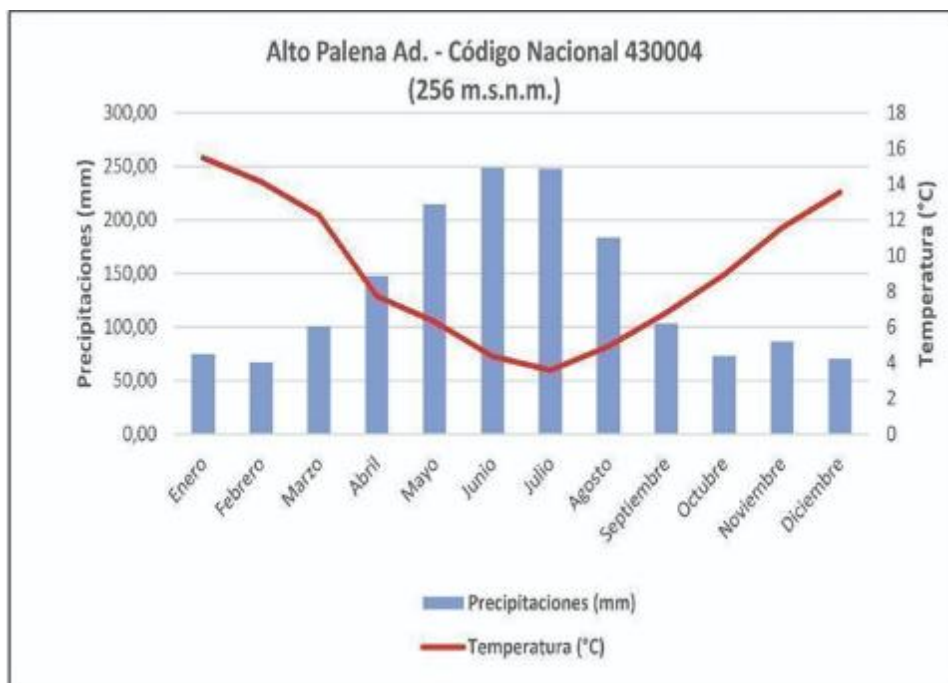
Figura 2-22: Clima de la cuenca río Yelcho según U de Chile basado en Sarricolea et al (2017)

En la Figura 2-23 a Figura 2-25 se presentan los climogramas de las estaciones meteorológicas de Futaleufú Ad., Alto Palena Ad. y Nueva Chaitén. Esta última se ubica aledaña a la cuenca y solo se utilizará en este capítulo, debido a la información que ésta aporta en este acápite. De acuerdo con lo presentando en las estaciones, las mayores precipitaciones ocurren en los meses de mayo, junio, julio y agosto, coincidiendo con las bajas temperaturas. Se puede apreciar, además que, en la estación de Nueva Chaitén, hay un incremento de las temperaturas y precipitaciones para los meses septiembre, octubre y noviembre debido a su posición cercana al océano.



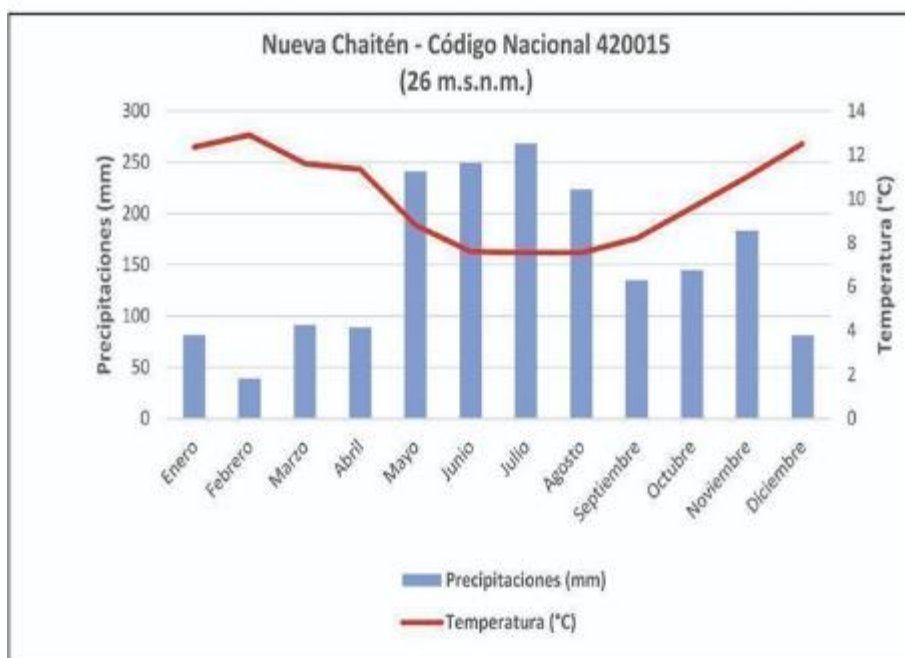
Fuente: Elaboración propia basado en información del DMC e INIA.

Figura 2-23: Climograma de la estación Futaleufú en la cuenca del río Yelcho



Fuente: Elaboración propia basado en información del DMC e INIA.

Figura 2-24: Climograma de la estación Alto Palena en la cuenca del río Yelcho



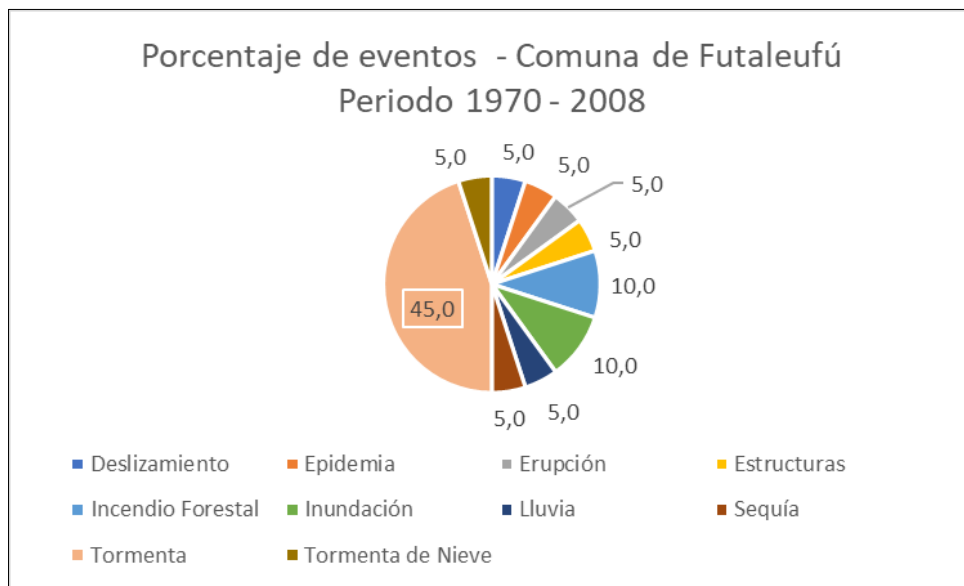
Fuente: Elaboración propia basado en información del DMC e INIA.

Figura 2-25: Climograma de la estación Nueva Chaitén en la cuenca del río Yelcho

2.2.2. Extremos y variabilidad climática

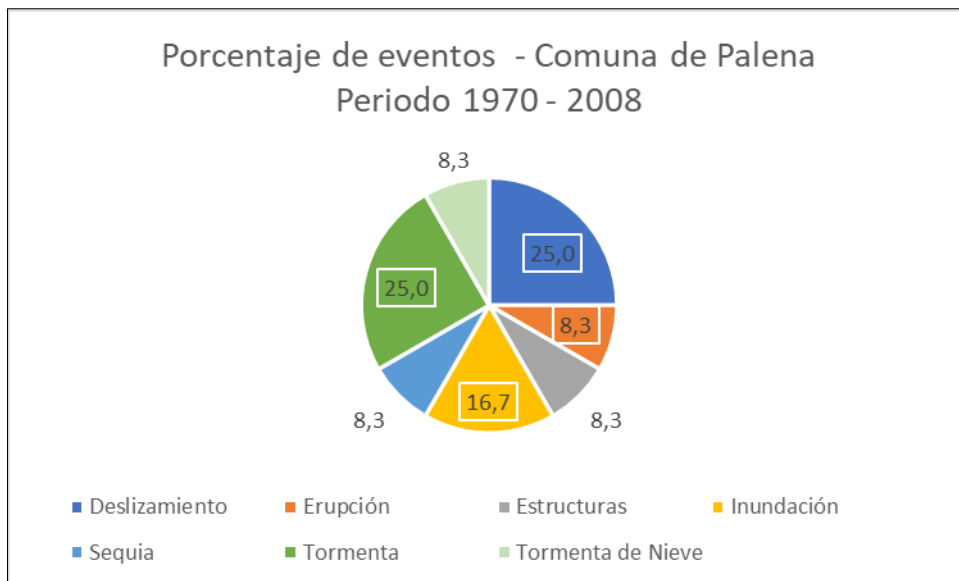
a. Análisis de eventos extremos

Las comunas de Futaleufú, Chaitén y Palena presentan una serie de eventos extremos, como se puede apreciar de los diagramas circulares elaborados a partir de la información incluida en la página web de desinventar.net (Figura 2-26 y Figura 2-27). En la comuna de Futaleufú un 45% de los eventos extremos se asocian a tormentas entre 1970 y 2008. Por otro lado, los eventos extremos relacionados a deslizamientos, lluvias y sequías, entre otros, presentan frecuencias similares entre 5% y 10%. Para la comuna de Palena los principales eventos extremos reportados corresponden a tormentas (25%), deslizamientos (25%) e inundaciones (16,7%).



Fuente: Desinventar.net

Figura 2-26: Eventos comuna de Futaleufú



Fuente: Desinventar.net

Figura 2-27: Eventos comuna de Palena

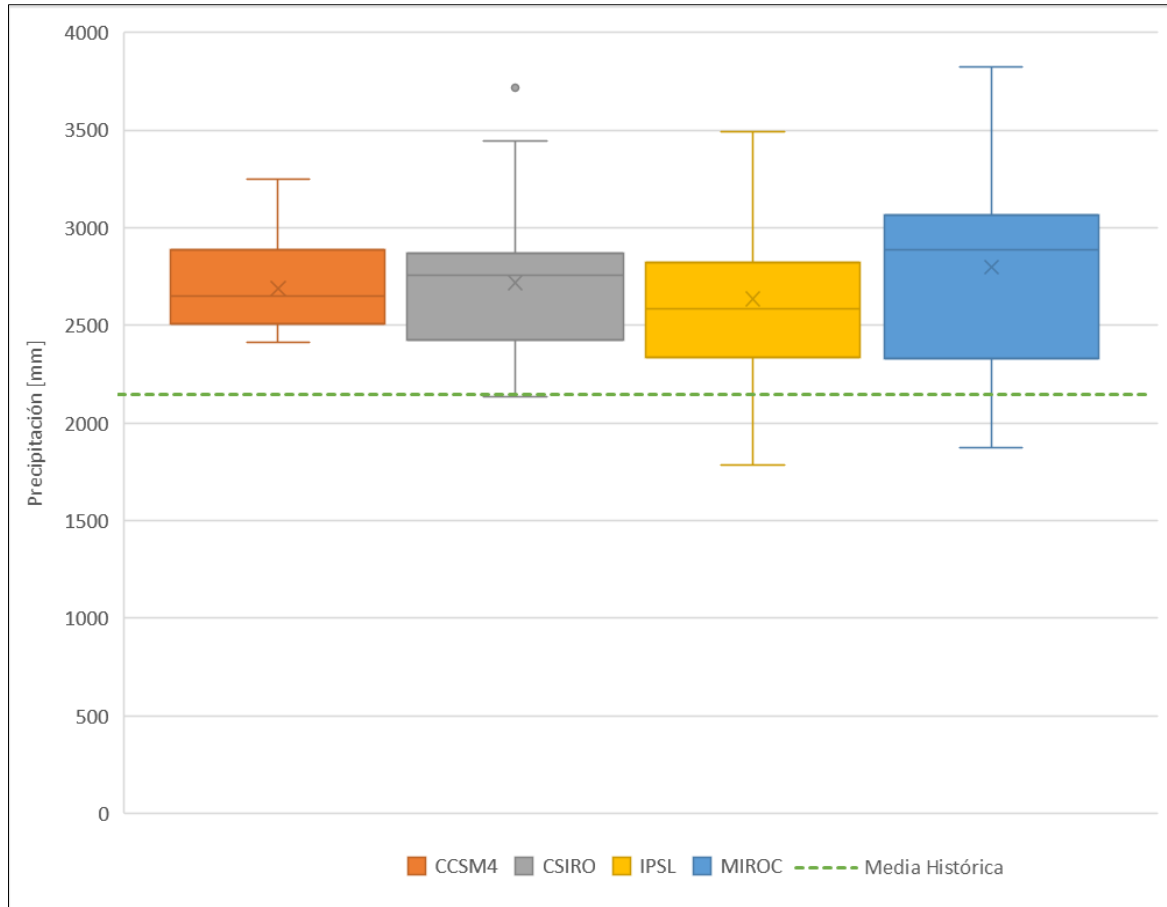
b. Variabilidad climática

Para la caracterización de la variabilidad climática histórica y futura, se analizan las variables hidrometeorológicas de precipitación, temperatura y caudales, las cuales en Anexo F se explica su construcción. En la Figura 2-29 y Figura 2-31 se presenta un análisis espacial de las forzantes de precipitación y temperatura, mientras que la Figura 2-28, Figura 2-30 y Figura 2-32 corresponden a un análisis numérico.

i Precipitación

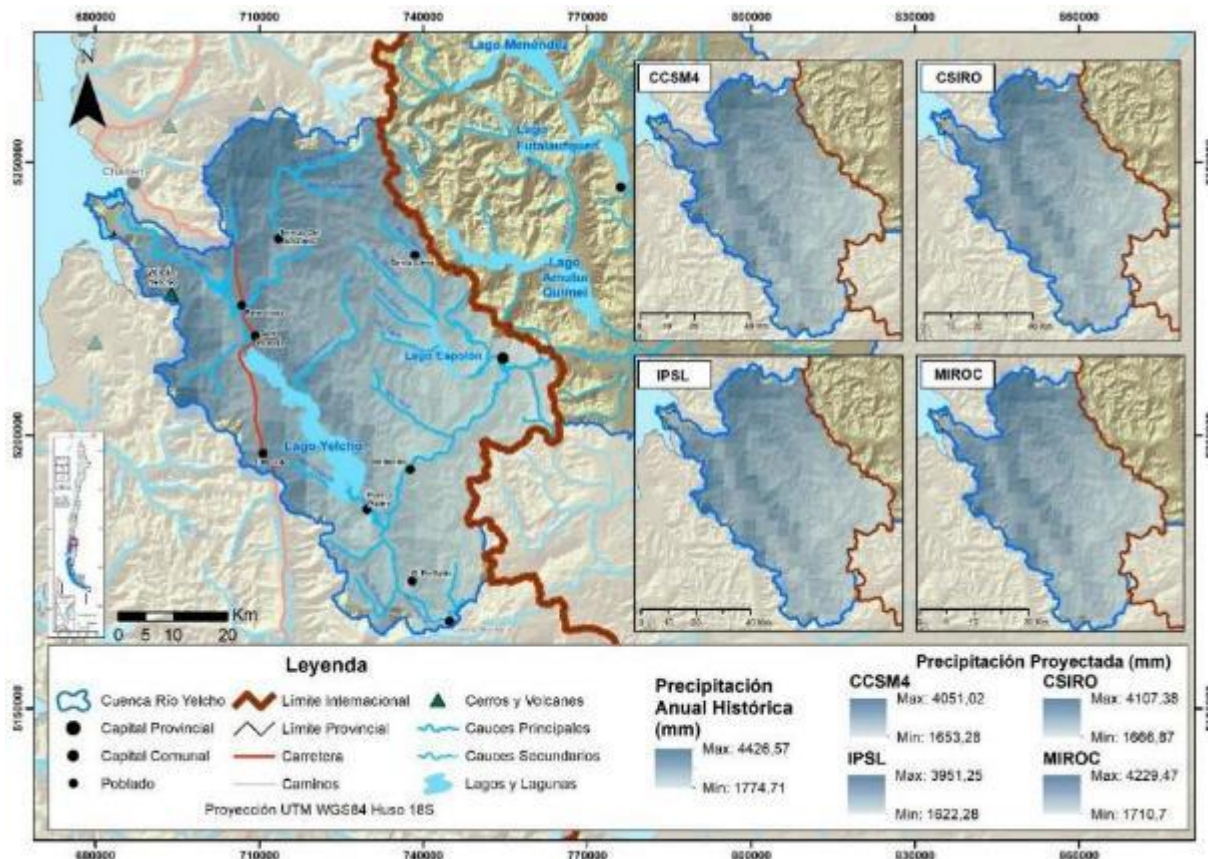
En el caso de las precipitaciones, en Chile se ha presentado de manera constante bajo el promedio para el periodo comprometido entre 1961 y 1990. Desde el año 2007 hasta el periodo del 2020, siendo que el año 2020 alcanzó un déficit de un 26% en promedio. El periodo entre 2010 y 2019 corresponde al periodo más seco desde 1961, donde se alcanzó un promedio de 20,6% de déficit nacional.

En el caso de la cuenca del río Yelcho, los 4 MCG considerados en la actualización del balance hídrico proyectan un aumento en las precipitaciones anuales, con un máximo en torno a los 650 mm anuales para el modelo MIROC, y un mínimo de 490 mm para el modelo IPSL. En promedio, los 4 MCG considerados proyectan un aumento de 565 mm sobre la precipitación anual. El modelo con mayor dispersión en sus proyecciones es MIROC, mientras que el modelo CCSM4 presenta la menor dispersión, sin considerar los *outliers* (Figura 2-28 y Figura 2-29).



Fuente: Elaboración propia en base a Actualización del Balance Hídrico (DGA, 2018a).

Figura 2-28: Gráficos de cajas con bigotes (*boxplot*) para la precipitación anual proyectada (2030-2060). La línea verde punteada muestra la media histórica (1985-2015).



Fuente: Elaboración propia

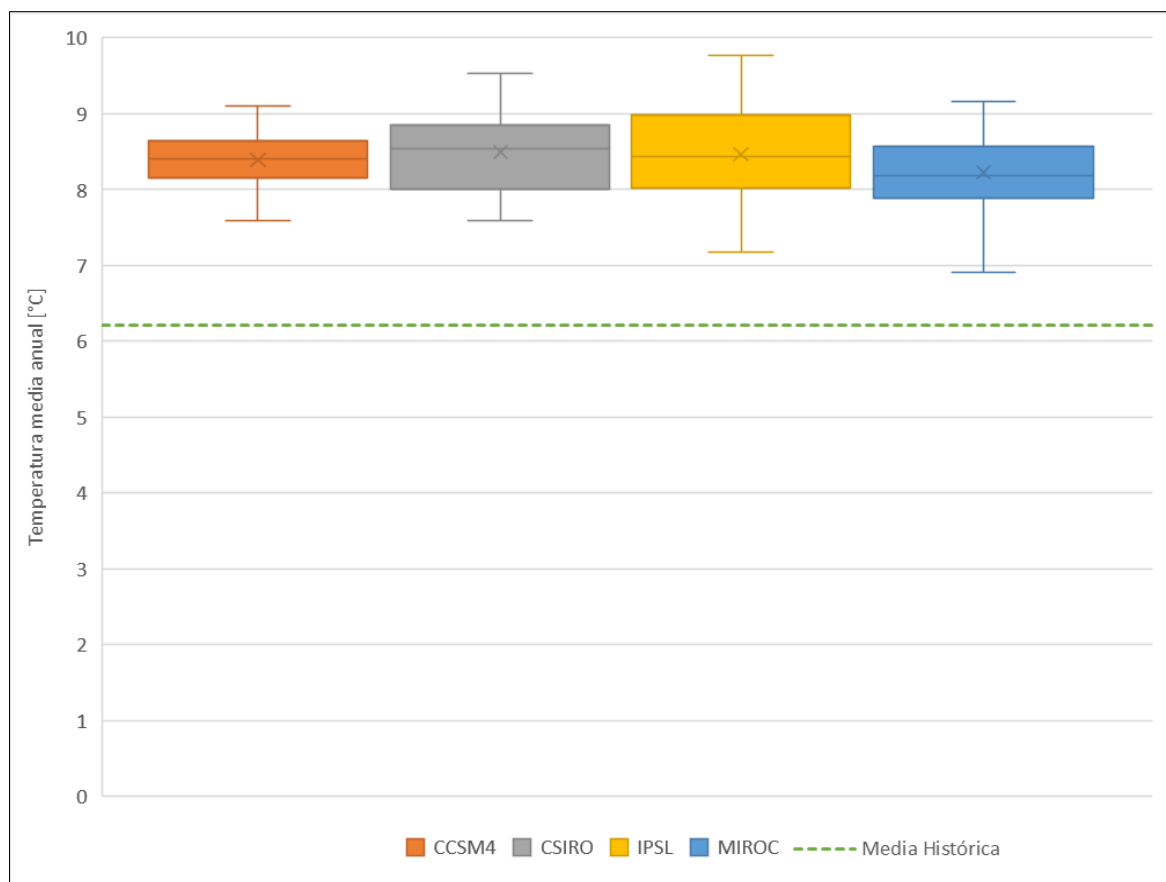
Figura 2-29: Tendencias de precipitaciones anuales histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).

ii Temperatura

A nivel global, el 2020 es el segundo año más cálido desde 1880, estimándose la temperatura media global de 14,9 °C, afectando fuertemente a la temperatura terrestre y de los océanos con un aumento en 0,08 °C. Se considera que los últimos seis años han sido los más cálidos en 141 años (DGA, 2021). Por otro lado, en Chile, se considera que, de los diez años más cálidos, nueve han ocurrido en las últimas dos décadas. La excepción fue el año 1997, que correspondió a un año en presencia de El Niño, lo cual se asocia a temperaturas más cálidas.

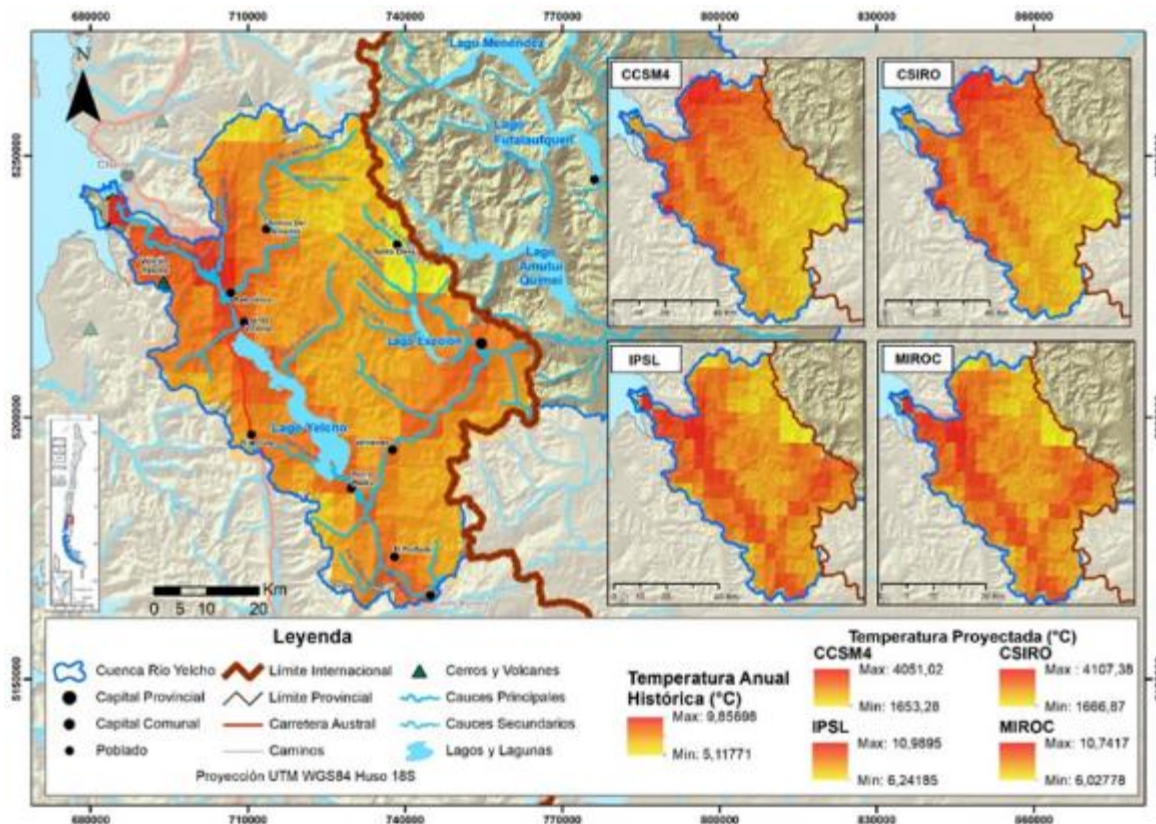
Dentro de las temperaturas promedio máximas se alcanzaron valores de 23 °C, superando en 11 °C el promedio, convirtiéndose así en la mayor temperatura promedio comparada con el año 2016. Para las temperaturas mínimas a nivel nacional, se considera que el año 2020 fue de un 6,9 °C, siendo el séptimo año más cálido desde hace 60 años (DGA, 2021). En acápite 2.2.1 se incluye análisis de tendencias de temperatura del aire.

En el caso de la cuenca del río Yelcho, los 4 MCG considerados en la actualización del balance hídrico proyectan un aumento en las temperaturas medias anuales, con un máximo en torno a los 2,29 °C medios anuales para el modelo CSIRO, y un mínimo de 2,03 °C para el modelo MIROC. En promedio, los 4 MCG considerados proyectan un aumento de 2,19 °C sobre la temperatura media anual. El modelo con mayor dispersión en sus proyecciones es IPSL, mientras que el modelo CCSM4 presenta la menor dispersión, sin considerar los outliers (Figura 2-30 y Figura 2-31).



Fuente: Elaboración propia en base a Actualización del Balance Hídrico (DGA, 2019).

Figura 2-30: Gráficos de cajas con bigotes (*boxplot*) para la temperatura media anual proyectada (2030-2060). La línea verde punteada muestra la media histórica (1985-2015).



Fuente: ERA5 Reanalysis.

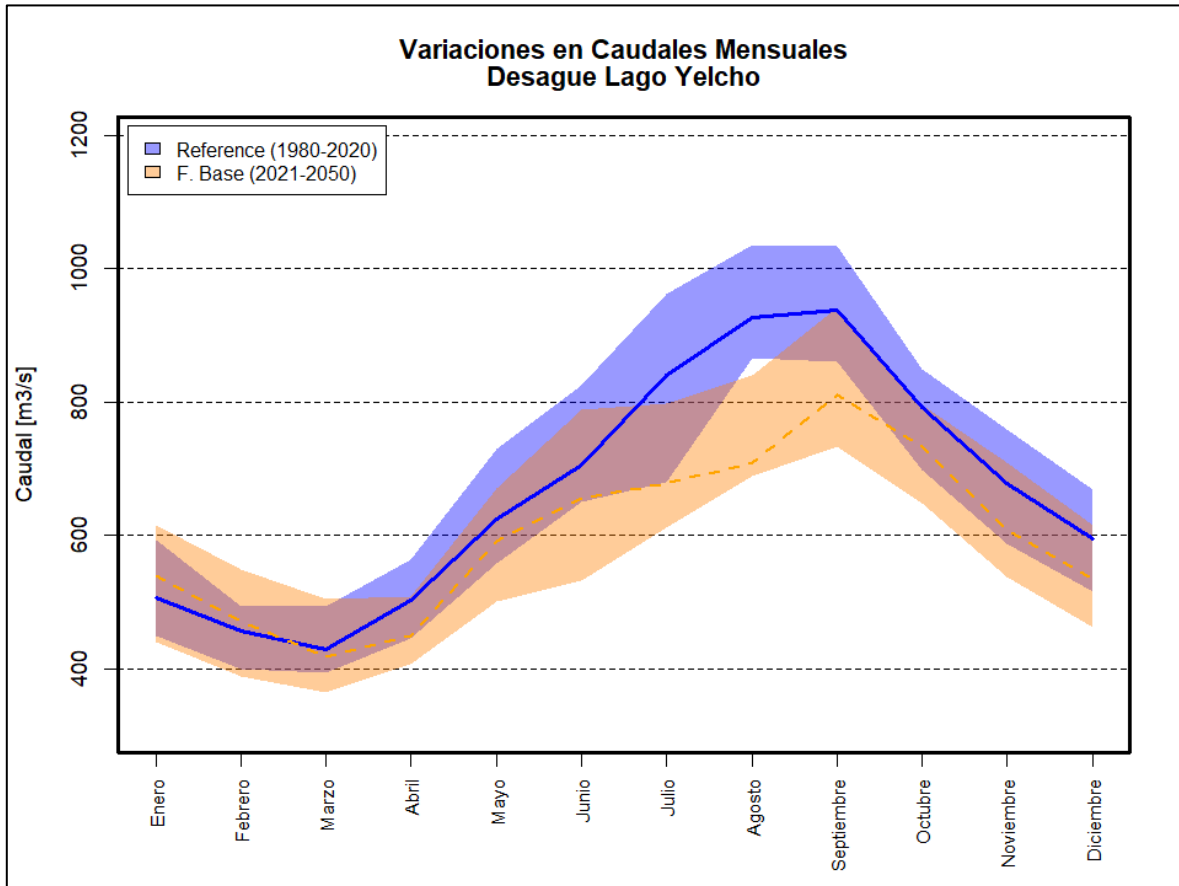
Figura 2-31: Tendencias de Temperatura anual histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y Proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).

iii Caudal

En Chile se generalizó una baja de los caudales para el periodo de 1991-2020 con respecto al periodo 1981-2010, así como en las precipitaciones como en los caudales del territorio nacional. La fuerte disminución de la acumulación nival presenta un déficit promedio de un 27%, afectando a la disponibilidad de aguas de las cuencas nivales y mixtas. Por otro lado, las cuencas que presentan régimen nivo-pluvial disminuyeron sus caudales tanto en invierno como en verano, al igual que las precipitaciones. En las cuencas de régimen pluvial, desde Imperial hasta Aysén existe una tendencia al descenso de los caudales, resaltando el fenómeno entre abril-mayo (otoño) (DGA, 2021).

Con respecto a la cuenca río Yelcho, se analizaron los cambios a nivel mensual de los caudales pasantes dentro de diversos puntos dentro de la cuenca, tanto estaciones fluviométricas como puntos de control para estimación de caudales ambientales, para periodo histórico (1980-2020) y futuro (2021-2050) los cuales se presentan en el acápite 5.3.1 del anexo H.1. En este análisis se observó una disminución de los caudales medios anuales en torno al 12%, consecuencia de la disminución de precipitaciones.

A nivel mensual se observó una fuerte disminución en los caudales en los meses de invierno (junio-agosto) y una leve alza en los meses de verano (enero-febrero). En la Figura 2-32 se presenta la variación de caudales mensuales en el punto de interés ambiental "Desagüe Lago Yelcho" mostrando la disminución de caudales en el período futuro base (2021-2050) en comparación al periodo de referencia (1980-2020).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-32: Variación de caudales mensuales, punto de interés ambiental "Desagüe Lago Yelcho". Períodos Histórico y Futuro Base.

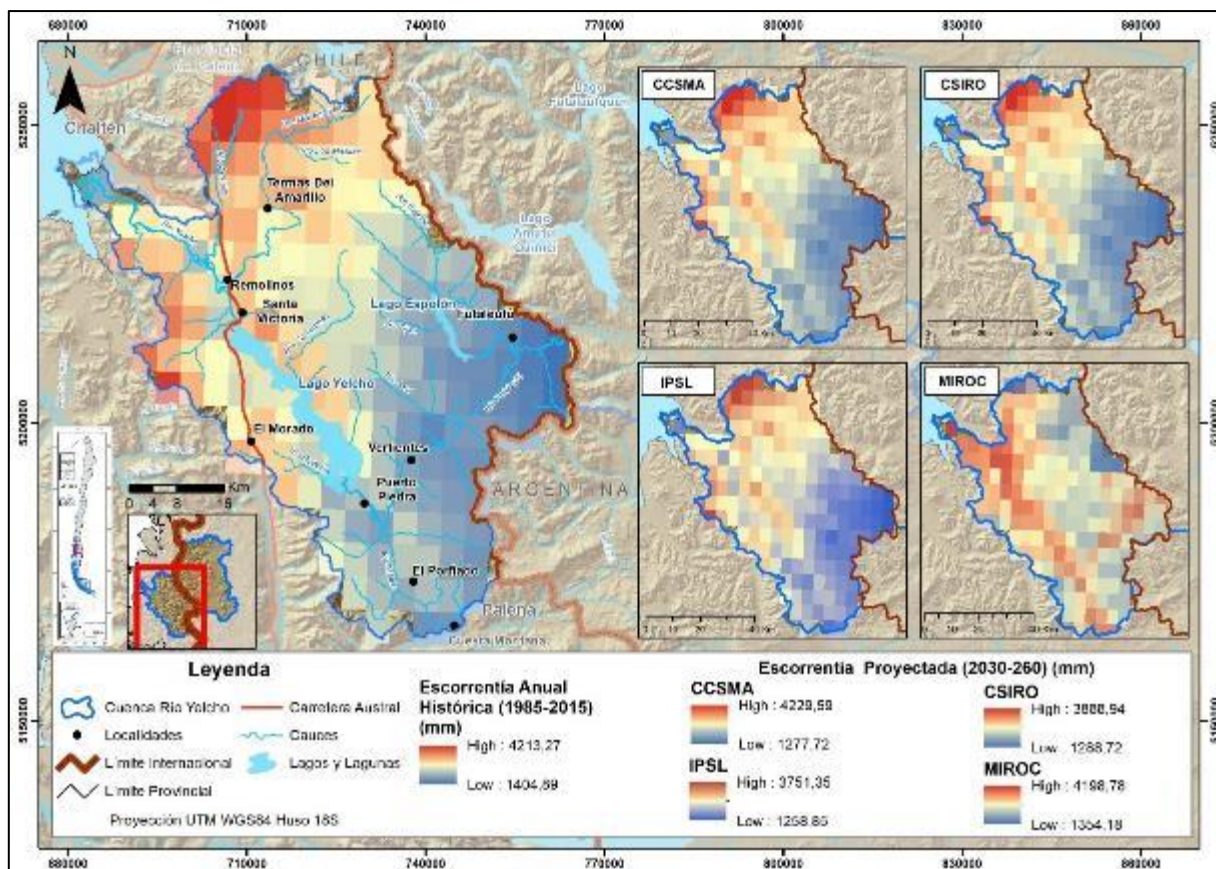


Figura 2-33: Tendencias de Escorrentía anual histórica. Período Histórico (1985 – 2015) y proyectado por diferentes modelos de cambio climático (2030 – 2060).

2.2.3. Escenarios de cambio climático

De acuerdo con lo solicitado por la DGA, se evaluó un escenario de cambio climático para el PEGH Yelcho, por lo que se seleccionó el modelo de circulación general (GCM), que es el que genera las menores variaciones de precipitación, temperatura y escorrentía para la cuenca. Parte de este supuesto se acogió de la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018).

El modelo seleccionado para generar los escenarios futuros de cambio climático en la cuenca del río Yelcho corresponden al IPSL-CM6A-LR. De acuerdo con este, independientemente del escenario elegido, las proyecciones climáticas para el período 2040-2070 sugieren una prolongación de las condiciones cálidas y secas que han afectado la cuenca del río Yelcho.

A continuación, en la Tabla 2-13 se presenta la diferencia (o delta) de precipitaciones y temperaturas bajo el GCM seleccionado.

Tabla 2-13: Diferencia estimada sobre el modelo IPSL – CM6A – LR para las variables de precipitación y temperatura sobre la cuenca del río Yelcho.

Período	Precipitación media [mm]	Temperatura media [°C]
Histórico (1980 - 2020)	2.191	5,60
Futuro (2020 - 2050)	1.950	6,80
Diferencia	-12%	+1,20°

Fuente: Elaboración propia.

Al observar las diferencias estimadas en la tabla anterior, se puede ver claramente como el modelo de cambio climático seleccionado cumple de buena forma las diferencias que se tenían estimadas, tanto para precipitación, como para temperatura. Para mayor detalle, revisar Anexo H1.

2.3. DIMENSIÓN AMBIENTAL

2.3.1. Unidades ecosistémicas (áreas protegidas, SNASPE, RAMSAR, otros)

En este acápite se identifican los principales ecosistemas terrestres y de aguas continentales presentes, así como las figuras de protección existentes dentro de la cuenca, lo cual incluye áreas y biota (fauna y flora).

a. Ecosistemas terrestres

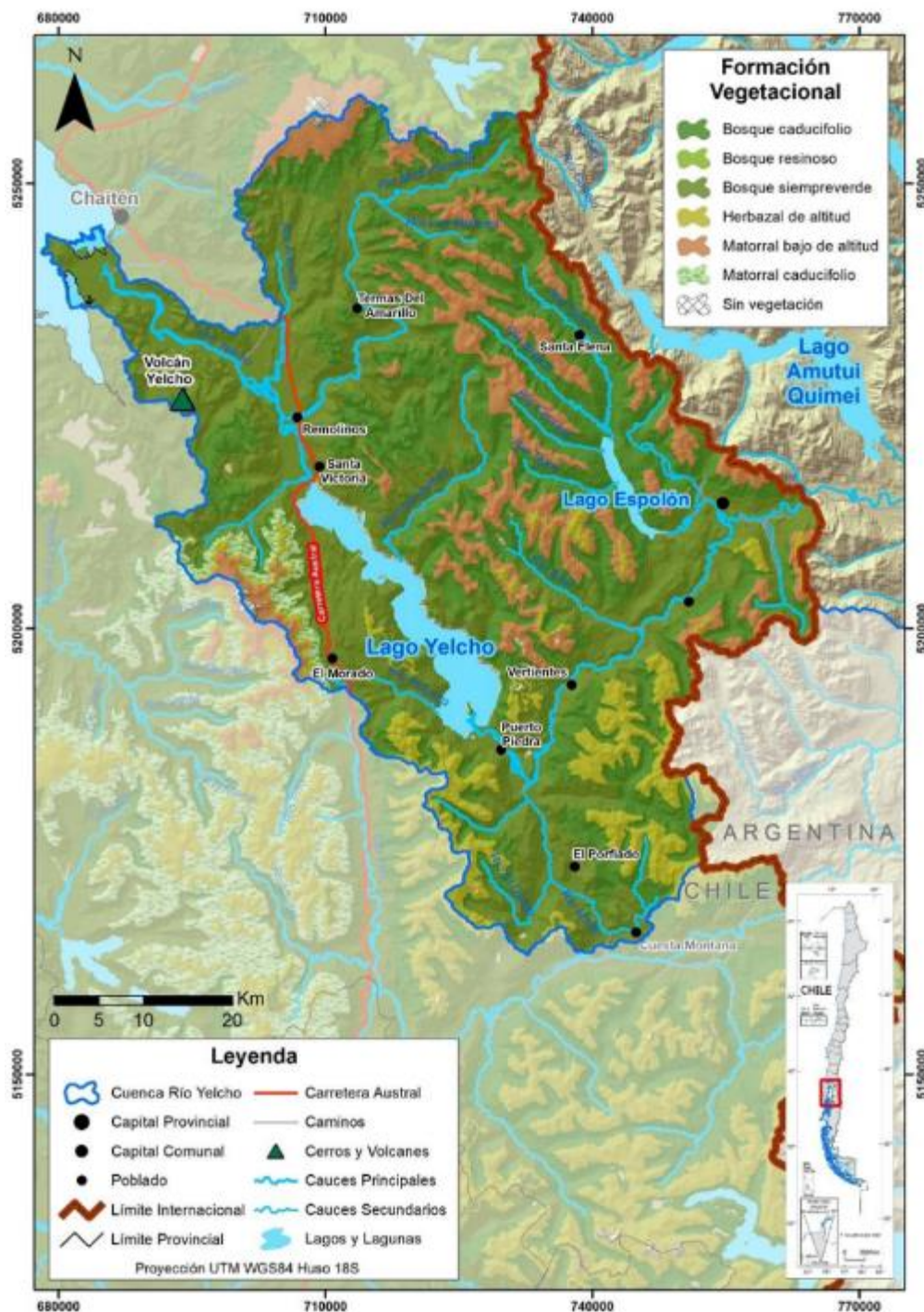
La Tabla 2-14 muestra los principales usos de suelo obtenidos desde el Sistema de Información Territorial (SIT) de CONAF para cada una de las comunas que se encuentran en la cuenca del río Yelcho. Las tres comunas juntas comprenden una superficie de 1.217.887,7 ha, donde la comuna de Chaitén es la que presenta mayor superficie. En las tres comunas, el principal uso del suelo corresponde a bosques. Sin embargo, en las comunas de Futaleufú y Palena, el segundo lugar en términos de superficie corresponde a nieves y glaciares, mientras que, en la comuna de Chaitén, el segundo lugar lo ocupan las áreas sin vegetación.

Tabla 2-14: Superficie por uso de suelo por comuna

Uso del suelo	Superficie (ha)			Total
	Futaleufú	Palena	Chaitén	
Áreas Urbanas e Industriales	75,80	112,40	368,30	556,50
Terrenos Agrícolas	0	0	0	0
Praderas y Matorrales	27.842,40	21.029,10	49.032,70	97.904,20
Bosques	148.986,60	63.259,40	581.860,50	794.106,50
Humedales	1.208,20	710	9.505,00	11.423,20
Áreas sin Vegetación	17.863,80	9.571,70	89.652,50	117.088
Nieves y Glaciares	58.953,80	25.877,20	70.704,60	155.535,60
Cuerpos de Agua	10.514,40	2.987,70	27.771,70	41.273,80
Áreas No Reconocidas	0	0	0	0
Superficie Total	265.444,90	123.547,50	828.895,30	1.217.887,70

Fuente: Elaboración propia a partir de <https://sit.conaf.cl/>

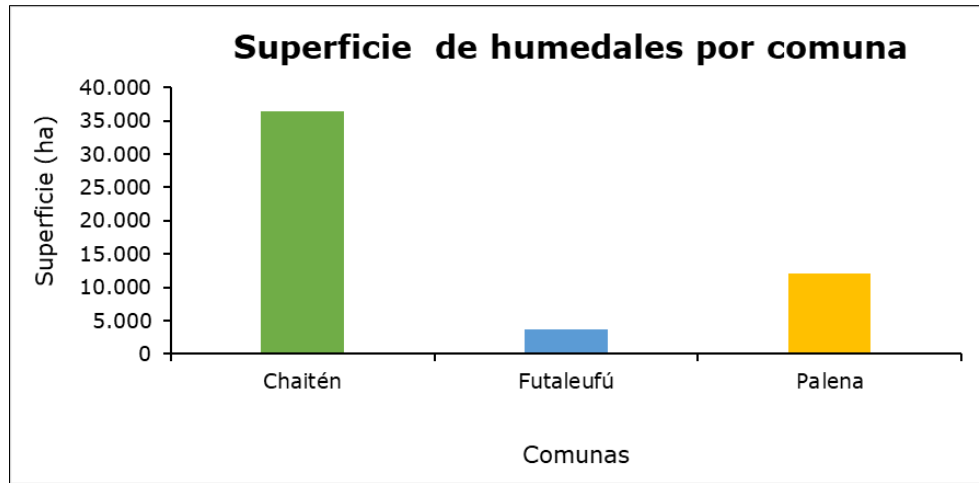
Los ecosistemas terrestres presentes en la cuenca del río Yelcho conforme a la clasificación de formaciones y pisos vegetales según Luebert y Pliscoff (2017) se presentan con mayor detalle en el Subanexo J.11.1. De acuerdo a esta clasificación, el ecosistema de bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio*/ *Berberis ilicifolia* es el de mayor superficie (22,88 %), seguido del ecosistema Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus betuloides*/*Chusquea macrostachya* (17,09 %), ver Figura 2-34.



Fuente: Elaboración propia en base a Luebert y Pliscoff (2017)
Figura 2-34: Pisos Vegetacionales – Cuenca río Yelcho

b. Ecosistemas de aguas continentales

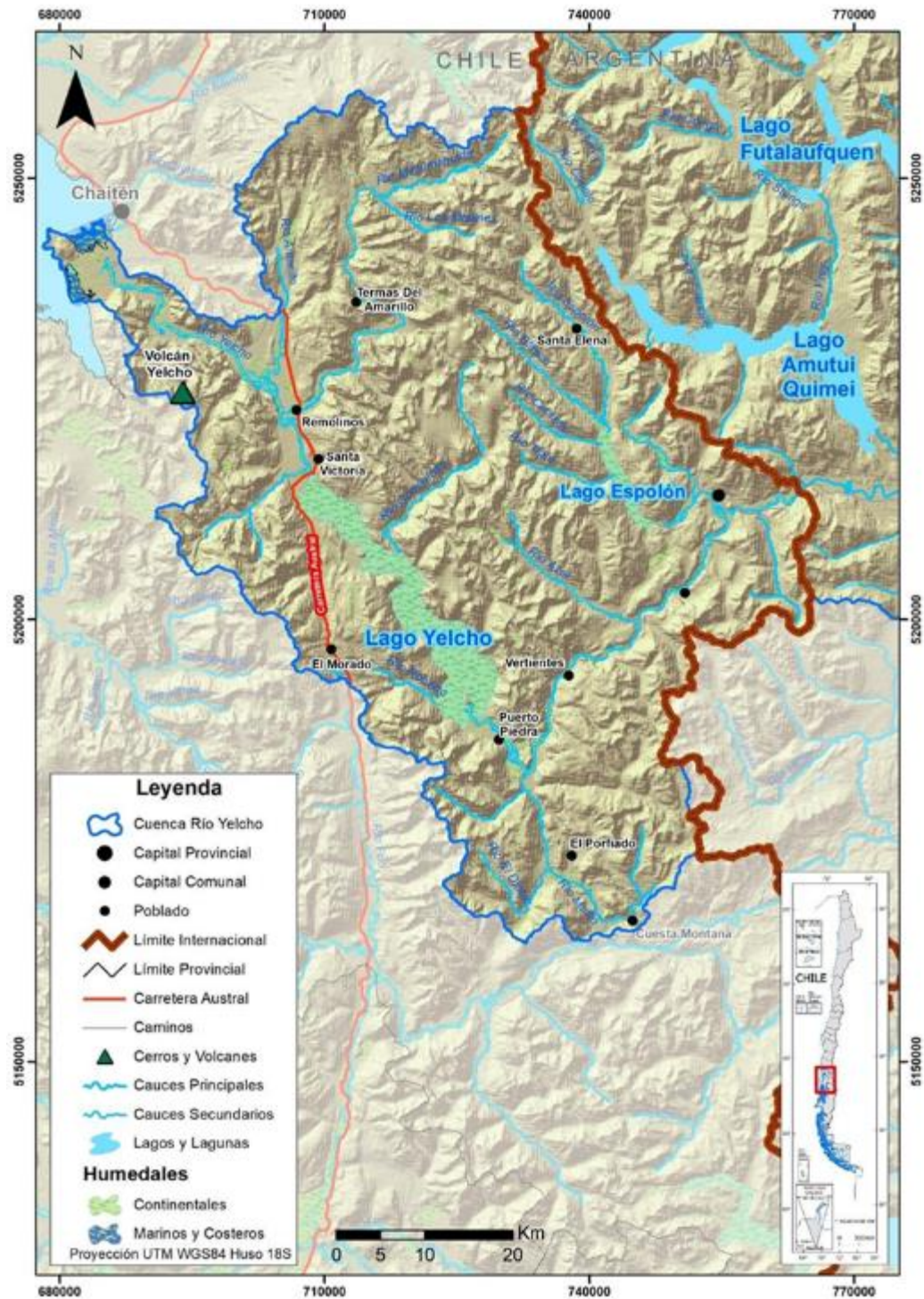
En la cuenca del río Yelcho, el inventario de humedales del MMA registra 1.300 humedales. En el Subanexo J.11.3 se incluye esta información, donde se resumen los tipos de ecosistema acuático desde el orden 1 hasta el orden 5, para cada comuna presente en la cuenca. La Figura 2-35 muestra la superficie de humedales por comuna (MMA, 2019), donde la comuna de Chaitén es la que registra la mayor superficie de humedales dentro de la cuenca del río Yelcho.



Fuente: <https://sinia.mma.gob.cl/index.php/datos-del-informe-del-estado-del-medio-ambiente/>

Figura 2-35: Superficie de humedales por comuna – Cuenca río Yelcho

De acuerdo a los procesos que determinan el balance hídrico, los humedales encontrados en la cuenca del río Yelcho son del ecotipo humedal continental y dentro de estos se encuentran la clase escorrentía e infiltración B saturado (2006). Para obtener un mayor detalle y antecedentes sobre este tema se debe revisar el Subanexo J.11.3. En la Figura 2-36 se muestra la ubicación de los humedales dentro de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA.

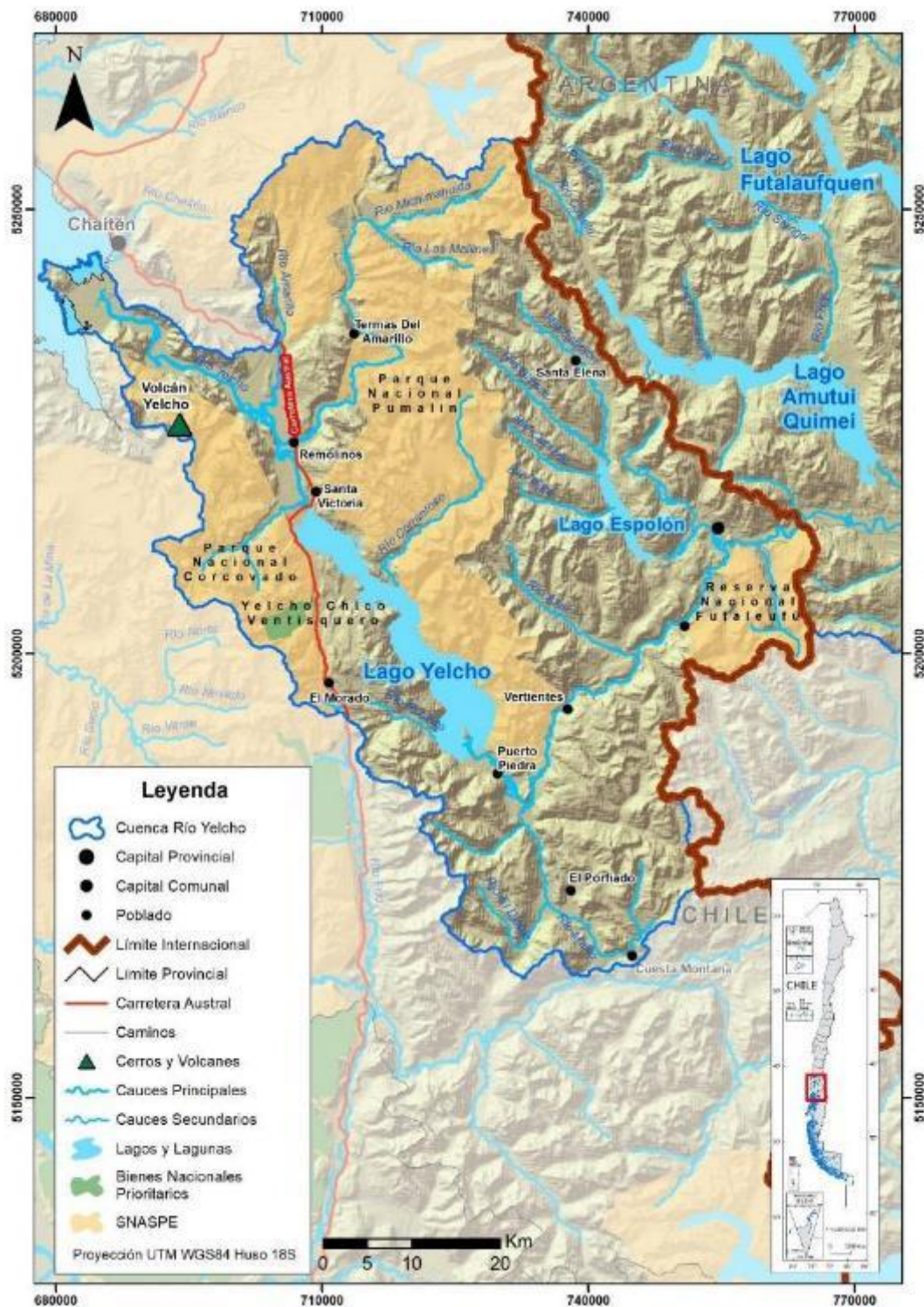
Figura 2-36: Humedales – Cuenca río Yelcho

c. Servicios Ecosistémicos en Humedales

Los ecosistemas acuáticos presentes en la cuenca del río Yelcho en los cuales se valorizaron los servicios ecosistémicos por MMA (2018) corresponden a lagos y lagunas, ríos y esteros, y humedales* (que agrupan a todos los humedales que no se encuentran en el mencionado estudio pero que están presentes en esta cuenca). Se determinó que los servicios ecosistémicos de los ecosistemas acuáticos de la cuenca que tienen mayor valoración son los de provisión (bióticos), provisión (abióticos), regulación y mantención (biótica), regulación y mantención (abiótica) y cultural (biótico). Para obtener mayores detalles de los tipos, divisiones y clases de servicios ecosistémicos ver los Subanexos J.11.4 y J.11.5, donde el primero corresponde a la matriz de valoración y el segundo al análisis de esta.

d. Áreas Protegidas

En la Figura 2-37 se muestran las áreas de protección identificadas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en el territorio de la cuenca del río Yelcho, que corresponden al Parque Nacional Pumalín Douglas Tompkins, Parque Nacional Corcovado, Reserva Nacional Futaleufú, Bien Protegido Nacional Ventisquero (mayores detalles ver Subanexo J.4).



Fuente: Elaboración propia en base al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

Figura 2-37: Áreas Protegidas – Cuenca río Yelcho

e. Biota

La revisión de las fuentes bibliográficas arrojó los siguientes resultados:

i Fauna

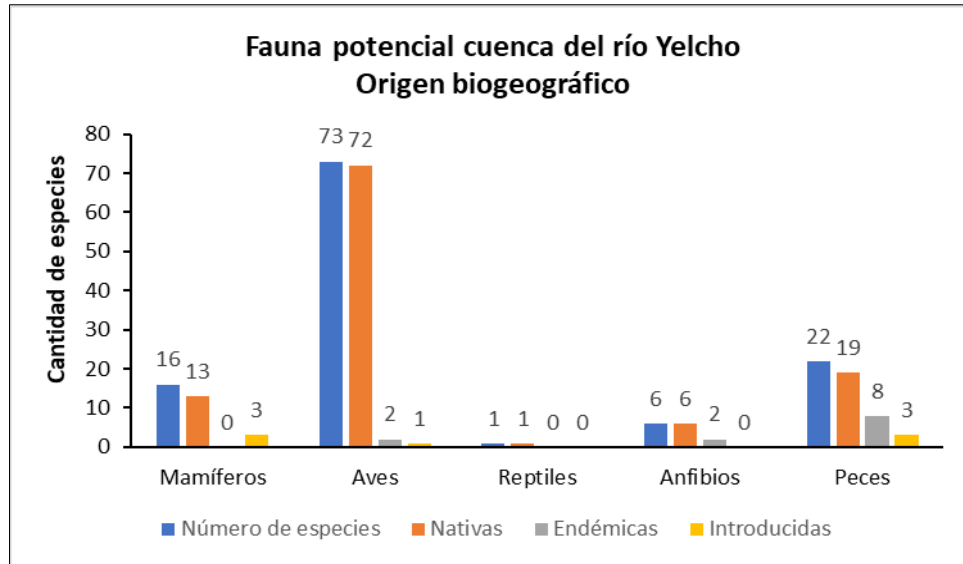
Se recopiló un total de 117 especies que potencialmente se encuentran en la cuenca del río Yelcho, de las cuales 13 son endémicas. El total de especies por clase y su origen biogeográfico se muestra en la Tabla 2-15 y Figura 2-38, mientras que el estado de conservación de las especies se muestra en la Figura 2-39 y en la misma Tabla señalada. Se debe recordar que no todas las especies se encuentran clasificadas en el Reglamento de Clasificación de especies (RCE) del MMA o en el documento de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El detalle de la clasificación taxonómica, origen biogeográfico, estado de conservación según el RCE, CAZA y la UICN se encuentran en el Subanexo J.11.2.

Tabla 2-15: Especies de fauna potencialmente presentes en la cuenca del río Yelcho

Taxa	Número de especies	Origen biogeográfico			Categoría de conservación (RCE)				UICN
		Nativas	Endémicas	Introducidas	EN (EN-R)	VU	(NT)	(LC)	(LC)
Mamíferos	16	13	0	3	1	1	2	7	2
Aves	73	72	2	1	0	3	4	9	56
Reptiles	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Anfibios	6	6	2	0	3	1	0	2	0
Peces	22	19	8	3	8	5	0	5	0

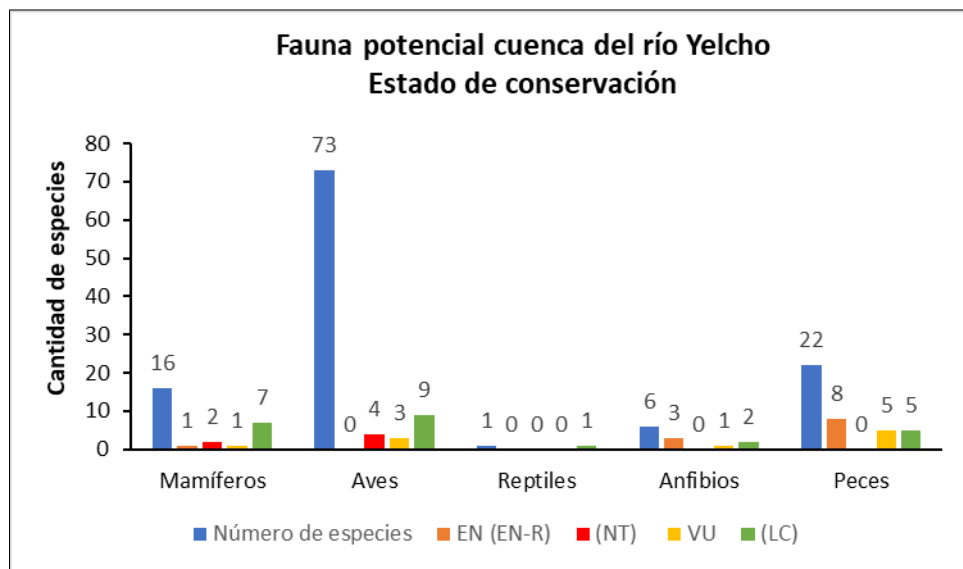
Categorías (RCE); "EN" = En Peligro / "VU" = Vulnerable / "NT" = Casi Amenazada / "LC" = Preocupación menor / "R" = Rara.

Fuente: RCE, CAZA y UICN.



Fuente: RCE, CAZA y la UICN

Figura 2-38: Fauna vertebrada y origen biogeográfico – Cuenca río Yelcho



Categorías; "EN" = En Peligro / "VU" = Vulnerable / "NT " = Casi Amenazada / "LC" = Preocupación menor / "R" = Rara. Fuente: RCE

Fuente: RCE, CAZA y la UICN

Figura 2-39: Fauna vertebrada y estado de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) – Cuenca río Yelcho.

ii Flora

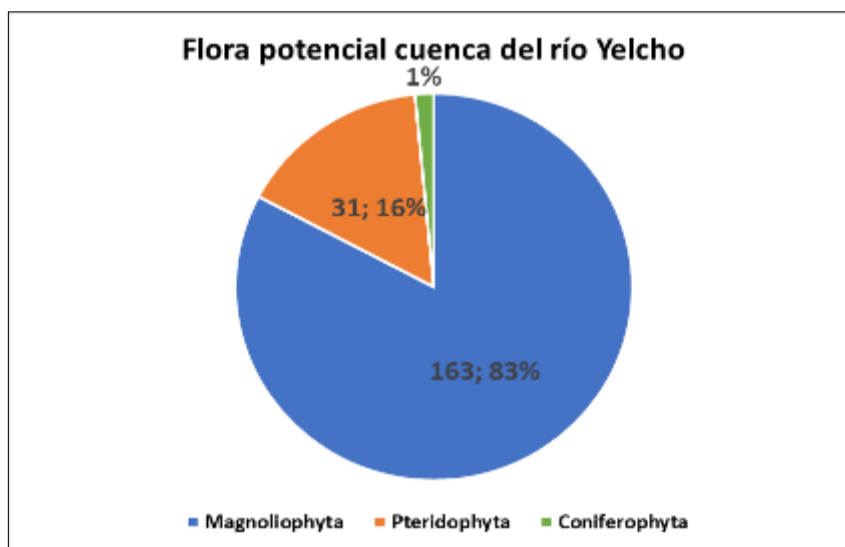
De acuerdo a lo que se recopiló de la revisión de fuentes bibliográficas, se muestra el número de especies de flora, su origen biogeográfico y estado de conservación en la Tabla 2-16 y en el Subanexo J.11.2 (pestaña Flora), donde se puede ver con mayor detalle esta información. La Figura 2-40 muestra los porcentajes de plantas presentes en los registros por división.

Tabla 2-16: Especies de flora potencialmente presentes en la cuenca del río Yelcho

Número de especies	Origen biogeográfico			Categoría de conservación				
	Nativas	Endémicas	Introducidas	EN	VU	NT	LC	Referencia
197	166	25	27	0	2	0	25	RCE
				0	1	1	33	IUCN

Categorías (RCE); "EN" = En Peligro / "VU" = Vulnerable / "NT" = Casi Amenazada / "LC" = Preocupación menor / "R" = Rara.

Fuente: RCE y IUCN



Fuente: RCE y IUCN

Figura 2-40: Porcentaje de representación de flora por División – Cuenca río Yelcho

2.3.2. Glaciares

a. Contexto glaciológico regional

Chile y Argentina han definido recientemente estrategias nacionales de glaciares con el fin de abordar la falta de datos, siendo el primer paso la finalización de los inventarios nacionales de glaciares respectivos a cada país. En Argentina fue completado por IANIGLA en 2018 (IANIGLA-CONICET, 2018) y está parcialmente disponible en su portal web oficial. En Chile, lo realizó la Dirección General de Aguas (DGA, 2015b), cuyos detalles se pueden ver en Barcaza *et al.*, 2017, y recientemente se realizó su actualización (DGA, 2022b). Luego existe el Inventario de Glaciares Randolph versión 6 o "RGI6" (Pfeffer *et al.* 2014), un set de datos mundial.

Los inventarios nacionales y RGI6 son todos mutuamente consistentes y en conjunto han sido útiles en determinar la distribución regional de los glaciares, sus características morfológicas y tipológicas como también los volúmenes de hielo allí almacenados. En el Anexo F acápite 3.2.4 se abordan algunas diferencias propias de las variantes metodológicas y fechas de cada estudio como también sus implicancias para el análisis regional.

La cuenca del río Yelcho está ubicada en Chiloé continental y constituye una de las zonas englaciadas más importantes junto con la del río Aysén en la banda latitudinal, entre los 43° y los 46° S, que usualmente se le conoce como Norpatagonia. A partir de ahí, se dan coberturas de hielo de órdenes de magnitud dos veces superiores debido a los campos de hielo patagónicos norte y sur (CHN y CHS respectivamente) y sus glaciares aledaños, y donde (Millan *et al.*, 2022) determinaron un volumen total de hielo de **4.756.000 ±923.000 hm³**, casi 40 veces más que el volumen de glaciares existente.

En el largo plazo, los glaciares en el área de estudio se han reducido desde el último avance generalizado de glaciares ocurrido durante el periodo conocido como la llamada Pequeña Edad de Hielo (LIA por su sigla en inglés), que en el caso de los Andes del sur tuvo su máximo aproximadamente en la segunda mitad del siglo XIX, utilizándose como referencia general el año 1870 d.C. para Patagonia (Glasser *et al.*, 2011). La LIA es responsable de la generación de muchos cinturones de morrenas de empuje cubiertas por bosques espesos en algunos casos, muchos de ellas embalsando lagos desde donde los glaciares han retrocedido hasta el día de hoy, con lo que dejaron atrás pronunciadas líneas de corte que indican una recesión histórica (Aniya, 2013).

El cambio glaciar en toda la región austral fue probablemente uno de los temas con más investigaciones en las últimas décadas. Todo esto gracias al uso de registros históricos tempranos, fotografías aéreas y, más recientemente, imágenes satelitales que están progresivamente de libre disponibilidad, mayor resolución y frecuencia de captura. Esto ha ayudado a compilar los cambios glaciares a nivel individual y regional (Sakakibara *et al.*, 2013; Paul and Molg, 2014; Masiokas *et al.*, 2015; Minowa *et al.*, 2015; Aniya, 2017).

Fuera de las investigaciones relacionadas con procesos propios de los glaciares de los campos de hielo, como por ejemplo desprendimientos masivos de témpanos o colapsos frontales (Rivera, Koppes, et al., 2012; Andrés Rivera, Corripio, et al., 2012), expansión de grandes lagos (Loriaux and Casassa, 2013) y sus fenómenos de vaciamientos repentinos o GLOF (Wilson *et al.*, 2018), en la zona norte de Patagonia y en la cuenca del río Yelcho existen estudios más limitados, principalmente sobre fluctuaciones glaciares asociadas al cambio climático (Paul and Molg, 2014), balances de masa geodésico y remociones en masa. No existen estudios glaciológicos locales, a excepción de los monitoreos realizados con posterioridad al aluvión producido desde el Nevado Yelcho (Rivera, 2017). En el Anexo F acápite 3.2.4 se incluyen más detalles metodológicos al respecto.

La principal razón citada para explicar la desglaciación en curso en la región —entiéndase retrocesos, reducciones de área y adelgazamientos— es el cambio climático. En la década de 1990 y principios de la de 2000, los cambios en los glaciares estaban claramente relacionados con el calentamiento atmosférico general y la reducción/variabilidad temporal de las precipitaciones. Más recientemente, el panorama es algo más complejo entre regiones que de un lado están recibiendo grandes cantidades de precipitación sólida (Schwikowski *et al.*, 2013) y otras que mantienen su reducción como el norte de la Patagonia o que la incrementan como el CHS y más al sur (Garreaud *et al.*, 2013).

El agua de deshielo producida por los glaciares en la mayoría de las cuencas fluviales a lo largo de los Andes patagónicos suele ser solo un aporte hidrológico secundario si se le compara con los aportes de lluvia o nieve. Sin embargo, en cuencas donde el área glaciaria alcanza una proporción considerable del área total (generalmente en las cuencas superiores cercanas a los glaciares), las aportaciones por deshielos pueden alcanzar una señal hidrológica perceptible e importante para efectos de contribución hídrica (Dussaillant *et al.*, 2019). Esta contribución hídrica se suma a otros servicios ecosistémicos que aportan los glaciares, como la protección de laderas, regulación de climas locales, su valoración paisajística para el desarrollo del turismo escénico, etc. (Rivera et al., 2021).

b. Caracterización glaciológica de la cuenca del río Yelcho

La cuenca del río Yelcho (Figura 2-41) tiene por principales centros englaciados el margen sur del Volcán Michinmahuida y el Nevado Yelcho por su lado nororiental, encontrándose en el resto de la cuenca, una centena de glaciares tanto en la parte chilena como argentina. Previo a su caracterización, se realizó una evaluación y análisis digital de la divisoria topográfica de la cuenca DARH en función de criterios glaciológicos, con el objetivo de verificar la coherencia de sus límites con las nacientes de los glaciares inventariados por ambos países (DGA y IANIGLA) con métodos satelitales y datos topográficos de precisión. De este modo, se revisaron posibles zonas de intersecciones entre la línea divisoria y los cuerpos de hielo, o bien, casos de glaciares que erróneamente quedaron dentro o fuera de ella, haciéndose los debidos ajustes para subsanar tales errores, y que en general se consideran escasos y no modifican severamente el área total de la cuenca. El área de la cuenca DARH quedó en 11.387 km².

La caracterización incluye datos morfométricos de la cuenca en su totalidad (número de glaciares, área y volumen de hielo a partir de distintas fuentes disponibles), sus variaciones volumétricas y estimación de balance de masa en volumen equivalente en agua. Se entregan algunos detalles de variaciones y espesor de hielo en los centros englaciados importantes ya mencionados.

La cuenca del río Yelcho es binacional, es decir, compartida entre Chile y Argentina. La parte argentina de la cuenca, de acuerdo con el inventario oficial de ese país, INV18 (IANIGLA-CONICET, 2018), consignaba 790 glaciares con un área total de 168,19 km² y un volumen total estimado de **5.670 hm³**. Las fechas de las fuentes digitales empleadas van en el rango de los años 2008 a 2012. La rectificación de la divisoria no afectó el sector argentino de la cuenca y, por lo tanto, no modificó estos valores.

Por su parte, en Chile de acuerdo al inventario nacional de la DGA bajado en abril del 2021, conocido como IPG14 (DGA, 2015b) se consignaban 790 glaciares con un área total de 168,19 km² y un volumen total estimado de 5,67 km³. El trabajo utilizó fuentes digitales del año 2009 y, por lo tanto, se considera contemporáneo a INV2018. En esta cuenca, se cuenta con estudios glaciológicos regionales (Paul and Molg, 2014) y otros más específicos, en lo que se hace particular mención a los trabajos en el margen sur del Vn. Michinmahuida durante la erupción explosiva del vecino Volcán Chaitén (A. Rivera, Bown *et al.*, 2012) y el levantamiento geodésico y geomorfológico de la zona aluvional del Yelcho que afectó a villa Santa Lucía (Rivera, 2017). La rectificación de la divisoria se realizó en una zona localizada del Michinmahuida y en la parte sur del Nevado Yelcho, precisamente donde se gatilló el aluvión recién mencionado.

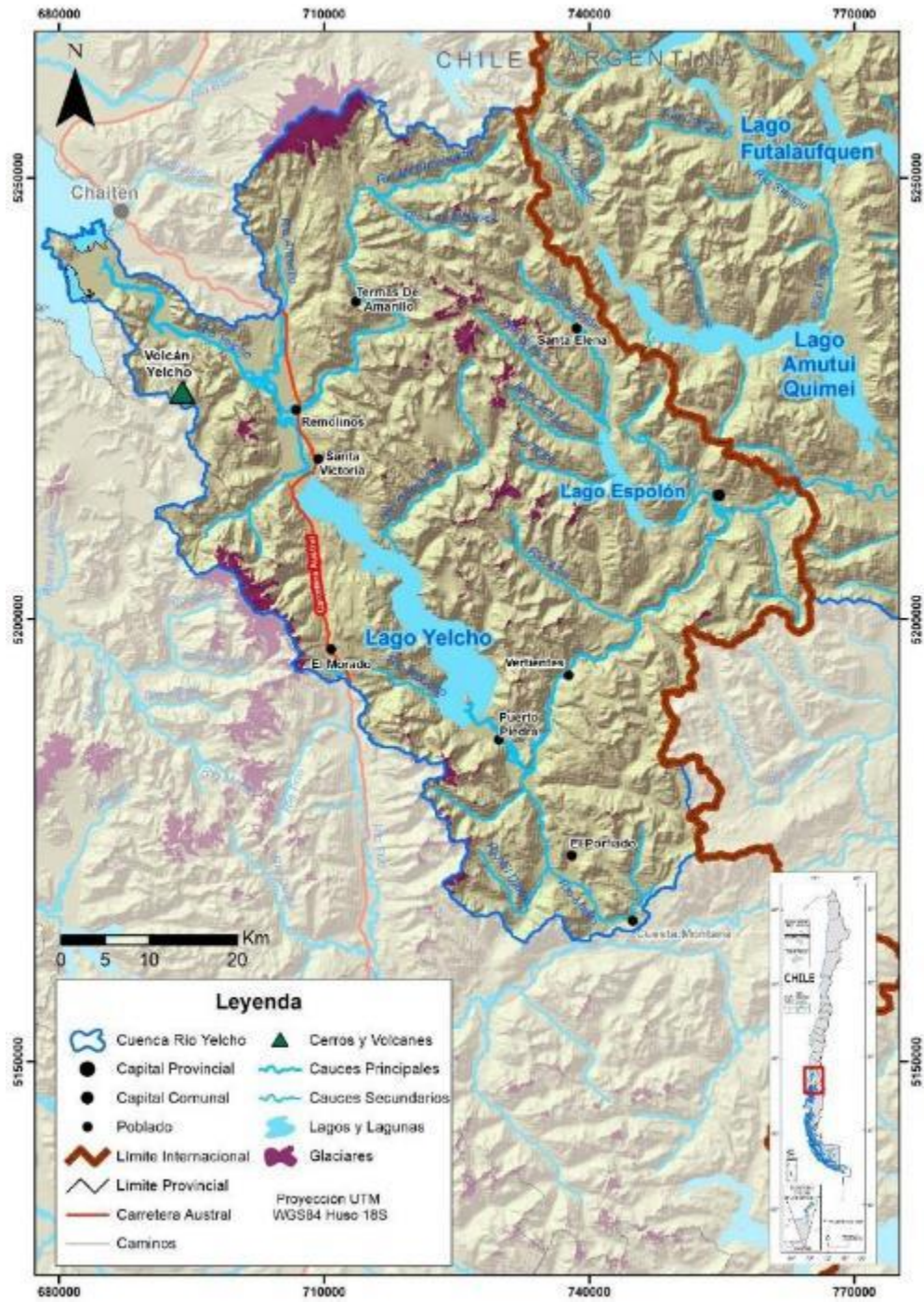
Esto último porque el glaciar codificado por (DGA, 2015b) como CL111023182 estaba erróneamente incluido al interior de la cuenca al corresponder este a las nacientes del río Burritos, que drena fuera de la cuenca y en dirección sur. Entonces se hizo la corrección local de la divisoria en ese sector y consecuente, se eliminó el glaciar en el estadígrafo. La actualización por lado chileno, IPG22, denota en general, una pérdida de área glaciar durante los últimos 10 años. De este modo, los inventarios nacionales de glaciares de la cuenca río Yelcho se indican en la Tabla 2-17. En el lado chileno hay un área mayor por la existencia, en general, de glaciares de mayores dimensiones, no así en número de cuerpos de hielo, que son muy similares entre ambos países.

Tabla 2-17: Catastro de glaciares del lado chileno y argentino de la cuenca del río Yelcho.

Inventarios	Glaciares	Área	Vol. Hielo
	Número	km ²	hm ³
DGA 2015*	788	165,97	5.860
DGA 2022**	707	115,89	n/d
IANIGLA-CONICET 2018***	781	110,14	n/d

*IPG14; **IPG22; INV2018

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia a partir DGA, IANIGLA-CONICET (2018).

Figura 2-41: Cuenca DARH río Yelcho modificada por criterios glaciológicos y sus glaciares

2.4. INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

Se recopiló información de diversas fuentes, tales como, la Dirección General de Aguas (DGA), Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), Comisión Nacional de Riego (CNR) y Comisión Nacional de Energía (CNE) con el objetivo de plasmar datos respecto a la infraestructura relativa con el uso, explotación y monitoreo del agua en la cuenca del río Yelcho.

2.4.1. Obras hidráulicas

A continuación, se presentan las obras hidráulicas identificadas en la cuenca del río Yelcho.

a. Embalses y centrales hidroeléctricas

En la cuenca del río Yelcho, se cuenta con la Central Hidroeléctrica Río Azul, ubicada en la comuna de Palena de la subcuenca del río Futaleufú. Las características principales se incluyen en la Tabla 2-18 que se presenta a continuación. De acuerdo con la información recabada, no existen embalses en la cuenca, ni tampoco hay registros de bocatomas o canales a lo largo de esta.

Tabla 2-18: Registro de centrales hidroeléctricas de la Cuenca Río Yelcho

Cuenca	Subcuenca	Comuna	Nombre	Propietario	Potencia (MW)	Año operación
Río Yelcho	Río Futaleufú	Palena	Río Azul	Edelaysen	1,40	1987

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

b. Obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas

En la cuenca del río Yelcho, se encuentra la concesionaria de agua potable de la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos (ESSAL), la que presenta un área aproximada de abastecimiento de 1,55 km², cuya información se incluye en la Tabla 2-19. Asimismo, se cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de Ubicación y Descarga, la cual se detalla en la Tabla 2-20, y en la Tabla 2-21 se incluye información de ambas PTAS. Por otra parte, en la comuna de Chaitén existe un APR, identificado como El Amarillo y en la Tabla 2-22 se incluye información de éste.

Tabla 2-19: Territorio operacional de concesionarias de agua potable urbana en la cuenca del río Yelcho

Empresa	Territorio operado	Área (km ²)
Essal	Chaitén	1,05
	Futaleufú	0,50

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

Tabla 2-20: Registro de PTAS de Ubicación de la cuenca del río Yelcho

Nombre	Sistema	Tipo de tratamiento	Receptor	Este (m)	Norte (m)
PTAS - Futaleufú	Futaleufú	Lodos Activados	Río Espolón	754.314,49	5.213.081,58

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

Tabla 2-21: Registro de PTAS de Descarga de la cuenca del río Yelcho

Nombre	Sistema	Tipo de tratamiento	Receptor	Este (m)	Norte (m)
PTAS - Futaleufú	Futaleufú	Lodos Activados	Río Espolón	754.215,00	5.212.994,00

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

Tabla 2-22: Registro de APRs de la cuenca del río Yelcho

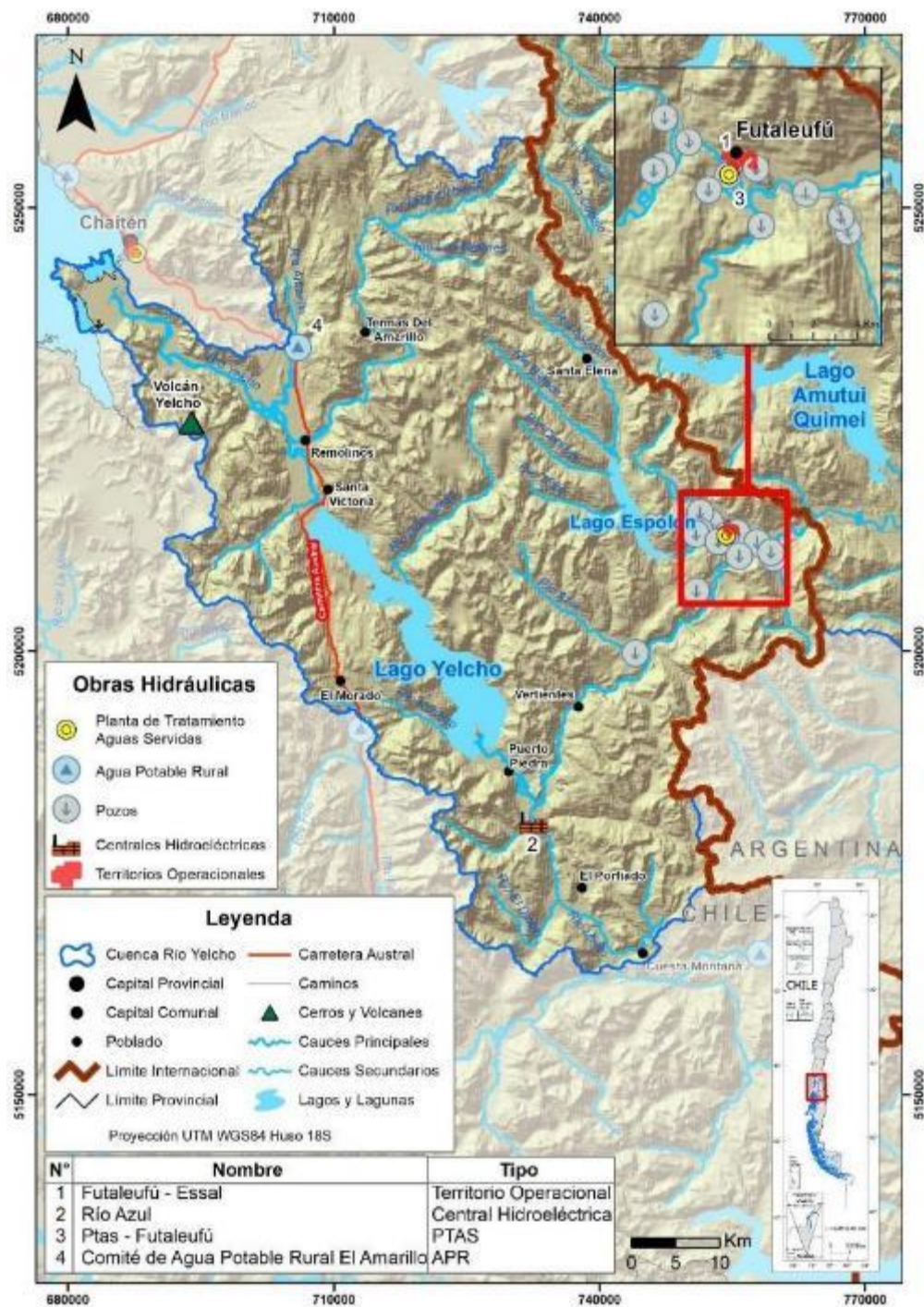
APR	Comuna	Estado	Arranques
El Amarillo	Chaitén	Concentrado	55

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

c. Pozos

Se identificaron catorce pozos con derechos de aguas en la comuna de Futaleufú, los cuales se ubican en el SHAC "Río Futaleufú", el que representa el acuífero de la cuenca del río Yelcho y se incluyen en el acápite 4.2.1. En la Figura 2-42 se representa espacialmente la información recopilada en la cuenca referente a la infraestructura asociada al uso del recurso hídrico.

En la cuenca del río Yelcho existen 18 estaciones vigentes y una suspendida, las que corresponden a estaciones meteorológicas, fluviométricas, niveles de lagos y calidad de aguas. Estas pertenecen a las instituciones chilenas DGA y DMC y a la institución argentina BDHI. Por otra parte, no se encontraron registros de estaciones glaciológicas, sedimentométricas, niveles de pozos y rutas de nieves en la cuenca de estudio.



Fuente: Elaboración Propia en base a información MOP

Figura 2-42: Obras hidráulicas - Cuenca del río Yelcho Red Hidrométrica

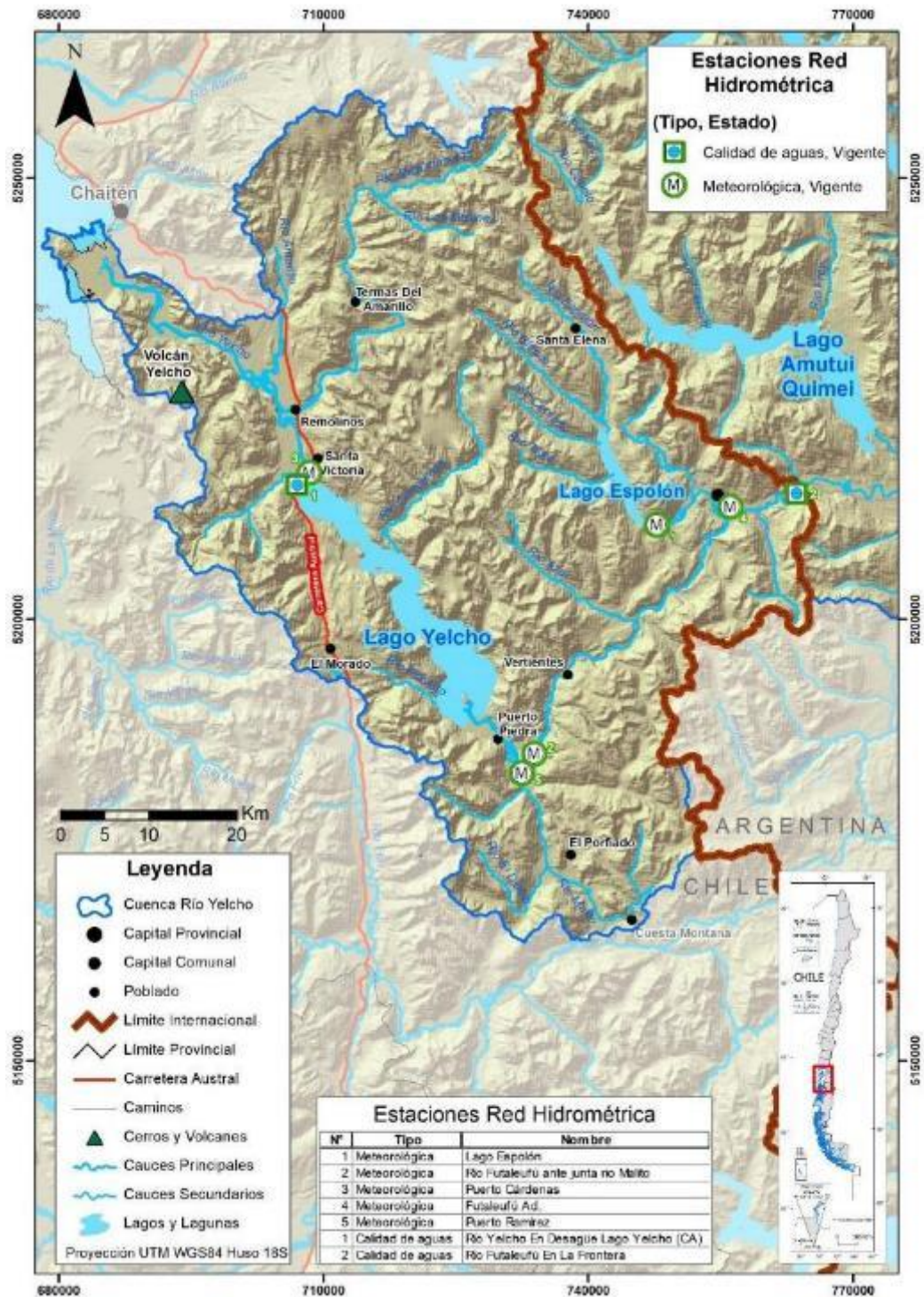
2.4.2. Red Hidrométrica DGA

En la Tabla 2-23, la cual se muestra a continuación, se presenta el detalle de las estaciones vigentes y suspendidas de la red hidrométrica DGA dentro de la cuenca del río Yelcho, de acuerdo a cada tipo. En total son 12 estaciones vigentes y 1 suspendida. Luego, se presenta un resumen del estado de medición de las estaciones, indicando la cantidad de estaciones vigentes y suspendidas (Figura 2-43 y la Figura 2-44). Para obtener mayor detalle de la recopilación de antecedentes de las estaciones de la red hidrométrica de la cuenca río Yelcho se debe revisar el Subanexo J.5.

Tabla 2-23: Red hidrométrica DGA Cuenca río Yelcho

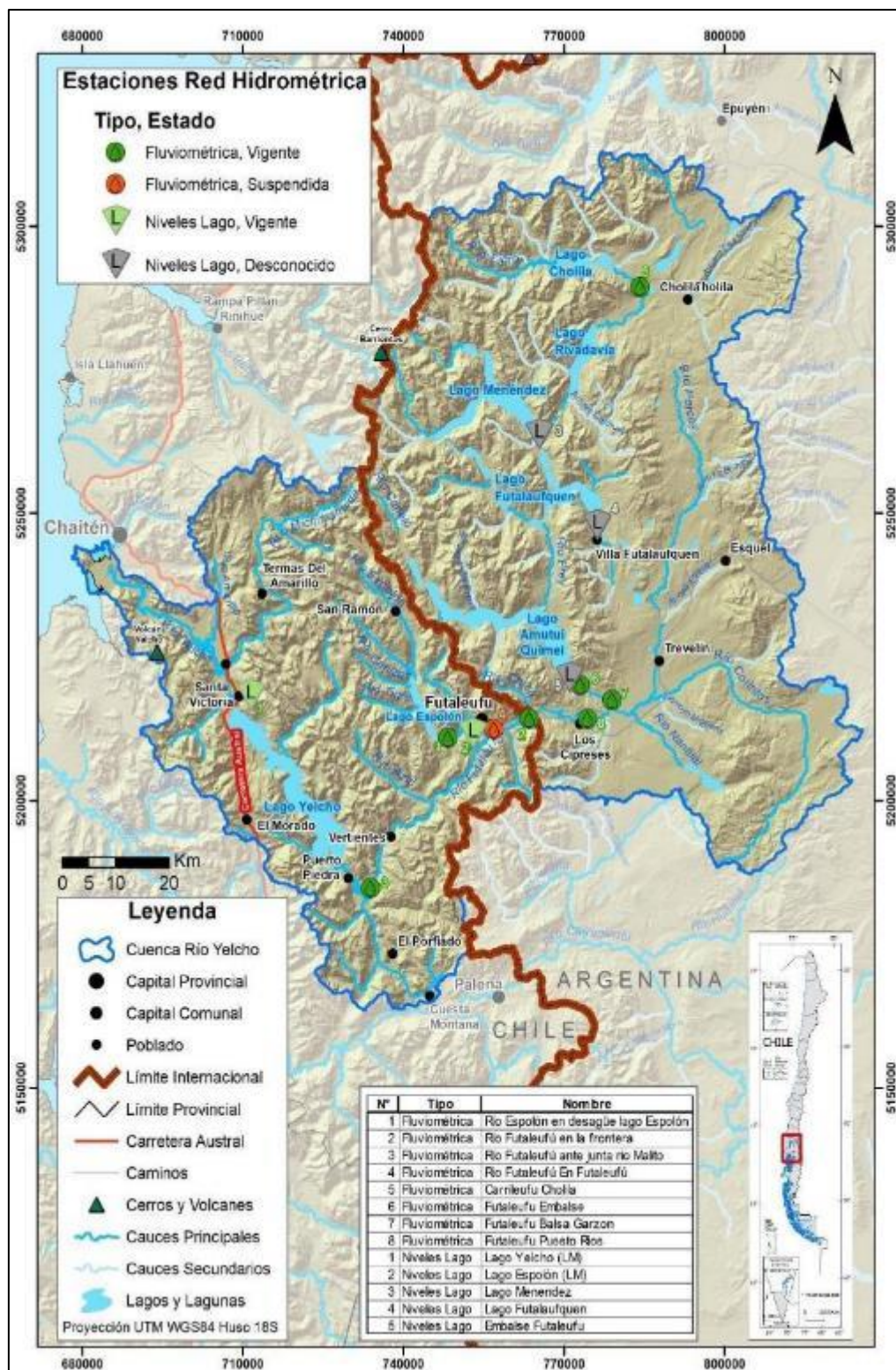
Tipo	Vigentes	Suspendidas
Meteorológica	5	0
Fluviométrica	3	1
Niveles de lagos y embalses	2	0
Calidad de aguas	2	0
Glaciológica	0	0
Sedimentométrica	0	0
Rutas de nieve	0	0
Niveles de pozos	0	0
Total	12	1

Fuente: Elaboración Propia en base a información MOP



Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

Figura 2-43: Red Hidrométrica 1 (Meteorológicas y Calidad de Aguas) - Cuenca río Yelcho



Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

Figura 2-44: Red Hidrométrica 2 (Fluviométrica y Niveles de lago) - Cuenca río Yelcho

a. Meteorológicas

Según la información que fue revisada a partir de la DGA, existen tres estaciones meteorológicas cuya información se presenta en la Tabla 2-24. La estación que posee un mayor registro corresponde a la de Lago Espolón con 21 años de datos aproximadamente, mientras que las otras dos tienen datos de aproximadamente 16 años.

Tabla 2-24: Estaciones meteorológicas pertenecientes a red hidrométrica DGA-cuenca río Yelcho

N°	Código BNA	Nombre Estación	Estado Medición	Años de Registros	Coordenadas WGS84 18S	
					E(m)	N(m)
1	10701001-7	Lago Espolón	Vigente	21	747.738	5.210.726
2	10704002-1	Río Futaleufú ante junta río Malito	Vigente	16	733.847	5.184.782
3	10710001-6	Puerto Cárdenas	Vigente	16	708.368	5.216.609

Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

b. Fluviométricas

De acuerdo con lo revisado de la información entregada por la DGA, existen cuatro estaciones fluviométricas vigentes en la cuenca del río Yelcho. En la Tabla 2-25 se presenta un resumen con las principales características de estas y donde se evidencia que la mayoría presenta registros de 22 años aproximadamente, a excepción de la que se encuentra suspendida, la cual cuenta con alrededor de 5 años de datos.

Tabla 2-25: Estaciones fluviométricas pertenecientes a red hidrométrica DGA

N°	Código BNA	Nombre Estación	Estado Medición	Años de registro	Coordenadas WGS84 18S	
					E(m)	N(m)
1	10701002-5	Río Espolón en desagüe lago Espolón	Vigente	22	748.354	5.210.928
2	10702002-0	Río Futaleufú en la frontera	Vigente	22	763.537	5.214.243
3	10704002-1	Río Futaleufú ante junta río Malito	Vigente	22	733.847	5.184.782
4	10702001-2	Río Futaleufú en Futaleufú	Suspendida	5	756.854	5.213.148

Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

c. Calidad de aguas

En la cuenca del río Yelcho existen dos estaciones de calidad de aguas, las cuales se encuentran vigentes con un periodo de 21 años de medición en el sector, según información oficial de la DGA (Tabla 2-26).

Tabla 2-26: Estación de calidad de aguas perteneciente a red hidrométrica DGA

N°	Código BNA	Nombre estación	Estado Medición	Años de medición	Coordenadas WGS84 18S	
					E(m)	N(m)
1	10711001-1	Río Yelcho en Desagüe Lago Yelcho (CA)	Vigente	21	707.004	5.215.222
2	10702002-0	Río Futaleufú en La Frontera	Vigente	21	763.537	5.214.243

Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

d. Niveles de pozos

Según información actualizada de la DGA, no existen registros de estaciones de niveles de pozos en la zona de estudio.

e. Sedimentométricas

Según información actualizada de la DGA, no existen registros de estaciones sedimentométricas en la zona de estudio.

f. Nivel de lagos y embalses

En la cuenca del río Yelcho existen dos estaciones de nivel de lagos, las cuales se encuentran vigentes, pero no se encontró información de éstas (Tabla 2-27).

Tabla 2-27: Estación de nivel de lagos vigentes

N°	Código BNA	Nombre estación	Estado Medición	Años de medición	Coordenadas WGS84 18S	
					E(m)	N(m)
1	10710002-4	Lago Yelcho (LM)	Vigente	-	709.679	5.216.959
2	10701003-3	Lago Espolón (LM)	Vigente	-	754.484	5.210.271

Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

g. Glaciológicas

Según información actualizada de la DGA, no existen registros de estaciones glaciológicas en la cuenca del río Yelcho.

h. Rutas de nieve

Según información actualizada de la DGA, no existen registros de estaciones de rutas de nieve en la cuenca del río Yelcho.

2.4.3. Red Hidrométrica de otras instituciones

Se revisaron diversas fuentes de información pertenecientes a la Red Agrometeorológica del INIA, Dirección General de Aeronáutica Civil, Servicio Meteorológico de la Armada de Chile y CONAF. Se registraron dos estaciones meteorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), cuatro estaciones fluviométricas y tres estaciones de Niveles de Lagos, las cuales son estaciones argentinas pertenecientes a la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI), que se encuentra alojada en la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación Argentina. Su estado de medición y nombres de estaciones se presentan en la Tabla 2-28.

Tabla 2-28: Red hidrométrica de otras instituciones- cuenca río Yelcho

Nº	Tipo	Nombre estación	Institución	Estado Medición	E(m)	N(m)
4	Meteorológica	Futaleufú Ad.	DMC	Vigente	755.791	5.213.398
5	Meteorológica	Puerto Ramírez	DMC	Vigente	732.444	5.182.577
5	Fluviométrica	Carrileufú Cholila	BDHI	Vigente	784.240	5.289.400
6	Fluviométrica	Futaleufú Embalse	BDHI	Vigente	772.237	5.221.600
7	Fluviométrica	Futaleufú Balsa Garzón	BDHI	Vigente	779.048	5.217.550
8	Fluviométrica	Futaleufú Puesto Ríos	BDHI	Vigente	774.434	5.214.250
3	Niveles Lago	Lago Menéndez	BDHI	Vigente	765.404	5.263.980
4	Niveles Lago	Lago Futalaufquen	BDHI	Vigente	775.922	5.247.340
5	Niveles Lago	Embalse Futaleufú	BDHI	Vigente	772.237	5.221.600

Fuente: DMC y BDHI

2.5. NUEVAS FUENTES EXISTENTES

Las medidas relacionadas con nuevas fuentes incluyen diferentes iniciativas que influyen directa y positivamente en la oferta hídrica de una determinada cuenca, tales como desalinización, explotación de acuíferos profundos, cosecha de aguas lluvias, uso de aguas servidas tratadas y de recarga artificial, las cuales no existen en la cuenca del río Yelcho.

2.6. GOBERNANZA DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA

Cuando se hace referencia al término "Gobernanza", se debe estar consciente, en primer lugar, que estamos ante un término polisémico, por lo cual el mismo puede adquirir diversos significados, ya sea desde el contexto en el cual está siendo utilizado, como así también de acuerdo con la disciplina que intenta definirlo. Es dado esto que es menester indicar algunas de sus acepciones para conformar un consenso entre sus diversos alcances.

Al considerar lo indicado por la Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos (ACNUDH) de las Naciones Unidas, la gobernanza es un "proceso de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas mediante los que se deciden y regulan los asuntos que atañen al conjunto de la sociedad (...) la gobernanza se refiere, sobre todo, al proceso mediante el cual las instituciones públicas dirigen los asuntos públicos, gestionan los recursos comunes y garantizan la realización de los derechos humanos". Por su parte para el doctor en filosofía, don Luis Aguilar la gobernanza es un término descriptivo en el cual el Estado ha debido dejar entrar a "agentes económicos y sociales independientes cuyas acciones además no se apegan a lógicas políticas", todo con la finalidad de que la dirección de las sociedades no sea hacia una decadencia y logren metas en los campos económicos y social, es por esto que, de acuerdo al autor, se han generado consecuencias como que "varias políticas sociales y servicios públicos han comenzado a llevarse a cabo mediante formas que ya no son exclusivamente gubernamentales, burocráticas, sino que incorporan mecanismos de mercado y de participación de la sociedad".

Como se aprecia, el término se complejiza dada su necesidad de dejar en claro todas las acepciones que el mismo concita. A modo tal de dar una definición lo más detallada posible, se puede incorporar una nueva cualidad a manos de André Torre, quien suma al fenómeno de la interacción entre los sectores públicos privados y la sociedad civil, en búsqueda de un interés colectivo, la lógica de gobernanza territorial. Entiéndase por esto que el contexto de gobernanza debe adquirir las necesidades de un territorio particular, o en sus palabras: "conjunto de los procesos y dispositivos por los cuales los integrantes o los actores de diferentes tipos (productivos, asociativos, particulares, representantes de los integrantes o de las colectividades locales...) contribuyen a la elaboración, tanto concertada como conflictiva, de proyectos comunes para el desarrollo futuro de los territorios". Dicho contexto local permite dar una base y estructura a lo que se expone en el presente estudio dada la conformación de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica para diversas cuencas a nivel nacional (101 cuencas), por lo cual se debe observar y clarificar qué características propias posee cada territorio para trabajarlas de modo particular y local.

Aun así, en consideración de que el concepto se pueda focalizar en un sector, no se debe obviar la integración a nivel regional o nacional. Esto se ha mostrado en ejemplos como la conformación de la Mesa Nacional del Agua, bajo el mandato del presidente Sebastián Piñera, las cuales tienen sus homólogos en regiones, o la iniciativa "Plan 30/30 El Futuro no se espera se construye" de Obras Públicas y Agua para el Desarrollo, bajo el mandato de la presidenta Michelle Bachelet (2018).

Presentadas algunas de sus principales acepciones es que se permitirá extender el concepto de gobernanza. Dada la naturaleza del presente estudio, lo que se denominará "Gobernanza del Agua", estará de acuerdo a lo planteado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ya que realza su implicación en el "diseño e implementación de políticas mediante una responsabilidad compartida entre los distintos órdenes de gobierno, la sociedad civil, las empresas y la amplia gama de actores que juegan un importante papel en estrecha colaboración con los diseñadores de políticas para cosechar los beneficios económicos, sociales y ambientales de la buena gobernanza del agua". En otras palabras, se considera dentro de la gobernanza del agua una heterarquía, es decir, que todos los actores que tengan intereses hídricos se relacionen desde una posición de interrelación, donde prima la influencia, colaboración, negociación e interdependencia, como lo indica el sociólogo Bob Jessop.

A esto se agregará lo indicado por Torre, para considerar y acotar la gobernanza del agua a sectores territoriales, como es el caso del presente estudio. Por ende, se entenderá en el presente caso como gobernanza del agua en la cuenca del río Yelcho a las políticas públicas conformadas entre los actores con interés hídrico de la cuenca, donde tanto el elemento público estatal, organizaciones de sociedad civil y gremios/privados se relacionan, conversan y negocian respecto a las mejores decisiones para lograr una correcta y óptima gestión del agua en la región, beneficiando a todos por igual.

2.6.1. Análisis de Brechas

Como bien se explicó en el apartado de introducción, existe una relación entre gobernanza y lo que se comprenderá por brecha. Si bien desde un punto estrictamente teórico esta se define como la relación entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible, para efectos de este estudio y entrega de avance de etapa número II, se comprenderá como brecha a aquellas problemáticas que se observen en el proceso de levantamiento de información de la cuenca, y que por ende, afecten los procesos de gestión de los recursos hídricos locales. Para aquello, y dado que se está en proceso de generar información desde las diferentes áreas técnicas y especialistas que se encuentran presentes en el estudio, es que los datos con los cuales se trabajará el presente apartado se relacionarán directamente con lo realizado por el equipo de participación ciudadana y la información que surja de manera espontánea durante las reuniones de presentación mantenidas a lo largo de la cuenca.

Se debe considerar que la información es dinámica y se modificará y actualizará en la medida de que se realicen los talleres participativos, que corresponden a la tercera etapa del proyecto. Esto complementará y nutrirá la información requerida, a modo de abordar las brechas desde la mayor cantidad de aristas y con el mayor detalle posible, dado que la visualización de estas permite, a su vez, generar herramientas de trabajo (a modo de portafolio de acciones) eficientes, eficaces y participativas.

Es así que, para observar las brechas y un marco de estructura que permita considerar sus posibles alcances, se utilizara el marco analítico generado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), llamado "*Marco de gobernanza Multinivel de la OCDE: Mind the Gaps, Bridge the Gaps*". Este funciona, a su vez, como herramienta para los tomadores de decisiones, con la finalidad de superar las brechas que afecta a la gobernanza, independiente de la estructura institucional de cada país.

En dicho marco analítico se presentan siete brechas que reflejarían las principales categorías bajo las cuales se podrían clasificar las problemáticas que se levanten durante los procesos que conlleva el presente estudio. Estas son:

- Brecha administrativa: Desajuste entre unidades administrativas y funcionales y fronteras hidrológicas e imperativas
- Brecha de información: Información asimétrica entre partes interesadas, estandarización limitada y sistema de monitoreo incompleto.
- Brecha de políticas: Políticas de agua, energías, agricultura y desarrollo territorial desalineadas. Tareas de planeación y capacitación fragmentadas.
- Brecha de capacidades: Rotación alta entre profesionales de agua, programas de entrenamiento/capacitación limitados para personal administrativo y directivos
- Brecha de financiamiento: Ingresos propios muy limitados a nivel subnacional. Gran dependencia de programas federales (estatales).
- Brecha de objetivos: Falta de continuidad/convergencia de políticas públicas a nivel subnacional por causa de mandatos políticos limitados, motivaciones contradictorias entre consejos y organismos de cuenca.
- Brecha de rendición de cuentas: Participación/compromiso limitado de las partes interesadas de la gestión de los recursos hídricos y de los servicios de agua y saneamiento, mecanismos oficiales limitados para canalizar demanda.

Ahora bien, al considerar la información que ha surgido en el proceso de contacto con los actores relevantes en temáticas hídricas de la cuenca como las reuniones de presentación, se ha considerado pertinente incluir dos brechas más. Estas serán denominadas Brecha de Coordinación y Brecha de Infraestructura: la primera considera la falta de interacción y resolución entre los diversos actores presentes en la cuenca, y por último, la segunda reflejaría la falta de infraestructura necesaria para una correcta gestión hídrica.

Es pertinente indicar que, si bien las brechas se encuentran dentro de un marco analítico establecido por la OCDE, algunas se adaptarán a la realidad local, por lo cual se pueden incluir nuevas temáticas o problemáticas relacionadas o cercanas a una brecha que no estén tipificadas en su estricta definición literal. De acuerdo a lo expuesto y a la información presente en el Anexo I de Participación Ciudadana, proveniente de las reuniones de presentación y utilizando los nombres de los participantes, a modo de dar mejor contexto a la proveniencia de las brechas, se observan la existencia de las siguientes:

a. Brechas de Información

i Falta de un correcto flujo de información y facilidad de acceso a la misma

La comunidad local desconoce en primera instancia que realiza cada entidad pública con injerencia hídrica en la cuenca, pudiendo identificar solo a grandes rasgos la labor de cada servicio público presente en las reuniones y talleres, lo que se observa con mayor claridad lo expresado en la realización de los mapas de actores (lo cual explica también la ausencia de algunas entidades públicas).

Se suma a lo anterior, el difícil acceso a la información ya sea por una ausencia de bajada de esta, en cuanto a utilización de lenguaje transversal comprensible por todos los actores de la cuenca, como también por la falta de conocimiento tecnológico para acceder con simpleza a las nuevas plataformas digitales, también el acceso a internet se ve limitado a condiciones atmosféricas y a ciertos lugares que cuentan con señal consistente.

Esta ausencia de información se extiende a diversas temáticas, siendo una particularmente considerada, aquella que refiere a los derechos de aprovechamiento de agua, dado que se desconoce como acceder a aquella información, sobre quien tiene esos derechos, así como también, los métodos para solicitar estos. De acuerdo con lo anterior hay ONG's, en Futaleufú particularmente (*Futaleufú Riverkeeper* y *The Pew Charitable Trust*), que están en constante proceso de generar acciones para hacer frente a la presente brecha, ya sea levantando un catastro de derechos de aprovechamiento de agua, como así también, levantar sistemas de monitoreo comunitario.

Una ausencia en el flujo de información conlleva que la comunidad no pueda acceder a la misma, generando actores pasivos que no logran reaccionar ante dificultades que puedan surgir en sus territorios, lo que trae como consecuencia, como se ha evidenciado en las reuniones de presentación, actores que en ocasiones terminan por descansar en las entidades públicas, limitando a su vez una correcta gobernanza del agua en la cuenca.

ii Falta de educación ambiental e hídrica en la comunidad de la cuenca (SSR, OSC, comunidad en general)

Ligado a lo anterior, se encuentra que independiente del acceso a la información, a la comunidad le falta también educación hídrica, manera tal de poder manejar los conceptos utilizados por los equipos técnicos, de modo que se facilite y de celeridad a los procesos participativos de coordinación y gestión de recursos hídricos. Si bien este es un fenómeno observable en varios lugares, siempre es preferible que la población pueda tener una aproximación más cotidiana y directa con lo que significa la explotación o uso de los recursos hídricos, esto permite un mejor acceso y va derribando una barrera de acceso al agua ya que la población sabe dónde dirigir sus necesidades.

b. Brechas de Gestión**i Falta de planificación referente a la gestión de los territorios y su vinculación con los recursos hídricos, visualizado a través del crecimiento demográfico, loteos, subdivisiones y parcelaciones**

De modo transversal, tanto en las reuniones de presentación, como en los talleres de diagnóstico se levantan comentarios referentes a un crecimiento demográfico, aumento de los mega loteos, que trae consigo una mayor demanda de recursos hídricos y la necesidad de una infraestructura que de abasto para aquello, junto con la demanda de otros servicios.

Es así como desde organizaciones, y también autoridades de la zona, profesionales de las municipalidades y otros servicios públicos, etc., dan cuenta del movimiento inmobiliario en el territorio, el que no se ve con malos ojos de forma directa y cerrada, pero si se expresa la necesidad de que estas parcelaciones se desarrollen de forma 100% sustentable con el medio ambiente.

La situación mencionada evidencia una falta de planificación territorial que permita dar cuentas a los actores de la cuenca sobre lo que se realiza a nivel sectorial, dado que una de las limitantes presentes, es que las regulaciones que se realizan desde las entidades públicas se limitan al entorno urbano, por ende perdiendo aquella fiscalización sobre sectores rurales.

ii Necesidad que trabajos realizados sobre recursos hídricos sean vinculantes

Temática realizada en las diversas reuniones, donde se comenta la necesidad imperante que los estudios, trabajos y proyectos que se realicen en el sector, relacionado a recursos hídricos, sean vinculantes, lo cual obedece a que con ello se asegura la participación activa de los actores de la cuenca, a la vez que se permite la generación de cambios concretos, como lo han solicitado en todo momento las localidades.

iii Falta de fiscalización

Se considera una deficiencia en la fiscalización por parte de las entidades públicas, hacia los trabajos realizados por privados en el territorio, lo cual suscita una preocupación latente sobre la posible instalación de mineras e hidroeléctricas y todo lo que aquello implica desde el punto de vista de contaminación ambiental (construcción de caminos, residuos sólidos, aguas servidas, etc.). A esto se suma la preocupación por la contaminación antrópica, que viene de la mano con la población flotante en diversas épocas del año. Esta falta de fiscalización, por lo que se aprecia en los talleres de diagnóstico, ha generado una percepción por parte de la comunidad, de que las instituciones públicas estarían al debe con su labor en el territorio.

iv Los SSR con recursos insuficientes para una autogestión

Temática levantada en la reunión de presentación y en el taller de diagnóstico, de modo particular en Villa Santa Lucía, que si bien no está dentro de la cuenca, se debe considerar como referencia para los SSR que están en proceso de planificación o en espera de su funcionamiento, como sucede en las comunas de Futaleufú y Palena. En la localidad se indica que no siempre existe una voluntad de pagar las cuentas asociadas al consumo de agua, lo cual pasa a dificultar los procesos de autogestión. Si bien se comprende en este caso particular, que el no pago pueda venir acompañado de una mala situación económica, también se comenta que existen vecinos que no lo hacen por disconformidad ante los montos, o por simplemente, tener que pagar por el agua.

v Dispersión geográfica de la cuenca

Las localidades están conscientes de lo disperso y aislados geográficamente que están respecto a la región, lo que en ocasiones es presentado como una fortaleza, dado que no llegan los problemas propios de la ciudad, pero también como una debilidad, dado que se carece de la infraestructura necesaria para abastecer con agua a todos los sectores de las diversas comunas. Se suma a esto, la dificultad de las entidades públicas para asistir de modo presencial a las diversas actividades territoriales, dado que las localidades pertenecientes a la cuenca se encuentran a horas de distancia de la capital regional y con una conectividad reducida y complicada por sus medios de transporte.

vi Falta de recursos en las entidades públicas

Se habla de falta de recursos humanos y económicos por parte de las entidades públicas y municipales, que es indicada como una de las causas de su falta de presencialidad en los territorios, en cuanto no tienen el recurso humano suficiente para que se mantenga constantemente en terreno, como así tampoco los recursos económicos para el costeo de viajes, movilización y estadía dentro de la región. Lo anterior se extiende a la resolución de necesidades proveniente de comunidades, donde deben priorizar de acuerdo con sus recursos, que como se indicó por parte de la Municipalidad de Palena, están entre las comunas más pobres a nivel nacional, lo cual dificulta cualquier acción a considerar.

Respecto a los recursos humanos, se levanta una temática desde los talleres de diagnóstico, y es que se considera por parte de la comunidad y otros servicios públicos, que existe una alta rotación del capital humano, lo cual obedecería a temáticas políticas, lo que trae consigo que funcionarios dejen sus cargos sin generar un proceso de continuidad, afectando así a los procesos de acción y gestión. Sumado a lo anterior, se presenta que dada la falta de recursos, es que se tiene una deficiente red hidrométrica, a su vez, sin el personal capacitado para monitoreos con una cierta periodicidad.

vii Desconfianza en las instituciones públicas

Existe por parte de la comunidad y organizaciones de la sociedad civil, una desconfianza latente hacia las entidades públicas, lo cual es dado por dos aristas principales. La primera, que se levanta con mayor énfasis en las reuniones de presentación, es aquella que indica que, al ser estudios indicativos de acceso público, puede ser también rescatado por privados, quienes, con la información recopilada, podrán generar proyectos para su propio beneficio. Este pensamiento respecto al tema es apoyado en todas las localidades, dado que se levanta el mismo dilema en Futaleufú, Palena y Chaitén.

En concordancia con lo anterior, la segunda arista apunta hacia los servicios públicos que levantan estudios, nuevamente indicativos, los cuales no llegan a puerto, por ende no se ven soluciones concretas por parte de las localidades, quienes han visto pasar más de un estudio que aborda temáticas similares, pero sin obtener acciones concretas de aquello.

viii Precarización legal respecto a protección de la cuenca y DAA

Desde las organizaciones se indica una precarización con lo relacionado a las normativas de protección de la cuenca y sus recursos hídricos, así como también un acaparamiento sobre los derechos de aprovechamiento de agua, lo cual se comprende por la falta de regularización de estos, y aquellos problemas que surgen por la especulación de los derechos y por ende, la falta de acceso a dicho recurso, porque de acuerdo a lo que se comenta en el taller de diagnóstico de Futaleufú, algunos derechos pasan a ser tomados por actores locales, que a su vez no son parte misma de la comunidad. En Villa Santa Lucía se conversó sobre la imposibilidad de hacer proyectos que beneficien a la comunidad, producto de la falta de disponibilidad de derechos.

ix Ausencia de gobernanza a nivel de cuenca

De acuerdo a la información que se desprende de los mapas de actores y la organización de los actores en dicha herramienta, se observa una ausencia de gobernanza del agua a nivel de cuenca, dado que aquellos actores con un alto interés, provenientes desde las comunidades y organizaciones de la sociedad civil, se encuentran siempre en las bases de la herramienta mencionada, por lo cual su capacidad de influir sobre la gestión de los recursos hídricos es baja, mientras que aquellos actores con alta influencia, donde resaltan los servicios públicos, de acuerdo a la visión de la gente, tendría un bajo interés en la gestión de recursos hídricos.

Se agrega a esto, que hay instituciones que no son mencionadas en el presente mapa, lo cual es producto que las comunidades no poseen información de como aquellas se relacionan con los temas hídricos, o por parte de las entidades públicas, porque no son consideradas como necesarias de incluir en la conversación. Esto se debe tener en consideración, dado que hay instituciones como CONADI o DIFROL, que si tienen presencia en la cuenca, ya sea por comunidades o consideraciones transnacionales.

De este modo, se desprende que las decisiones referentes a la gestión de los recursos hídricos no son generadas en comunión con las localidades y territorios ya que no están incluidos todos los actores que podrían ser parte, lo cual trae como consecuencia que no se pueda hablar de gobernanza como tal hoy en la cuenca y por lo tanto se constituye como una brecha.

c. Brechas de Coordinación**i Ausencia de Servicios Públicos (SSPP) y privados en instancias presenciales**

Temática que aparece con mayor énfasis en las reuniones de presentación, donde se indica la ausencia de servicios públicos y privados en instancias relevantes a nivel de cuenta, empañando los procesos participativos. Se indica que en diversas ocasiones se busca invitarlos a participar, pero ya sea por circunstancia de agenda o la distancia dada por la dispersión territorial, dichos actores no asisten, dificultando los procesos de gestión, producto que la información que se levanta no estaría vista desde todos los posibles ángulos. Es debido a esto que se ha levantado un sentimiento de abandono por parte de las localidades hacia el Estado, quienes comentan no ser vistos por las entidades públicas.

ii Descoordinación entre el SSPP, y de los mismos hacia la comunidad

La descoordinación entre los servicios públicos y hacia la comunidad es una situación transversal, tanto a nivel de reuniones de presentación, como de los talleres de diagnóstico, dado que se comenta como las mismas entidades públicas no logran llegar a acuerdo y coordinar sus acciones, lo que no permite unificar criterios para dar celeridad a los procesos de gestión de recursos hídricos.

Se observa con mayor claridad cuando los mismos servicios públicos indican que desconocen en totalidad estudios o levantamiento de información, referente a recursos hídricos, que estén levantando sus pares, como sucedió en la reunión de presentación sostenida con los servicios públicos y el Gobierno Regional, donde estos últimos dan cuenta de la reactivación de una mesa hídrica regional, de la cual la Dirección General de Aguas no estaba al tanto. Por otra parte, se desconoce si la Mesa del Agua posee protocolos de reunión, quiénes son sus representantes oficiales, y sus medios de contacto oficiales etc. Al intentar contactar a esta entidad, no se obtuvo respuesta.

Lo anterior repercute en como la comunidad observa a las entidades públicas, dado que lo expuesto se les presenta como un exceso de burocracia y una cantidad desmesurada de entidades vinculadas a los recursos hídricos, que trae como consecuencia la percepción de que existe una desconexión latente de dichas instituciones con sus territorios.

iii **Desconexión con los territorios**

La ausencia de las entidades públicas en los territorios conlleva que exista una desconexión y desinformación de las necesidades de las diversas localidades, lo cual queda reflejado claramente en las bases del Plan Estratégico de Gestión Hídrica, donde una de las localidades propuestas para las reuniones presenciales, está fuera de la cuenca, mientras que localidades que, si están dentro, con comunidades participativas, no fueron consideradas para el presente Plan Estratégico. En general la comunidad también expresa esta disconformidad a través de frases como desde las instituciones “no nos ven”, las necesidades relacionadas a recursos hídricos en algunas de estas comunidades son verdaderos desafíos autogestionados en donde la comunidad en invierno debe hacer frente a las inclemencias del tiempo y en verano a la nueva escasez del agua (nueva para ellos).

2.6.2. Análisis FODA y Mapeo de Actores

Los actores sociales consisten en aquellas personas influyentes, no tanto por su poder económico, sino por su nivel de interés y su poder de decisión con respecto a ciertas problemáticas. Estos pueden identificarse en grupos o instituciones que tienen alguna relación con el núcleo social de interés de una determinada comunidad, compartiendo una identidad colectiva y una designación de un objetivo común a alcanzar.

En el análisis de actores sociales y para la construcción del mapa de actores se consideran principalmente los niveles de interés e influencia con respecto a las problemáticas hídricas dentro de la cuenca de estudio. El nivel de interés en este sentido es entendido como el grado de vinculación con temáticas o actividades relacionadas al área de gestión de recursos hídricos, llevándose a cabo una relación directa o indirecta con los usos de agua de la localidad, ya sea en forma comunitaria o institucional. Por otro lado, la influencia guarda relación con las posibilidades y capacidades de acción que poseen los distintos actores con respecto a la toma de decisiones sobre temáticas y problemáticas de carácter hídrico, ya sea a niveles comunitarios o institucionales.

Para el Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del río Yelcho los actores sociales a considerar tienen como principal punto común de interés los usos de agua y las problemáticas hídricas de la cuenca, y se consideran por ende las organizaciones sociales, Servicios Sanitarios Rurales (SSR), organizaciones gremiales y servicios públicos. Para las organizaciones sociales, gremiales y SSR se intervino a modo consultivo, realizando distintos tipos de reuniones con tal de generar un diagnóstico relacionado a las condiciones hídricas de cada comunidad a la que se representa, así mismo, se generan instancias y talleres para la gestión hídrica de la cuenca. Por otro lado, la intervención en servicios públicos tuvo como objetivo el diagnóstico de las condiciones y formas de acción que se mantienen a nivel institucional en razón a las problemáticas hídricas de la cuenca.

a. Tipos de actores presentes en la cuenca

Se realizó una identificación de actores pertenecientes a organizaciones sociales, Servicios Sanitarios Rurales (SSR), organizaciones gremiales y servicios públicos, que se encuentran presentes en la cuenca o que tienen directa injerencia en ella. A partir de ello se identificaron representantes de cada uno de los grupos involucrados y se generó el listado de actores para cada una de las comunas que componen las cuencas de estudio.

En lo que respecta a actores locales se priorizó en una primera instancia a los Comités de Agua Potable, ahora denominados como Servicios Sanitarios Rurales (SSR), debido a su alto nivel de interés y vinculación con la problemática hídrica y que no se encuentra Organizaciones de Usuarios de Agua en la cuenca. Posteriormente se prioriza a las organizaciones sociales relacionadas en mayor o menor medida a la gestión del agua en la cuenca, ya sean organizaciones vecinales, agrupaciones de campesinos, comités de adelanto, comités de vivienda, clubes de actividades acuáticas, organizaciones culturales u organizaciones medioambientales. Por último, las asociaciones gremiales se priorizaron en función de su vinculación a la gestión hídrica en la cuenca, destacándose aquellas organizaciones o asociaciones de los rubros de turismo, agricultura, ganadería, acuicultura y similares, comprendiendo a las empresas locales.

En cuanto a Servicios Públicos, se priorizan organismos e instituciones como municipalidades, superintendencias y representantes ministeriales, provinciales y regionales, cuyas áreas de acción y poder de decisión se relacionen directa o indirectamente con los usos y gestión de las aguas. A nivel nacional existen diversos tipos de instituciones que se vinculan directa o indirectamente con la gestión de recursos hídricos, teniendo en algunos casos mayor o menor presencia a nivel regional.

Se expone a continuación la Tabla 2-29, la cual presenta a las diversas Instituciones Públicas que poseen injerencia en temáticas hídricas, por lo cual se hace un pequeño resumen de sus funciones, seguido de la relación con la gestión de los recursos hídricos, lo cual da las bases para comprender la importancia de estas en los procesos participativos llevados a cabo a lo largo del estudio.

Tabla 2-29: Comparativa Instituciones Públicas

Institución	Alcance	Función de la institución	Influencia en la gestión del agua
Ministerio Obras Públicas SEREMI	Nacional	Recuperar, fortalecer y avanzar en la gestión de obras y servicios de infraestructura del territorio, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos	Institución pública encargada a nivel nacional del manejo hídrico
DGA Dirección General de Aguas	Nacional y regional	Gestionar, verificar y difundir información sobre el uso de recursos hídricos del país, su cantidad, calidad y autorizaciones de uso.	Principal organismo encargado de la supervisión del correcto aprovechamiento hídrico. Funciones en D.F.L. N° 850 de 1997 del MOP y referidas a las que le confiere el Código de Aguas, D.F.L. N° 1.122 de 1981 y el D.F.L. MOP N° 1.115 de 1969
DOH Dirección de Obras Hidráulicas	Nacional y regional	Proveer de servicios de infraestructura hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua y la protección del territorio y las personas.	Principal organismo encargado del manejo de infraestructura hídrica
SISS Super Intendencia de servicios sanitarios	Nacional y regional	Fiscalizar empresas concesionarias que prestan servicios de agua potable y alcantarillado.	Principal organismo encargado de la fiscalización y normativa del recurso hídrico
Ministerio de Defensa SEREMI	Nacional	Responsable del control y administración de ramas militares encargadas de la defensa exterior del país	
Dirección General de Aeronáutica Civil	Nacional e internacional	Normar y fiscalizar la actividad aérea que se desarrolla dentro del espacio aéreo controlado por Chile y aquella que ejecutan en el extranjero empresas aéreas nacionales	
Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante	Nacional	Vigilancia del cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales vigentes para dar seguridad marítima	Supervisión en territorio marítimo, que involucra a los cauces hídricos

Institución	Alcance	Función de la institución	Influencia en la gestión del agua
Ministerio de Salud SEREMI	Nacional	Fortalecer y contribuir a un modelo de salud que asegure el acceso a servicios de salud para toda la población	Se aseguran niveles de salubridad en las aguas potables para beneficio de la población
Ministerio de Agricultura SEREMI	Nacional	Fomentar, orientar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país.	Manejo e influencia sobre disponibilidad de aguas para el desarrollo agropecuario
INDAP Instituto de Desarrollo Agropecuario	Nacional y regional	Promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial	Asegurar disponibilidad hídrica y supervisar manejos de agua para el desarrollo agrícola de pequeños productores
ODEPA Oficina de Estudios y Políticas Agrarias	Regional, nacional e internacional	Proporcionar información y analizar el comportamiento económico y productivo del sector silvoagropecuario, para toma de decisiones de los distintos actores.	Desarrollo de estudios que involucran la disponibilidad y calidad de las aguas para el desarrollo silvoagropecuario
SAG Servicio Agrícola y Ganadero	Nacional y regional	Apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales.	Asegura conservación de aguas con fines agropecuarios, trabajando estrechamente con la CNR
CONAF Corporación Nacional Forestal	Nacional y regional	Administrar la política forestal en Chile y fomentar el desarrollo del sector	Relación con recursos hídricos a través del desarrollo forestal
INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Nacional y regional	Investigar sobre conocimientos y estrategias para innovar y mejorar la competitividad del sector agroalimentario del país	Investigaciones relacionadas a la optimización del uso del recurso hídrico
CIREN Centro de Información de Recursos Naturales	Nacional y regional	Proporcionar y contribuir a la información sobre los recursos naturales y productivos del país, contribuyendo a la planificación y diseño de políticas de desarrollo productivo	Contribuye información respecto a los usos de agua y estimaciones para fines productivos y de riego
CNR Comisión Nacional de Riego	Nacional y regional	Asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país, mediante la contribución a la política de riego nacional	Manejo e influencia en las aguas destinadas a riego con fines productivos agropecuarios

Institución	Alcance	Función de la institución	Influencia en la gestión del agua
Ministerio de Vivienda Urbanismo y SEREMI	Nacional	Contribuir a la construcción de ciudades socialmente integradas y propiciar el acceso a viviendas adecuadas	Asegurar infraestructura y estrategias en los usos de agua potable en viviendas, el tratamiento de aguas grises, el manejo de aguas lluvia y caudales urbanos
SERVIU Servicio de Vivienda y Urbanización	Regional	Contribuir a mejorar la calidad de vivienda, equipamientos comunitarios, parques urbanos y vialidad urbana en su región asignada	Manejo regional en usos de agua potable para fines habitacionales, tratamiento de aguas grises, aguas lluvia y caudales urbanos.
Ministerio de Energía SEREMI	Nacional	Elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país	Manejo sobre proyectos de uso de agua para fines energéticos
CNE Comisión Nacional de Energía	Nacional y regional	Analizar, fijar y monitorear precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía	Monitoreo en el uso de agua con fines energéticos según la normativa vigente
CER Centro de Energías Renovables	Nacional y regional	Promover y facilitar el desarrollo de la industria de las Energías Renovables No Convencionales en el territorio nacional	Incidencia en el desarrollo de infraestructura y planes de energías renovables no convencionales que se relacionan al manejo hídrico
Ministerio de Medioambiente SEREMI	Nacional	Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.	Manejo y promoción del uso sustentable de recursos hídricos en el territorio. Manejo de problemáticas relacionadas a la contaminación de caudales, agua potable y la amenaza ambiental al recurso hídrico
SEA Servicio de Evaluación Ambiental	Nacional y regional	Administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), mediante la fiscalización del cumplimiento de legislación ambiental vigente en la ejecución de proyectos	Asegurar el correcto aprovechamiento y uso sustentable del recurso hídrico en proyectos de evaluación ambiental

Institución	Alcance	Función de la institución	Influencia en la gestión del agua
Tribunal Ambiental	Nacional y regional	Resolver las controversias medioambientales de su competencia y otros asuntos que la ley someta a su conocimiento.	Resolución de problemáticas legales ligadas a los usos del agua o contaminación de caudales desde una perspectiva medioambiental
Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	Nacional	Liderar la conservación y protección de la biodiversidad del territorio nacional	Otorgar protección a diversos caudales hídricos
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo SEREMI	Nacional	Promover el desarrollo y competitividad de la actividad productiva del país	Asegurar y supervisar sobre el uso sustentable del recurso hídrico en la actividad productiva
SERNATUR Servicio Nacional de Turismo	Regional	Promover y difundir el desarrollo de la actividad turística en Chile	Fomento y desarrollo de actividades que involucran usos del agua para fines turísticos y recreativos
SERNAPESCA Servicio Nacional de Pesca	Nacional y regional	Fiscalizar cumplimiento de las normas pesqueras y de acuicultura, proveer servicios para su correcta ejecución y realizar una gestión sanitaria eficaz	Asegurar el cumplimiento de la norma sanitaria en la mantención de caudales hídricos para fines de pesca productiva y es uso sustentable de las aguas
Ministerio de Desarrollo social SEREMI	Nacional	Tiene por objetivo contribuir al diseño y aplicación de políticas, planes y programas, especialmente aquellos destinados a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas pertenecientes a grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social	
CONADI Corporación Nacional de Desarrollo indígena	Nacional y regional	Promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado en favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas	Abogar por el correcto cumplimiento de los derechos indígenas en el aprovechamiento de aguas
Ministerio de Educación SEREMI	Nacional y regional	Fomentar el desarrollo de la educación en todos sus niveles	

Fuente: Elaboración propia.

Como se logra observar en la tabla, son muchas las instituciones que tienen injerencia en temáticas hídricas, con mayor o menor relevancia, por lo cual se vuelve pertinente, como se verá en el capítulo 6, generar acciones las cuales aboguen por generar coordinación entre estas, que permitan optimizar el trabajo sobre la gestión de los recursos hídricos.

Ahora bien, como parte de las entidades públicas, y con mayor cercanía con las comunidades, tenemos a las municipalidades, las cuales poseen áreas o departamentos que también se relacionan con la gestión y uso de los recursos hídricos, por lo cual, como entidad relevante en las instancias participativas, dado que se relacionan directamente con las localidades, considerando a su vez que en algunas temáticas se alzan como la voz representante de las demandas locales, se muestra a continuación en la Tabla 2-30 que áreas de dicha entidad tiene relación con la gestión del agua y su función principal.

Tabla 2-30: Instituciones Públicas Municipales

Institución	Alcance	Función de la Institución	Influencia en la gestión del agua
Municipalidad	Comunal	Administración de una comuna, con el objetivo de satisfacer necesidades locales y asegurar la participación en el progreso económico, social y cultural de la comuna a nivel país.	Supervisión y administración comunal en temas relacionados a recursos hídricos
SECPLAN Secretaría comunal de planificación	Comunal	Asesorar al alcalde y concejo municipal en la elaboración de la estrategia municipal y en la evaluación de planes, programas y proyectos comunales.	Evaluación y análisis sobre proyectos y planes comunales que involucran el manejo de agua potable y alcantarillado
Dideco	Comunal	Asesorar al alcalde y concejo municipal en la promoción del desarrollo comunitario, proponiendo y ejecutando medidas relacionadas con la salud pública, protección de medio ambiente, educación, deporte, cultura, entre otros.	Incidencia en el desarrollo de proyectos relacionados al manejo hídrico y los usos de agua potable y alcantarillado. Así también en proyectos que incluyen usos de agua para fines recreativos.
Prodesal	Comunal	Convenio entre la municipalidad e INDAP que tiene como objetivo prestar asesoría técnica a la agricultura familiar campesina de más escasos recursos	Incidencia para mejorar y asegurar condiciones hídricas para fines agrarios productivos
Consejos Municipales	Comunal	Asesorar y fiscalizar la gestión del alcalde, además de dictar y aprobar diversas ordenanzas municipales	Incidencia en toma de decisiones en el desarrollo de programas y planes comunales que involucran usos de agua potable y para fines productivos

Fuente: Elaboración propia.

b. Análisis FODA y sus alcances

Es menester resaltar como los procesos de reunión y talleres realizados a lo largo del estudio permiten levantar y observar la información presente a nivel de cuenca, y de un modo particular, la información que es propia de cada localidad, por lo cual a continuación se realizará un cruce de información correspondiente a las reuniones de participación y los talleres de diagnóstico participativos realizados en las localidades de Futaleufú, Villa Santa Lucía y Puerto Ramírez. La finalidad de lo indicado corresponde a observar temáticas transversales levantadas que sirvan para comprender la cuenca como tal, mientras que a su vez se destacarán aquellas demandas locales de cada comunidad, entendiendo las mismas, como aquellas que no se observa en el resto de las localidades donde se realizaron las reuniones y talleres, modo tal, de observar una sola realidad como cuenca, pero sin perder a su vez la lógica localista que tienen los participantes de cada comunidad.

Por un lado, se manejará y presentará el análisis levantado por la herramienta FODA, la que por sus siglas hace referencia a Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, donde su naturaleza implica la realización de una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, terminan por visualizar el estado interno de una entidad u organización, como también así, la visualización externa de la misma, entendidas como sus oportunidades y amenazas (Ponce, 2007). Se cruzará así, la información obtenida de la aplicación de la herramienta con los resultados de cada localidad, para seguir con la estructura indicada, pudiendo generar un FODA que presente tanto las temáticas transversales a nivel de cuenca y otro FODA con aquellos temas que son solo de una respectiva comunidad. Es importante destacar que se incorpora también lo observado en las diversas reuniones de profundización de diagnóstico, modo tal de obtener un análisis robusto valiéndose de diversas fuentes de información.

A esto se sumará el respectivo cruce y análisis (de cuenca y localidad) de los datos obtenidos a través de la herramienta Mapa de Actores, considerando el modelo *Multilevel Stakeholder Influence Mapping* (Mayers, J., Vermeulen, S., 2005), el cual aparece en la propuesta realizada por GEO-SAFE, que se basa en una estructura piramidal, donde la cúspide corresponde al mayor grado de influencia en la Gestión de Recursos Hídricos, es decir, mientras más cerca de la cúspide se encuentren los actores, mayor influencia poseen en dicha temática. Así también, y para efectos del presente estudio, se utilizará el tamaño de las figuras en la cual se encuentran los distintos actores para reflejar su interés en la temática, a modo tal de tener otro modo gráfico de representar la forma en que se están dando las relaciones respecto a la gestión hídrica en la región.

Mientras que, a su vez, se entiende la gestión hídrica en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), la cual consiste en un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinado del agua y recursos relacionados para su consumo, con el objetivo de maximizar el bienestar económico, social y cultural resultante de manera equitativa en la población, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (UNESCO, 2009). De esta forma, al referir sobre la influencia e interés de los distintos actores en los procesos de gestión hídrica, se hace referencia, por un lado, a la capacidad de acción y poder de decisión de distintos actores sobre el uso de agua (influencia); y por otro, sobre el grado de vinculación de estos actores con las formas de manejo y decisiones respecto a los usos de agua en la cuenca (interés). Es así como se consideran distintos aspectos para caracterizar el interés e influencia de los actores en los usos de agua desde un enfoque de GIRH, tales como:

- La consideración de los diversos usos de agua y las necesidades de las personas.
- Involucramiento de los actores en la toma de decisión sobre los usos de agua y su planificación.
- La influencia de políticas y aspectos legislativos en el aprovechamiento, desarrollo y gestión de los recursos hídricos.
- Las decisiones vinculadas al agua tomadas a nivel local y de cuenca, y su relación con el panorama nacional.
- La planificación y la construcción de estrategias respecto al aprovechamiento de agua en vinculación con los objetivos sociales, económicos y ambientales de la localidad.

c. Análisis FODA a nivel de cuenca

Ya presentada la información obtenida a través del proceso FODA en las diversas localidades, es pertinente cruzar dicha información, como se ha comentado con anterioridad, para obtener un análisis más detallado por cuenca y localidad, pero es relevante tener en consideración que las temáticas pueden, en ocasiones, observarse como reiteradas ya sea como debilidad y luego amenaza, o como fortaleza y luego oportunidad, por lo cual hay que tener claridad que dicha temática puede adquirir una cualidad u otra dependiente del contexto que le otorgue la comunidad a dicha propuesta, por ende, se ha optado por no intervenir en dicho proceso, permitiendo que se observe, con su respectivo análisis, del modo más fidedigno a como se presentaron los datos en la realización de los talleres.

Respecto a las temáticas que se observa de manera transversal a lo largo de la cuenca, se obtiene lo siguiente:

Fortalezas

- A través de las diversas localidades se puede observar una comunidad unida, organizada y con intención participativa, cualidad que es menester considerar para cualquier estudio o intervención que se desee hacer, es así como la misma debe ser considerada como un gran actor con el cual se debe contar en todo momento, haciendo que sean participes de cualquier proceso a realizar en sus localidades.
- Los estados de Zona de Interés Turístico de Futaleufú, Palena y Yelcho, dada sus condiciones particulares de atracción turística, por lo cual como instrumento de gestión público-privada es pertinente realzar las medidas de conservación que tienen las mismas.
- El sentimiento de pertenencia a la cuenca, lo cual conlleva una preocupación por su entorno, generalmente proveniente con mayor fuerza desde la comunidad, la que se basa en su experiencia residiendo en dichas zonas, para indicar como se debe cuidar el lugar donde viven y profesando un orgullo ante aquello. Este sentimiento si bien se aprecia con mayor énfasis en la comunidad, también se muestra presente en las respectivas municipalidades, considerando que sus funcionarios son residentes de la misma localidad, que, aunque si bien deben seguir parámetros de acuerdo con su cargo y contexto político, en los talleres se permiten sumarse a dichas iniciativas.
- En Futaleufú y el sector de Palena (Puerto Ramírez, El Diablo, El Porfiado, El Malito) se comenta que se generan y desarrollan diversas actividades productivas entorno a los ríos, lo cual, si bien permite el desarrollo local, también presenta la relevancia que tienen los ríos para la generación de nuevas iniciativas locales.
- De la mano de lo anterior, se observa que la necesidad de un desarrollo local conlleva que las mismas comunidades se conviertan en agentes de cambio a través de la conformación de ideas o iniciativas para fortalecer y dar respuesta a sus demandas.
- Se comenta a modo general que, si existen recursos hídricos en la cuenca, por lo cual se debe trabajar sobre aquello y observar cómo procesar dicha fortaleza en aras de contribuir a las localidades que más lo requieren
- De modo transversal se habla de que su entorno y ecosistema es valioso y prístino, lo cual debe mantenerse del mismo modo, generando iniciativas de bajo impacto, permitiendo el desarrollo local entorno a estas características.

Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • La reforma al código de aguas se vuelve una temática central al momento de hablar de oportunidades, dado que, al priorizar el consumo humano, se abren aristas para el acceso a dichos recursos de quienes hasta el día de los talleres se veían complicados para acceder al agua. Así también, se conversa a modo general, sé que se espera conocer todos los alcances que dicha reforma tendrá para las comunidades. • El desarrollo productivo local, el cual ya fue presentado como una fortaleza, también se observa como una oportunidad, en cuanto que ejerce presión sobre las autoridades locales para que se abran nuevas fuentes de desarrollo, permitiendo así el uso del agua que está presente cerca de las localidades de la cuenca. Así también, el desarrollo local se asocia, sobre todo en Villa Santa Lucia y los sectores que conforman Palena, con la entrada de centrales de paso y el respectivo uso hidroeléctrico de los recursos hídricos, siempre priorizando que dichas centrales sean de bajo impacto. Solo Futaleufú presenta algunas preocupaciones ante aquello, sobre todo de las organizaciones ambientalistas, aunque cabe destacar que ellos poseen agua y electricidad de empresas privadas, situación de la cual carecen los sectores de Palena y Santa Lucía. • Las comunidades apoyan y presionan para que las soluciones a sus demandas sean eco sustentables o que las mismas mitiguen de la mayor manera posible, los efectos contaminantes que se pueden producir ante la llegada de nuevos proyectos. Esto permite también la inserción de nuevas tecnologías que den pie para estas soluciones amigables con el medio ambiente, protegiendo así los recursos hídricos de su cuenca.
Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • La clara falta de asociatividad y coordinación entre los SSPP, que trae por consecuencia que los mismos estén ausentes en el territorio, y que, por sobre todo la comunidad de cuenta de aquello, indicando que existe una desconexión latente con sus necesidades. • La falta de coordinación se suma a la gran cantidad de entidades que tienen injerencia en los recursos hídricos, que provoca a su vez que cada gestión que se quiera realizar deba pasar por un proceso en exceso burocrático. • Un ejemplo de lo expuesto es la cantidad de estudios realizados por diversas entidades que terminan por agotar a las localidades, dado que no se aúnan bases ni parámetros, generando que los mismos no sean resolutivos, sino que solo indicativos, lo que nuevamente termina por molestar a los actores locales. • Dificil acceso a la información, dado que falta una bajada de esta con mayor detalle, pensando siempre en la comprensión de las comunidades, sumado a que toda la información es digitalizada, por ende, no todos son versados en dicha temática como para acceder con celeridad. De acuerdo con lo expuesto en la comunidad de Futaleufú, falta una democratización de la información, lo que implica que se logre que todos los actores de la cuenca comprendan y dialoguen bajo los mismos parámetros. • Falta educación ambiental y sobre el uso de agua, orientada hacia las comunidades, modo tal de entregarlos conocimientos básicos para que puedan dialogar con las diversas entidades que tienen injerencias en temáticas hídricas. • Falta de recursos económicos y humanos para acelerar procesos nacionales y regionales de gestión de recursos hídricos, lo cual también se ha comentado por parte de las entidades públicas cuando se les encara su falta de participación en el territorio, sobre todo reflejado en las municipalidades, donde en ocasiones un departamento está constituido por 1 o 2 personas.

- A esto se agrega la alta rotación del capital humano, dado que se comenta que al obedecer los mismos a temáticas políticas, los funcionarios dejan sus cargos sin generar una continuidad en los procesos.
- Lo relacionado con las temáticas legales, como la distribución de los derechos de aprovechamiento de agua, su falta de regularización, los problemas de legislación que hay entorno a los recursos hídricos, especulación de los derechos de aprovechamiento de agua y la falta a acceso a dicho recurso, por estar los derechos ya tomados por otros actores locales, que no siempre son parte de la misma comunidad.
- El estar alejados como zona extrema y la dispersión geográfica de las localidades, sobre todo realzado por las comunidades de Palena y Villa Santa Lucía, dado que provoca dificultades y deficiencias en las políticas territoriales, que no logran dar respuesta a sus necesidades locales.
- Dificultades por la deficiente red hidrométrica existente en la cuenca, sumado a la falta de personal capacitado para los monitoreos con mayor periodicidad y la falta de mantención de los mismos equipos, lo cual se suma a las consideraciones generales de percibir la falta de recursos económicos para la gestión de los recursos hídricos.
- Existe una preocupación transversal por la contaminación de los recursos hídricos de la cuenca, dado que por la comunidad se ve como una realidad.

Amenazas

- De modo transversal se conversa sobre la preocupación de la instalación de mineras e hidroeléctricas, considerando no solo su funcionamiento, sino todo el proceso que conlleva instalarse en la localidad, la construcción de camino, valor paisajístico, contaminación a los recursos hídricos, etc.
- La contaminación de los recursos hídricos en general ya sea por privados, particulares o la población flotante que llega los meses de verano, por ende, se menciona también la contaminación antrópica.
- Se vuelve tema común la temática del crecimiento poblacional, el aumento de viviendas, los proyectos inmobiliarios y las parcelaciones que se realizan en la región y localidades de la cuenca, donde la comunidad se preocupa por las posibles contaminaciones que esto provoque, sumado a una mayor demanda por recursos hídricos, sin una mejora de la infraestructura para aquello.
- El sobre otorgamiento de los derechos de agua es una temática que preocupa a todas las localidades, dado que eso los deja sin libertad de acceso a los recursos hídricos (temática que se espera solucionar con las modificaciones al código de aguas).
- El cambio climático y los efectos que tienen sobre el clima y los recursos hídricos, como la disminución de las lluvias durante los últimos años. Esto se refleja, según los actores de la cuenca, en la baja de disponibilidad de aguas en los meses de enero y febrero, dado que deja de llover meses antes que lo que se acostumbraba décadas atrás.
- Existe consenso en que no existe o es muy poca, la fiscalización que realizan los servicios públicos en temáticas referentes a la gestión de recursos hídricos. A esta falta de fiscalización se incorpora que la comunidad recién que las instituciones públicas, entre ellas las municipalidades, estarían al debe en la orientación y acompañamiento para la elaboración de proyectos o gestión de las mismas localidades en temáticas hídricas.

Fuente: Elaboración propia.

i Consideraciones PAC

- Dada las fortalezas mencionadas, hacer énfasis en el trabajo con la comunidad, permitiendo entregar herramientas de manera paulatina para generar un empoderamiento de ésta en las temáticas referente a los recursos hídricos. Se debe así también hacerlas partícipes de los procesos y gestiones que involucren a la cuenca, y generar instancias para transmitir educación hídrica, todo esto bajo el concepto de que las mismas comunidades son participativas, activas y tienen la intención de ser un actor relevante más, solo les falta un mayor acceso a la información y coordinación con los entes públicos.
- Desde lo que corresponde a las oportunidades, realizar una bajada de información de todos los cambios referentes al código de aguas, fortaleciendo el conocimiento de los actores de la cuenca al respecto. Ver los respectivos alcances de la modificación y transmitir dicha información.
- Respecto a las debilidades, falta mayor coordinación de los servicios públicos con la comunidad, que se pueda apreciar su presencia en la localidad, de tal modo de comprender y actualizar su conocimiento sobre las demandas locales. Este proceso debe ir acompañado de transparentar las dificultades propias de cada servicio respecto a recursos humanos y económicos, para interferir al nivel que la comunidad desea, y una constante bajada de información de que procesos respecto a los recursos hídricos se están llevando a cabo en la localidad.
- Con las amenazas, se debe trabajar en primera instancia en informar a la comunidad si existen procesos o proyectos privados (hidroeléctricos o mineros) en curso o etapa de estudio, a modo de tranquilizar a las localidades respecto a dichos temas, a su vez enseñarles como ver dichos proyectos para ver sus alcances medio ambientales y métodos de mitigación, haciendo que se vuelvan partícipes de dichos procesos.
- Generar jornadas informativas y educativas medio ambientales, también sobre la legislación referente a los recursos hídricos y sobre estrategias preventivas para mitigar los efectos del cambio climático latente.

d. Análisis FODA por localidades

Dado el análisis anterior, se han dejado aparte aquellas temáticas que no han surgido como problemática de la cuenca en su totalidad, sino que obedecen a temáticas locales propiamente tal, por lo cual se presentarán a continuación que apartados y a que localidades pertenecen dichas temáticas, modo tal que también se pueda trabajar desde las entidades públicas en solucionar dichas demandas, comprendiendo que anexo al sentimiento de cuenca, cada localidad, dada la dispersión geográfica en la región, tendrá algunas necesidades propias de su contexto.

i Villa Santa Lucía

Desde Villa Santa Lucía destaca el conocimiento sobre su territorio y el sentido de pertenencia de sus habitantes:

Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con una comunidad organizada y unida, lo cual se observa por el claro conocimiento de sus necesidades y el modo en conjunto en que buscan soluciones al respecto. • Conscientes de su entorno natural y la relevancia del mismo, por lo cual están abiertos a un desarrollo socioeconómico sustentable.
Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Si bien se habló referente a la parcelación, como una amenaza para el resto de las localidades, existe un porcentaje de actores de la localidad que ve dicha temática como una oportunidad para el desarrollo económico territorial, dado los efectos económicos que trae consigo la llegada de nuevos actores y los posibles puestos de trabajo que se generen al respecto.
Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Carencia de un ordenamiento territorial que permita mitigar los efectos adversos que se puedan producir sobre la comunidad, lo que se manifiesta en su aislamiento del resto de la comuna y las calamidades ocurridas con el Volcán Chaitén y el Alud, que causaron estragos en la localidad. • Menor disponibilidad de agua con el pasar de los años, lo que se refleja en que las vertientes se secan en los meses de verano. La gente debe buscar el agua de los ríos, pero se encuentran con la dificultad de no tener los derechos de aprovechamiento de aguas disponibles.
Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Se levanta la temática del Didymo y sus efectos contaminantes sobre los recursos hídricos de la cuenca, temática que se debe considerar y trabajar en posibles mitigaciones. • Falta de información referente a derechos de agua, por lo cual no comprenden cuanto es lo solicitado. Proyectos locales que no se han podido realizar por falta de derechos disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

ii Futaleufú

Desde la localidad de Futaleufú es donde se presentan mayor número de inquietudes y temáticas, las cuales se pasan a detallar a continuación.

Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con un número elevado de ONG o fundaciones ambientalistas, las cuales promueven la educación ambiental en la cuenca, a medida que se involucran con los distintos actores locales, en búsqueda de generar consciencia y sentido de pertenencia a la cuenca.

<ul style="list-style-type: none"> • Existen monitoreos comunitarios, que, si bien pueden carecer de un proceso formal como tal, dado que lo realizan voluntarios de la misma localidad, sirven como parámetros para obtener información de calidad de los recursos hídricos de la cuenca. • El aislamiento geográfico, como instancia que les permite alejarse de las dificultades propias de las grandes urbes y capitales regionales, a su vez que limita la intervención en las localidades aledañas, dado lo extremo de dichas zonas. • Se comenta la presencia de un desarrollo económico local de bajo impacto, el cual se haría en consciencia de la necesidad de cuidar los recursos hídricos y medio ambientales.
Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • El ser una cuenca binacional, deja una ventana de oportunidad en caso de lograr coordinaciones propicias con la parte trasandina, dado que se considera por la comunidad como una fuente de recursos hídricos, en caso de dificultades que puedan existir en la cuenca. • Los planes estratégicos de gestión hídrica, los cuales son valorados por la comunidad como un intento de hacer y generar acciones para la cuenca, en otras palabras, una de las formas en que se hace visible la DGA como instancia nacional preocupada de los recursos hídricos. • La posibilidad de estudiar nuevas especies acuícolas, por lo cual generar nuevos conocimientos y prevalecer la relevancia del ecosistema local • Diversos fondos públicos provenientes de entidades públicas, a los cuales se puede acceder mediante concursos públicos. • La posibilidad de creación de una junta de vigilancia para la cuenca, la cual no cuenca con organización de usuarios de agua, al momento de realizado el taller de diagnóstico. • La posibilidad de generar una Reserva de Caudal (dado los cambios en la reforma y los ajustes legales)
Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se considera una débil gestión de parte de la oficina municipal de medio ambiente, lo cual deja entrever roces existentes en la comunidad. • Falta de estudios sobre el caudal ecológico de la cuenca, a modo tal de generar y levantar proyectos entorno a aquello. Se suma la falta de estudios de nuevas especies. • Si bien se menciona la cuenca binacional como una oportunidad, también se observa como una debilidad entorno a todo lo administrativo-burocrático que conlleva realizar cualquier acción que involucre el sector trasandino. • Existen diferencias de percepción de la cuenca y los recursos hídricos de acuerdo con los grupos etarios. • El efecto de la inmediatez y lo que causa en los diversos actores, no comprendiendo que hay proceso de larga data. Esto puede provocar roces entre los diversos actores locales.
Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Existe algunos participantes que ven como problemática la población flotante y lo que trae consigo, como contaminación antrópica de los recursos hídricos. • Un excesivo centralismo, donde al estar tan alejados de la capital regional, quedan aislados en cuanto a la participación de los servicios públicos en temáticas locales. • Los peligros de la remoción en masa, dada la morfología de los terrenos aledaños. • El calentamiento Global y sus efectos en el clima y las lluvias, lo cual lo resienten en los meses de verano. • Se está generando un mayor abastecimiento a través de aguas subterráneas, lo cual preocupa a la comunidad por el agotamiento de dichos recursos.

Fuente: Elaboración propia.

iii Puerto Ramírez

Desde Puerto Ramírez se levantan diversas temáticas que se vinculan a su contexto como localidad, donde también se incorpora en dicho discurso a los sectores colindantes de la comuna de Palena.

Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • Las labores realizadas por Servicio País, quienes buscan los modos para coordinar y mediar los trabajos municipales con las comunidades, lo que se refleja en los procesos de bajada de información en los cuales están trabajando. • Bajada de información a la comunidad, que como se indicó anteriormente, se está trabajando con servicio país, pero se demuestra la intencionalidad de intentar trabajar de modo conjunto con las diversas localidades. • Estudios, algunos pendientes, que se generan en el territorio y permiten levantar información de las demandas locales.
Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se habla del Plan Regional y todo lo que ello implica para la comuna, quienes esperan dichos resultados para la elaboración de su Plan Regulador Comunal.
Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • La ruta internacional y la movilización que se genera a través de esta, en los procesos de mejora de camino, etc. Donde se pasa a contaminar el entorno de las localidades. • Es la única localidad que habla con mayor holgura de las salmoneras y sus efectos contaminantes en los recursos hídricos. • Se realza la excesiva tramitación en la conformación de un SSR, lo cual se menciona en base a que Puerto Ramírez aun no puede concretar su SSR, aun cuando se hicieron los estudios previos hace un par de años, quedando en nada. Por parte de El Malito, el SSR debiese haber estado operativo a comienzos de año, pero se retrasa por motivos económicos de la empresa que gestionada la construcción de las instalaciones del SSR. • Se comenta que su vertedero está saturado y que es una temática para solucionar a corto plazo, dado que eso puede terminar afectando en la contaminación de recursos hídricos superficiales y subterráneos.
Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Los títulos de propiedad de tierras, que son los únicos documentos legales que permiten la participación en concursos o recursos públicos, dejando fuera a una parte de la comunidad femenina, que no puede acceder a ayudar del Estado, producto que los terrenos estarían en nombre de sus esposos.

Fuente: Elaboración propia.

e. Mapeo de actores

Dado que los mapas de actores presentados en el apartado de los talleres de diagnóstico ya reflejan el pensamiento de cada localidad, de acuerdo a como ubicar a los actores de la cuenca en una escala de interés e influencia, es que a continuación se realizará un análisis correlacionado de los diversos mapas, buscando aquellas temáticas o consideraciones que unan a las localidades, dando una base para generar un mapa de actores a nivel de cuenca, el cual se presentará a continuación, para luego informar los aspectos relevantes de dicho ejercicio.

Para que se pueda observar la característica dinámica y la riqueza cualitativa que posee la presente herramienta, es que primero se presentará el primer mapa de actores realizado, el cual es un esbozo preliminar de la información proveniente de las reuniones de presentación y contactos con actores locales, todos previos a la instancia del taller de diagnóstico, en el cual finalmente se aplicó dicha herramienta, por ende se debe considerar que lo que se presenta a continuación es una extrapolación de la información obtenida previo a la realización del taller de diagnóstico, donde la mayor cantidad de datos proviene de actores pertenecientes a sociedad civil. De este ejercicio se observaba lo siguiente:



Fuente: Elaboración propia

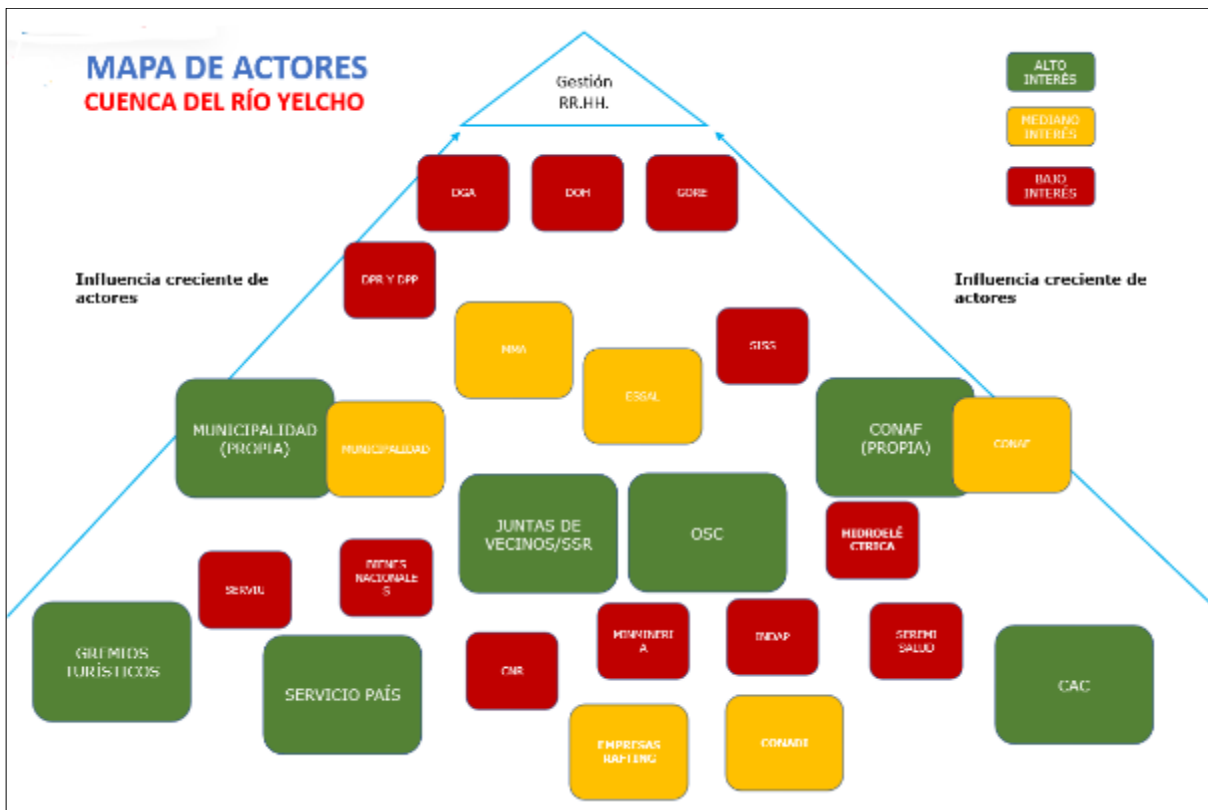
Figura 2-45: Mapa de actores de la cuenca, Reuniones de Presentación

Se puede observar que, dado que la mayor cantidad de información proviene de la sociedad civil, la mayoría de servicios públicos presentaban un bajo nivel de interés en la temática, aunque muchos de ellos se encontraban con un buen nivel de influencia (INDAP, SAG, CNR, MINAGRI), mientras que otros servicios públicos eran evaluados de peor modo indicando que tampoco tenían el interés para intervenir en la gestión de los recursos hídricos (CONAF, CORFO, SERVIU, CONADI, Desarrollo social y Familia y SERNATUR). A su vez, las organizaciones de la sociedad civil, gremios, OUA y SSR, eran consideradas como de alto interés, pero con baja influencia al respecto, dando a entrever obstáculos para el proceso de gobernanza, dado que no todos los estamentos tendrían la misma influencia sobre la gestión recursos hídricos.

Otros actores, como lo son las municipalidades, eran evaluados con mediano interés, a su vez que estaban en un nivel medio de influencia, como las Delegaciones Presidenciales Provinciales. Relevante es el caso del GORE, el cual, como unidad regional, era si bien considerado con alta influencia en la temática, era considerado como un ente con bajo interés.

Mención aparte para DGA y DOH, dado que ambos actores eran de mayor conocimiento de parte de los actores de la cuenca, mientras que el primero era bien evaluado tanto en influencia como interés, no corría la misma suerte la DOH, quien era culpada de problemas de infraestructura o falta de esta, por parte de los integrantes de los SSR o aquellos que buscaban conformar uno.

Si bien, aquel era el panorama que se apreciaba en un inicio, a modo general, es pertinente observar la evolución del respectivo mapa y ver si existieron modificaciones respecto al posicionamiento e interés de actores en la cuenca. Es de este modo, que luego de realizado los Talleres de Diagnóstico, y basándose en la evaluación de la herramienta utilizada de modo presencial, sumado a la escucha de las grabaciones de dichas instancias, manera tal de complementar lo visual de la herramienta gráfica, con los testimonios entregados por los asistentes a los talleres al momento del porqué de evaluar a cada uno de los actores de dicho modo, es que se logra generar el siguiente mapa:



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-46: Mapa de actores de la cuenca, Taller de Diagnóstico

De acuerdo con los aspectos más relevantes, donde no solo se realizó un cruce entre todos los mapas de actores, sino que también se considera la información que surge durante la aplicación de dicha herramienta, se obtienen la siguiente información:

- Existe casi una generalización referente a los servicios públicos, dado que se considera que la mayoría posee poco interés en la temática de la gestión de recursos hídricos, lo cual viene respaldado por lo que se ha visto en el FODA, del sentimiento de abandono respecto a sus localidades por parte del Estado.
- A pesar de considerar a muchos con poco interés, se está al consciente que DGA, DOH, GORE y las Delegaciones Regionales y Provinciales poseen alta influencia en la gestión de recursos hídricos.
- Con las municipalidades y con CONAF sucede algo particular, dado que la visión propia que tienen difiere de lo que piensa la comunidad, mientras las mismas entidades indican tener un alto interés en la temática hídrica, desde las localidades bajan dicho interés a un nivel medio
- Aquellos con mayor interés, son las juntas de vecinos, organizaciones de la sociedad civil, comité ambiental comunal, servicio país y gremios, que precisamente es la comunidad sin considerar entidades públicas, lo cual se complementa con que todas ellas están al tanto de tener menos influencia sobre la propia gestión, por lo cual se da la paradoja respectiva de que aquellos que poseen mayor influencia, son aquellos con menos interés, mientras que aquellos con mayor interés son quienes tienen menor influencia, generando una brecha respecto a la gobernanza como tal, dado que no se estaría valorando o considerando de igual modo los aportes de todos los actores de la cuenca, teniendo unos mayor peso que otros en la gestión de recursos hídricos.
- Es relevante destacar que la mayoría de las entidades públicas que aparecen con poco interés y poca influencia, son evaluados de dicho modo porque no se ven con participación activa en la cuenca, dicho esto, no se demuestra por parte de la comunidad una claridad total sobre en qué aspecto de la gestión hídrica influye cada entidad con certeza, sino que se opera desde el sentido común.

Existen instituciones que no son mencionadas en el presente mapa, lo cual es producto que las comunidades no poseen información de como aquellas se relacionan con los temas hídricos, o por parte de las entidades públicas, porque no consideradas como necesarias de incluir en la conversación, lo cual se debe tener en consideración, dado que hay instituciones como CONADI o DIFROL, que si tienen presencia en la cuenca, ya sea por comunidades o consideraciones transnacionales, pero no son consideradas en el análisis de la información recopilada en los mapas de actores. Cabe destacar que todas aquellas instituciones no mencionadas, han sido invitadas a todas las instancias que se han realizado, pero no se ha tenido respuesta de estas hasta el momento de levantado el presente informe, por lo cual se debe ahondar en aquello en los procesos venideros.

2.6.3. Género y participación ciudadana en la gestión de los recursos hídricos

Las actividades de participación ciudadana toman en cuenta recomendaciones para incorporar la perspectiva de género y el principio de inclusividad en los procesos participativos realizados en el marco del Plan Estratégico. Para esto, se deben reconocer las desigualdades de género y visibilizar las brechas e inequidades, lo cual implica la incorporación de una perspectiva crítica de género en la elaboración de políticas públicas, ello no solo significa “agregar” mujeres, sino que hacer visibles las diferencias de valor en la asignación de roles de género y en las relaciones de poder entre sexos. De esta forma, se vuelve relevante incorporar criterios de enfoque de género que tienen por objetivo visibilizar problemáticas y establecer cómo afectan diversas situaciones a usuarios y usuarias del proyecto en forma diferenciada e inclusiva.

En la práctica vale la pena establecer criterios que permitan visibilizar la temática de género, tomando en cuenta cómo el problema afecta tanto a hombres y mujeres; si en la tarea de catastro y mapa de actores se garantiza la presencia de grupos diversificados e interesados que convoquen tanto a hombre y mujeres; o si en la gestión de las actividades participativas se toman en cuenta las diferencias entre hombre y mujeres, procurando tomar contacto con todos/as los/as afectados del problema central.

Se toma en consideración la relevancia de incluir un análisis con perspectiva de género en el ciclo de las políticas e instrumentos sobre problemáticas y conflictos medioambientales, en este caso específicamente la temática hídrica. Esto principalmente debido a que es posible comprender las necesidades y brechas de género, así como factores estructurales de las desigualdades y vulnerabilidades respecto a los roles, relaciones y diferencias de género vinculadas a la gestión de recursos hídricos. En este sentido, los procesos de diálogo y toma de decisiones participativas e inclusivas involucran a actores relevantes en relación con un asunto de política pública, siendo clave en este caso promover la participación de grupos sociales de mujeres que otorguen su perspectiva única en el proceso participativo.

De esta manera, se establece que el diálogo participativo e inclusivo entre actores ocurre cuando existen condiciones mínimas como el adecuado acceso previo a la información y apropiación de conocimientos; la representatividad y legitimidad de los actores involucrados y su corresponsabilidad en el desarrollo de las acciones y acuerdos (Vásquez, et al., 2021).

En el presente Plan de Gestión hídrica se propone la aplicación de perspectiva de género en la planificación y ejecución de actividades de participación ciudadana. Una de las primeras estrategias corresponde a la identificación y diferenciación de actores con respecto a su sexo en cada una de las organizaciones sociales y organizaciones usuarios de agua pertenecientes a la cuenca del Río Yelcho. De esta forma, se pretende identificar la participación de tanto mujeres y hombres, enfocándose particularmente en la participación femenina dentro de las directivas de las distintas organizaciones sociales, instancias que han estado tradicionalmente ocupadas y a cargo de figuras masculinas. Así mismo, se tendría registro sobre la participación femenina en cargos públicos correspondientes a las autoridades regionales y municipales de la cuenca, tomando en cuenta su asistencia y participación en las diversas reuniones y actividades del Plan de Gestión Hídrica.

a. Reuniones de Presentación

En las reuniones de presentación que se llevaron a cabo en las distintas localidades de la cuenca del río Yelcho, se realizó el conteo de mujeres y hombres participantes, lo cual se encuentra expresado en la Tabla 2-31 por sector. A partir de esto, es posible evidenciar que la participación masculina supera la participación femenina en la mayoría de las instancias.

Tabla 2-31: Participación según género, Reuniones de Presentación Actores locales

Localidad	Participantes Mujeres	Participantes Hombres
Villa Santa Lucia	2	3
Puerto Ramírez	5	8
El Malito	2	2
Municipalidad de Futaleufú	5	5
Chaitén Viejo	4	9
Central Hidroeléctrica	1	4
The PEW	2	2
Riverkeepers	2	4
SSPP	5	6

Fuente: Elaboración propia.

Como es posible evidenciar, en el caso de las reuniones de presentación, la participación masculina supera la participación femenina en la mayoría de los casos. Ahora bien, observando la temática desde otro enfoque, ya desde la lógica participativa como tal, se debe considerar la presencia femenina desde su participación, donde por ejemplo en Puerto Ramírez llevan la delantera en cuanto a aquello. Así sucede también con la reunión sostenida con *The PEW* y *Riverkeepers*, donde ambas organizaciones son precedidas por mujeres, o como sucede en El Malito con la presidenta del SSR, por lo cual la cantidad en esta ocasión no refleja exactamente como proceden las cosas en la práctica, con mujeres empoderadas en sus respectivos roles y participando activamente de las instancias de presentación, mostrando su preocupación por la temática hídrica. En general, observando este análisis preliminar que surge de las reuniones de presentación, se aprecia que la asistencia femenina es menor, pero no así su aporte a través de la participación misma en las reuniones.

b. Taller de Diagnóstico

De acuerdo con la participación en los talleres de diagnóstico, considerando el enfoque de género, se presentan los datos de participación en la Tabla 2-32. Solo dando cuenta de los datos que aparecen en esta tabla, se observa que en su totalidad participan más actores femeninos que masculinos, aunque con una variación menor, dado que, del total de 55 participantes entre las 3 reuniones, 29 son de género femenino, con un 52,7% de representatividad.

Tabla 2-32: Participación según género, talleres de Diagnóstico Actores locales

Localidad	Participantes Mujeres	Participantes Hombres
Villa Santa Lucía	9	8
Futaleufú	7	9
Puerto Ramírez	13	9

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, es menester recalcar que las invitaciones realizadas carecen de diferenciación por género, dado que es una convocatoria abierta, donde si bien se realiza las invitaciones a los dirigentes o representantes de las diversas organizaciones civiles, juntas de vecinos, servicios públicos, gremio, privados y municipalidades, se recalca a la hora de entregar el tarjetón de invitación, que la misma es extensible y abierta a la localidad en general, por lo tanto, sin generar sesgos previos a la hora de invitar a la comunidad de la cuenca.

Si se requiere mayor detalle, se puede abordar lo que sucede con los actores invitados y sus respectivos cargos o roles que cumplen dentro de sus entidades, donde una diferenciación por género tampoco es apreciada, dado que, revisando el listado de participantes, se observa público femenino y masculino en diversos cargos de relevancia, como presidentas y presidentes de sus juntas de vecinos, representantes de ambos géneros a nivel municipalidad, con sus respectivos departamentos. Lo mismo sucede con entidades públicas, etc. Por lo cual, considerando los posibles sesgos de género, no se apreciaría desde la presente perspectiva.

Prosiguiendo con el diagnóstico de género, en cuanto refiere a participación en el taller mismo, tampoco se aprecia diferenciación, dado que tanto participantes de la comunidad de género masculino y femenino, participan a la par, valiéndose más de sus conocimientos y experiencias, que desde un rol de género mismo. Así también, no se presentan como tal, temáticas donde se pasen a vulnerar los derechos de género en los respectivos talleres de diagnóstico.

Aún a pesar de lo anterior, se da una temática particular en el taller de la localidad de Puerto Ramírez, que se apreciaría como una brecha de género como tal, pero no proveniente de un sesgo generado por la misma comunidad, o el taller en sí, sino más bien desde las normativas de los servicios públicos, dado que se comenta, en instancia fuera de la realización del taller mismo, la situación de una reunión generada por el SAG sobre proyectos y fondos a postular, pero se da el caso que asisten solo participantes del género femenino y se les indica que no podrían acceder a dichos fondos, dado que los títulos de sus terrenos estarían a nombre de sus maridos, por lo cual no existe flexibilidad en dicha situación. Dado esto, se seguirá ahondando en temáticas similares, para observar en que situaciones de coordinación entre la misma comunidad o con entes públicos, se han generado situaciones similares, donde se aprecie una brecha como tal.

c. Taller de Estrategias

De acuerdo con la participación en los talleres de estrategia, considerando el enfoque de género, se presentan los datos en la Tabla 2-33. De acuerdo con estos datos, en lo que respecta al taller de estrategias, se mantiene lo que ha sucedido en instancias anteriores, donde si bien el público masculino tiende a ser en algunas localizaciones mayor al contingente femenino, por un margen pequeño (a excepción de Villa Santa Lucía) la participación se da de manera pareja y espontánea, por lo cual no se generan sesgos desde el enfoque de género, dado que ambos participan a la par, demostrando el interés y conocimiento necesario para entablar una conversación fluida al respecto.

Tabla 2-33: Participación según género, talleres de Diagnóstico Actores locales

Localidad	Participantes Mujeres	Participantes Hombres
Villa Santa Lucía	2	6
Futaleufú	4	6
Puerto Ramírez	1	4
SSPP	7	8

Fuente: Elaboración propia.

De todos modos, a pesar de la diferenciación de asistencia en cuanto a público masculino y femenino, no se termina de observar una diferenciación de temáticas en donde el género sea el principal involucrado en la conformación de problemáticas locales o levantamiento de acciones, por lo cual es pertinente considerar dicha diferenciación en cantidad de representantes de las comunidades de un género u otro, para un estudio más profundo al respecto.

3. DEMANDA FÍSICA Y LEGAL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA DIFERENTES USOS

En el presente capítulo se estima la demanda de agua requerida por los diferentes sectores productivos y otros usos del recurso en la cuenca del río Yelcho, tanto en su condición actual (año 2020) como su proyección futura (años 2030 y 2050). La determinación de las demandas efectivas se complementa con un análisis de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas según uso, registrados en el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA y un análisis del mercado de derechos de agua asociado a la cuenca del río Yelcho. Adicionalmente, cabe señalar que la información y datos que en este capítulo se señalan son considerados como referencia para las demandas que ingresan a la modelación de los procesos correspondientes, con el fin de calibrar el modelo. Se presenta el resumen de demandas que resulta de la calibración de dicho modelo en Anexo H (sección 4.2.1).

3.1. USO HUMANO

La demanda para uso humano considera la demanda requerida en agua potable urbana y rural, cuya metodología de estimación se puede revisar en detalle en Anexo F. A continuación, se presentan los resultados, partiendo con la identificación de la población urbana y rural, actual y futura que habita en la cuenca. Luego se presenta la estimación del agua potable urbana y rural con su requerimiento a nivel de fuente, de acuerdo con la información disponible en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), respectivamente.

3.1.1. Proyección Demográfica

Para la estimación de la población presente en la cuenca, tanto en zonas urbanas como rurales, se considera la información del Censo Poblacional y Vivienda del año 2017 (INE, 2017). El detalle de su estimación se puede revisar en Subanexo J.1, el que se basa en la proyección de la población efectivamente censada al año 2017 a nivel de manzana, según población rural y urbana y que es posteriormente agrupada según la porción de la comuna que se encuentra dentro de la cuenca. Para la proyección se utiliza la tasa de crecimiento anual según comuna y diferenciada según proyección urbana o rural.

La cuenca del río Yelcho cuenta con participación de las comunas de Chaitén, Palena y Futaleufú, con presencia de población rural en todas ellas, mientras que solo la comuna de Futaleufú presenta una localidad urbana. A partir del censo al año 2017 y la tasa anual de crecimiento urbano y rural de la comuna (Subanexo J.1), se obtiene en Tabla 3-1 y Tabla 3-2 la población urbana y rural, respectivamente.

Tabla 3-1: Población Urbana actual y proyectada en la cuenca de río Yelcho.

Comuna	Población Urbana		
	2020	2030	2050
Futaleufú	1.892	1.892	1.892

Fuente: INE (2017)

Tabla 3-2: Población Rural actual y proyectada en la cuenca del río Yelcho.

Comuna	Población Rural		
	2020	2030	2050
Futaleufú	764	759	749
Chaitén	300	310	331
Palena	209	194	167

Fuente: INE (2017)

3.1.2. Agua potable urbana, actual y proyectada

En la cuenca del río Yelcho existe solo una zona urbana, que corresponde a la localidad de Futaleufú, la cual es abastecida por la empresa sanitaria ESSAL. Las otras localidades de la cuenca corresponden a zonas rurales. A continuación, se presenta la demanda APU en dicha localidad a nivel de consumo, además de las pérdidas y la producción. Este último elemento, la producción, corresponde a la demanda hídrica de APU.

Tabla 3-3: Demanda APU actual y proyectada en [mm³/año] y [l/s]

Ítem	Demanda hídrica (mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Nº Clientes	0,82	0,92	1,14	0,03	0,03	0,04
Consumo	106,52	121,51	149,35	3,38	3,85	4,74
Pérdidas	44,51%	44,51%	44,51%	44,51%	44,51%	44,51%
Producción	191,95	218,97	269,12	6,09	6,94	8,53

Fuente: ESSAL

Las pérdidas se obtienen del estudio DGA (2017). El número de clientes, consumo y pérdidas considera a los clientes clasificados como residenciales (736 habitantes al 2020, según coberturas SISS) y otros clientes (92 al año 2020). La producción se refiere a la demanda del recurso a nivel de agua cruda (en fuente). En Subanexo J.7 se puede revisar el detalle de la proyección de la demanda APU en la localidad de Futaleufú.

El funcionamiento de los sistemas de Agua Potable Urbana (APU) dentro de WEAP se representaron por medio de nodos de demanda. Dentro de los límites que comprende la cuenca del Río Yelcho, solo se contabiliza un sistema de agua potable urbana (APU). Este sistema está asociado a la comuna de Futaleufú y pertenece a la sanitaria ESSAL, el cual se modeló como un nodo de demanda independiente. Es importante mencionar que los clientes registrados por la sanitaria ESSAL solo corresponden a una fracción de la población total urbana, es por ello, que la población restante se modeló dentro de WEAP como un nodo de demanda APU con las mismas características aplicadas al nodo de APU correspondiente a la sanitaria ESSAL en Futaleufú. Dentro de cada nodo se debió configurar una serie de factores que representan el funcionamiento de este en términos de nivel de actividad anual, tasa anual de usos del agua (dotaciones), variación semanal de demanda y consumo, cada una de estas consideraciones se detalla en el Anexo H.1, inciso 3.1.7.

3.1.3. Agua Potable Rural, actual y proyectada

Para estimar la demanda de agua potable rural, se considera la metodología descrita en el Anexo F; mientras que el detalle de los cálculos se presenta en el Subanexo J.7.1. Teniendo esto en consideración, de acuerdo con la información oficial facilitada por DOH, el único Servicio Sanitario Rural (SSR) de la cuenca del río Yelcho corresponde al APR El Amarillo en la comuna de Chaitén. No obstante, en actividades PAC también se identifica un sistema sanitario rural en construcción, correspondiente al APR El Malito, en la comuna de Palena.

Para el APR El Amarillo se cuenta con información detallada a junio de 2021, facilitada por transparencia (DOH). Específicamente, se cuenta con la estimación de los beneficiarios, el consumo, las pérdidas del sistema y la producción a nivel de fuente, entre otros detalles para el año actual. La proyección de la demanda hídrica del sistema, a los años 2030 y 2050, se realiza a partir de dos consideraciones, a saber:

- La proyección de la población beneficiada, que se obtiene proyectando los beneficiados del año 2020 con la tasa de proyección anual de la población rural en la comuna de Chaitén (detalle de tasa anual según comuna en Subanexo J.1).
- La dotación real de consumo y pérdidas estimadas al 2020, basado en los antecedentes del propio APR EL Amarillo (disponible en antecedentes facilitados por DOH).

Tabla 3-4: Demanda APR EL Amarillo actual y proyectada en [Mm³/año] y [l/s]

Indicador	Demanda hídrica (Mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Población	164	169	175	164	169	175
Consumo	3,20	3,30	3,40	0,10	0,11	0,11
Pérdida	1,30	1,30	1,40	0,04	0,04	0,04
Producción	4,50	4,60	4,80	0,14	0,15	0,15

Fuente: DOH.

Respecto del APR El Malito, no se dispuso de información documentada, sino de una entrevista con la presidenta del APR. Se indica que el APR El Malito contará de entre 45 a 60 arranques, llegando aproximadamente a 50 familias del sector, y entrará en operación el presente año, 2022. Con esta información se estima la demanda hídrica del sistema (Tabla 3-5), considerando como aproximación la misma dotación y pérdidas del sistema El Amarillo. Se parte el 2022 con 45 arranques, llegando con 60 al 2050, con 3 personas en promedio por familia (este supuesto se considera razonable de acuerdo con lo comentado en entrevista y realidad local).

Tabla 3-5: Demanda APR EL Malito, actual y proyectada en [Mm³/año] y [l/s]

Indicador	Demanda hídrica (Mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Población	-	156	180	-	156	180
Consumo	-	3,05	3,52	-	0,10	0,11
Pérdida	-	1.214	1.401	-	1.214	1.401
Producción	-	4,27	4,96	-	0,14	0,16

Fuente: DOH

De acuerdo con la información levantada en las reuniones PAC, se identifica que la población rural no abastecida por un Sistema Sanitario Rural actualmente cuenta con soluciones individuales o comunitarias con captaciones principalmente desde fuentes superficiales como vertientes, esteros y/o ríos, entre otros. Esto se contabiliza como demanda hídrica del sistema en la Tabla 3-6, considerando una producción a nivel de fuente con una dotación de 50 l/hab/día. Esta dotación es cercana a la estimada en la dotación real de APR El Amarillo (53,6 l/hab/día), por lo que se considera prudente su consideración. En el acápite 3.7 se presenta un resumen de las demandas según todos los usos, mientras que en el Subanexo J.5.2 se puede revisar el detalle de la estimación de la demanda hídrica de la población rural.

Tabla 3-6: Demanda Población Rural fuera del SSR existente, actual y proyectada en [Mm³/año] y [l/s]

Comuna	Indicador	Demanda hídrica (Mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050
Futaleufú	Población	764	759	749	764	759	749
	Producción	13,94	13,85	13,67	0,44	0,44	0,43
Palena	Población	209	38	-	209	38	-
	Producción	3,81	0,69	-	0,12	0,02	-
Chaitén	Población	136	141	156	136	141	156
	Producción	2,48	2,57	2,85	0,08	0,08	0,09

Fuente: DOH.

3.1.4. Derechos de agua para uso humano

De acuerdo con el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, en la Tabla 3-7 se identifican los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) de tipo consuntivo, destinados al consumo humano. Cabe señalar que no es posible descartar la utilización de otros DAA utilizados para dichos fines. En Subanexo J.7.8 se presenta el registro completo de DAA asociados a la cuenca, con el resumen según usos.

Tabla 3-7: DAA consuntivos y caudal asociado, destinados al consumo humano.

Tipo y ejercicio del DDA	Bebida/Usos Domésticos/Saneamiento	
	Caudal [l/s]	Nº DAA
Eventual y Continuo	1,00	5,00
Eventual y Discontinuo	46,10	16,00
Permanente y Continuo	360,20	75,00
Permanente y Discontinuo	51,50	3,00
Total Consuntivo	458,70	99,00

Fuente: CPA (2021). Elaboración propia, basado en CPA.

Se debe comentar que hay un número de DDA en los que no se identifica el uso del derecho. Al investigar el propietario(a) se puede identificar que los DDA pertenecen a personas o empresas asociadas a inmobiliaria, a acuicultura y a centros turísticos como *Lodge* y *termas*. Es posible que parte de esos derechos sea utilizado también para la bebida y saneamiento de los servicios básicos de dichas instalaciones. Estos se incluyen en el acápite de "otros usos" más adelante. Adicionalmente se debe mencionar que ESSAL posee un derecho de agua subterráneo (expediente ND-1005-830), con un caudal otorgado de 21 l/s, el que se encuentra en la cuenca del río Yelcho.

3.2. NECESIDADES MÍNIMAS AMBIENTALES

En este acápite se presentan los valores de demanda relativos a las necesidades de carácter ambiental, específicamente las necesidades evapotranspirativas de la cobertura vegetal de la cuenca, así como también la estimación de un posible caudal de protección ambiental y caudal ecológico mínimo en determinados puntos dentro de la cuenca del río Yelcho.

3.2.1. Demanda evapotranspirativa de la cobertura vegetal

En este apartado se abordan, las necesidades evapotranspirativas de las principales coberturas vegetales presentes en las cuencas, a partir del uso de suelo presente. Como se ha mencionado en la caracterización, el uso de suelo en las comunas que son parte de la cuenca del río Yelcho tienen una amplia representación de bosque. De acuerdo con el Catastro de Bosque Nativo y Recursos Vegetacionales de la Región de Los Lagos (CONAF, 2013), se puede inferir que el 67% de la superficie de la cuenca del río Yelcho, corresponde a praderas, matorrales, bosque nativo y plantaciones; el 11% a áreas sin vegetación; y el 21% corresponde a nieves, glaciares, cuerpos de agua y humedales.

Para la determinación del requerimiento evapotranspirativo en la cuenca, se consideran las superficies de praderas, matorrales y bosques. En la Tabla 3-8 se presentan estos usos de suelos, junto al porcentaje de la superficie respecto del área total de la cuenca, siendo la mayor superficie y la más importante correspondiente a los bosques nativos y plantaciones.

Tabla 3-8: Usos del suelo de las cuencas de Yelcho, superficie por uso en hectáreas.

Usos	Superficie [ha]	Porcentaje sobre superficie total de la cuenca [%]
Bosques Nativos y plantaciones	243.725,70	59%
Pastizales	30.430,60	1%
Matorrales	5.013,20	7%
Total	11.982	67%

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 2013.

Los coeficientes de cultivo se consideran preliminarmente según los valores que se presentan en la Tabla 3-9. Luego, a partir de la evapotranspiración potencial promedio de las subcuencas bajo estudio, se estima en 674,37 [mm/año], y la superficie total de bosques, plantaciones, pastizales y matorrales, se obtiene la demanda evapotranspirativa de estas coberturas. El detalle correspondiente se encuentra en el Subanexo J.7.4.

Tabla 3-9: Coeficientes de cultivo preliminares para bosques, pastizales y matorrales de la cuenca de río Yelcho

Usos	Kc	Demanda Evapotranspirativa [hm ³ /año]
Bosques Nativos	0,90	1.479
Pastizales y Matorrales	0,40	96

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Caudal de reserva para protección ambiental

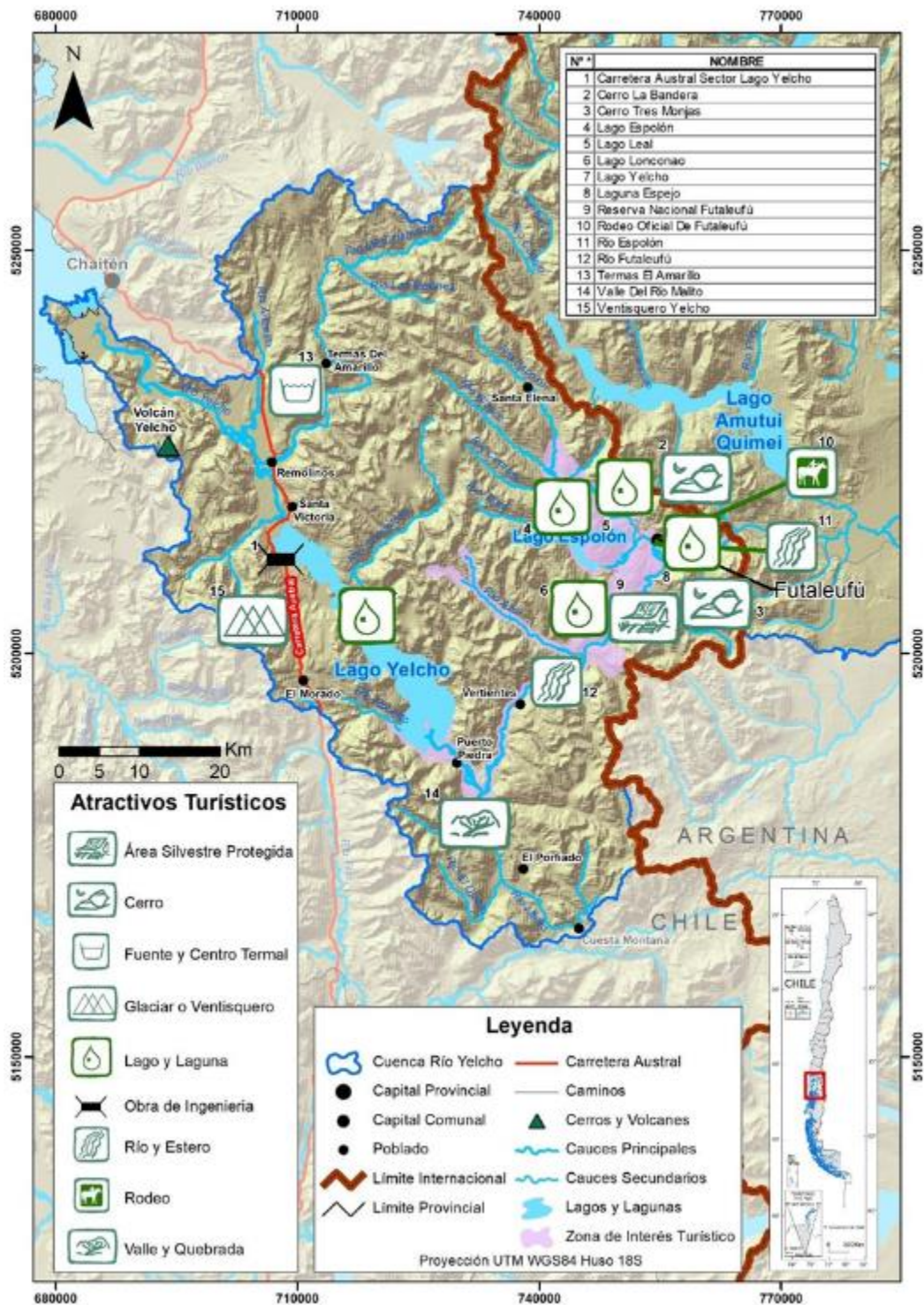
El caudal de reserva para protección ambiental se ha determinado en aquellas estaciones de la red fluviométrica de la DGA de la cuenca, considerando que las tres estaciones son referencia de algún ecosistema de interés. La estación en río Futaleufú en la Frontera se ubica cerca de la Reserva Nacional de Futaleufú; mientras que las otras dos estaciones se consideran relevantes por ser representativas de dos cuerpos lacustres de importancia, como son el Lago Espolón y el Lago Yelcho. Adicionalmente, se debe mencionar que la cuenca del Río Yelcho posee una Zona de Interés Turístico (ZOIT) que también requiere preservar su riqueza paisajística y ambiental. Este corresponde al ZOIT Futaleufú, declarado como tal en abril del 2017 y abarca el territorio conformado por parte de las comunas de Futaleufú y Palena (Figura 3-1).

Como se puede apreciar, existen distintas áreas de relevancia ambiental y turística que requieren preservar y/o mejorar su condición actual. Para ello, se considera la estimación de un posible caudal de protección ambiental, cuya metodología se expone en Anexo F; mientras que el detalle del análisis correspondiente se puede examinar en el Subanexo J.7.3. Los resultados para cada estación se presentan en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10: Caudal de reserva para protección ambiental en [m³/s] en cada estación considerada

Estación	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	55,40	84,90	88,80	66,50	59,20	45,50	49,20	76,30	61,80	63,90	56,90	40,70
Río Futaleufú ante Junta Río Malito	366,70	421,20	521,90	639,90	533,40	441,40	419,10	530,00	530,00	478,90	322,50	255,80
Río Futaleufú en La Frontera	244,50	303,50	368,20	451,40	405,30	394,70	352,90	392,70	407,00	342,30	234,60	219,80

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.



Fuente: Elaboración propia a partir DGA
Figura 3-1: ZOIT Futaleufú

3.2.3. Caudales ecológicos

Con la información fluviométrica disponible de las estaciones antes individualizadas se ha determinado la distribución mensual de caudales ecológicos mínimos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3-11. La metodología asociada a este cálculo se presenta en el Anexo F, y para obtener un mayor detalle del análisis correspondiente se debe revisar el Subanexo J.7.3.

Tabla 3-11: Caudal ecológico mínimo [m³/s] en estaciones fluviométricas de la DGA, cuenca de río Yelcho.

Estación	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	8,80	6,90	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,70	10,00
Río Futaleufú ante Junta Río Malito	89,60	89,60	89,60	89,60	70,40	89,60	89,60	89,60	89,60	89,60	89,60	79,90
Río Futaleufú en La Frontera	62,90	62,90	62,90	62,90	44,50	53,60	62,90	62,90	62,90	62,90	62,90	62,90

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

3.3. DEMANDA AGRÍCOLA Y PECUARIA

A continuación, se presenta la estimación de la demanda hídrica agropecuaria en las cuencas del río Yelcho.

3.3.1. Demanda agrícola

La demanda hídrica agrícola comprende el agua utilizada para riego. La metodología utilizada para estimar la demanda actual y futura del sector agrícola se expone en el Anexo F, sección 3.3.2. La demanda hídrica agrícola comprende el agua utilizada para riego. La información secundaria disponible sobre las superficies de riego en la cuenca corresponde al Censo Agropecuario del año 2007, a partir del cual se registra un total de 53,4 hectáreas en los distritos que pertenecen a la cuenca del río Yelcho, concentradas principalmente en los tres distritos de Futaleufú. No se cuenta con antecedentes bibliográficos más actualizados respecto a la superficie de riego actual (año 2020). La proyección de la información del censo a los años 2020 y 2030 se obtienen del estudio (DGA, 2017), mientras que el año 2050 se proyecta siguiendo la misma tasa de crecimiento que el estudio presenta entre los años 2040 y 2030. En Tabla 3-12 se expone la superficie total por año, lo que sigue siendo muy menor respecto a gran superficie de bosque nativo y renoval de la cuenca.

Tabla 3-12: Superficie regada por subcuenca [ha].

Subcuenca	2020	2030	2050
Río Futaleufú	50,09	60,50	85,95
Río Yelcho	0,62	0,00	0,00

Fuente: años 2020 y 2030 en base a DGA (2017); año 2050 es elaboración propia en base a las proyecciones de DGA (2017).

En la cuenca no existen obras de infraestructura de riego relevantes y operativas vinculadas al riego que pudieran justificar una estimación de requerimiento de agua en el ámbito de producción agrícola. En consecuencia, esta demanda (actual al año 2020) es considerada de muy menor magnitud en el conjunto de las demandas de agua de las cuencas. A pesar de ello, se considera su estimación en la Tabla 3-13. El detalle de información base y cálculos correspondientes se encuentra en el Subanexo J.7.5. Adicionalmente se ha estimado la demanda evapotranspirativa de recursos vegetacionales en la sección de necesidades mínimas ambientales, que se presenta en sección 3.2.1.

Tabla 3-13: Demanda agrícola en [Mm³/año] y [l/s].

Sector pecuario	Demanda hídrica [Mm ³ /año]			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Río Futaleufú	108,25	80,89	41,46	3,43	2,56	1,31
Río Yelcho	16,05	6,05	1,72	0,51	0,19	0,05
Total	124,30	86,93	43,18	3,94	2,76	1,37

Fuente: Elaboración propia. Nota: Subcuenca de Futaleufú se compone de las estimaciones para distritos de Futaleufú y Palena; subcuenca de río Yelcho considera los dos distritos de Chaitén.

3.3.2. Demanda pecuaria

La metodología para estimar la demanda actual y futura del sector pecuario se expone en Anexo F, sección 3.3.2, la que se basa en el estudio DGA (2017). De acuerdo con los Censos Agropecuarios de los años 1997 y 2007, se estimó la demanda actual y futura asociada al sector pecuario. A continuación, en las Tabla 3-14 y Tabla 3-15 se presentan la proyección de cabezas de ganado por subcuenca. La ausencia de un censo agropecuario más actualizado aumenta la incertidumbre sobre las cifras estimadas. En la Tabla 3-16 y Tabla 3-17 se presentan el resumen de la demanda hídrica por tipo de ganado, y según subcuenca. Según los resultados obtenidos, la mayor presión por demanda hídrica de este rubro corresponde a la proyección del sector ovino, y, en segundo lugar, bovino. Para más detalle de información base y cálculos se encuentra en el Subanexo J.7.6.

Tabla 3-14: Número de cabezas de ganado, estimación actual y proyección futura, por subcuenca río Futaleufú

Sector pecuario	N° de cabezas de ganado		
	2020	2030	2050
Bovino	5.856	4.256	1.868
Ovino	5.830	3.900	1.618
Caprino	0	0	-
Avícola	8.137	9.046	11.094
Porcino	400	393	377
Equino	524	441	342
Camélidos	9	13	22
Otros	84	119	201
Total	20.841	18.168	15.522

Fuente: Elaboración propia, basado en Censo 1997 y 2007, y en metodología DGA (2017).

Tabla 3-15: Número de cabezas de ganado, estimación actual y proyección futura, por subcuenca río Yelcho.

Sector pecuario	N° de cabezas de ganado		
	2020	2030	2050
Bovino	910	278	3
Ovino	664	431	164
Caprino	0	0	0
Avícola	990	1.029	1.121
Porcino	119	106	114
Equino	23	3	2
Camélidos	0	0	0
Otros	1	2	3
Total	2.707	1.849	1.406

Fuente: Elaboración propia, basado en Censo 1997 y 2007, y en metodología DGA (2017).

Tabla 3-16: Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca río Futaleufú [Mm³/s] y [l/s].

Sector pecuario	Demanda hídrica (Mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Bovino	85,38	62,06	27,23	2,71	1,97	0,86
Ovino	8,54	5,71	2,37	0,27	0,18	0,08
Caprino	0,00	0,00	0,00	-	-	-
Avícola	1,03	1,14	1,38	0,03	0,04	0,04
Porcino	4,39	4,30	4,13	0,14	0,14	0,13
Equino	8,60	7,25	5,62	0,27	0,23	0,18
Camélidos	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
Otros	0,29	0,42	0,70	0,01	0,01	0,02
Total	108,25	80,89	41,46	3,43	2,56	1,31

Fuente: Elaboración propia, basado en Censo 1997 y 2007, y en metodología DGA (2017).

Tabla 3-17: Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca río Yelcho en [Mm³/s] y [l/s].

Sector pecuario	Demanda hídrica (Mm ³ /año)			Demanda hídrica (l/s)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Bovino	13,26	4,06	0,04	0,42	0,13	0,00
Ovino	0,97	0,63	0,24	0,03	0,02	0,01
Caprino	-	-	0,00	-	-	-
Avícola	0,13	0,13	0,15	0,00	0,00	0,00
Porcino	1,31	1,16	1,24	0,04	0,04	0,04
Equino	0,38	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00
Camélidos	-	-	0,00	-	-	-
Otros	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Total	16,05	6,05	1,72	0,51	0,19	0,05

Fuente: Elaboración propia, basado en Censo 1997 y 2007, y en metodología DGA (2017).

3.3.3. Derechos de agua para uso agropecuario

De acuerdo con el Catastro Público de Aguas (CPA) de la Dirección General de Aguas, se identificaron los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) destinados a riego. Cabe señalar que no es posible descartar la utilización de otros DAA utilizados para fines pecuarios y/o agrícola, debido a que pueden no estar dentro de este registro. Se muestra el detalle en la Tabla 3-18.

Tabla 3-18: DAA consuntivos y caudal asociado, destinados al uso agropecuario

Tipo y ejercicio de DDA	Riego	
	Caudal [l/s]	N° DDA
Eventual y Discontinuo	77,10	9
Permanente y Continuo	79,20	9
Total general	156,30	18

Fuente: Elaboración propia, basado en CPA.

3.4. DEMANDA MINERA

Al revisar la información de SII, a nivel comunal se identifican empresas declaradas del sector minero, cinco en la comuna de Chaitén y diez en la comuna de Palena, las cuales están declaradas bajo la actividad de explotación minera al año 2015. No obstante, no se encontró información específica del tipo de servicio que prestan estas empresas, y la revisión en las páginas oficiales de Minería Abierta y SERNAGEOMIN no presentan actividad minera en la cuenca, por lo cual se asume que no hay demanda de agua de este sector. Esto es consistente con la información del Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, donde no se identifican Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) destinados al uso minero.

3.5. DEMANDA INDUSTRIAL

La demanda hídrica industrial es estimada a partir de volúmenes declarados y que son emitidos a sistemas de alcantarillado o fuentes superficiales. A partir de lo anterior, se consideraron dos fuentes principales de información: una asociada al sistema de facturación y cobertura de agua potable urbana en localidades que son parte del área de concesión de una empresa sanitaria (SIFAC de SISS), y la otra asociada a las unidades fiscalizables del (SMA) a partir de las declaraciones de residuos industriales líquidos en el RECT.

En relación con las unidades fiscalizables (SMA), se debe mencionar que en la base de datos de RETC no se identifican industrias que emitan desechos al sistema de alcantarillado o a fuentes superficiales. Respecto a la demanda industrial en el área de concesión de la empresa sanitaria ESSAL, se logra acceder a información de SIFAC de SISS para el año 2020, donde no se identifica cobertura al sector industrial. Con todo ello, es presumible que no existe demanda industrial en la cuenca del río Yelcho, lo que es consistente con lo que se ha observado en las actividades PAC, donde no se identificaron fábricas o manufactura intensiva en agua. Las localidades basan su economía en comercio, actividad pecuaria, y turismo. Todo lo anterior también es consistente con el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, donde no se identifican Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) destinados al uso industrial.

3.6. OTRAS DEMANDAS

En este acápite se consideran otras demandas hídricas relativas al sector de los recursos energéticos y de generación eléctrica, acuícola y turístico.

3.6.1. Demanda por generación eléctrica

La demanda energética engloba tanto la demanda hídrica asociada a la explotación de hidrocarburos (entendido como combustible), como aquellos consumos ligados a la generación eléctrica. En la cuenca no se identificaron procesos de exploración de hidrocarburos, no obstante, sí existe la explotación de petróleo diésel en la generación eléctrica.

a. Demanda del sector Generación Eléctrica

De acuerdo con lo señalado en la caracterización socioeconómica de la cuenca, se encuentra una (1) central hidroeléctrica de pasada, y una (1) central térmica convencional en base a petróleo diésel, ambas pertenecientes a EDELAYSEN para el subsistema de Palena. En la Tabla 3-19 se presentan la estimación del consumo de agua de la central térmica en base a diésel al año 2020 y su proyección a los años 2030 y 2050. La metodología se expone en Anexo F, y el detalle de información base y cálculos se encuentra en el Subanexo J.7.7.

Tabla 3-19: Consumo de Unidad Futaleufú [Mm³/año] y [l/s].

Empresa	Unidad	2020	2030	2050
EDELAYSEN Unidad Futaleufú	[MWh]	244	280	316
Consumo	[lt/KWh]	0,32	0,32	0,32
Consumo [Mm ³ /año]		0,078	0,090	0,101
Consumo [l/s]		0,002	0,003	0,003

Fuente: Elaboración propia.

Se debe comentar que en el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, se identifica un Derecho de Aprovechamiento de Aguas (DAA) de tipo consuntivo, destinados a la generación hidroeléctrica. Este tiene asociado un caudal anual promedio de 1,2 [l/s]. Cabe señalar que no es posible descartar la utilización de otros DAA utilizados para dichos fines.

3.6.2. Demanda del sector acuícola

A partir de la revisión de la información obtenida del registro SIFAC (2020), facilitado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), así como de la revisión de la declaración de residuos industriales líquidos del RETC (años 2019 y 2020), no se identifican empresas del rubro acuícola en la cuenca del río Yelcho. Por otro lado, se debe destacar que a pesar de no contar con centros de cultivos operando en la cuenca, de acuerdo con el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, en la Tabla 3-20 se identifican los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) de tipo consuntivo, destinados al uso acuícola. Los usos indicados como "acuicultura" están asociados a empresas del rubro, pero en su registro no se identifica el "uso" del DDA (están en blanco). Por su parte, los derechos asociados a piscicultura estaban claramente identificados en la base de datos de CPA. Adicionalmente se debe indicar que no es posible descartar la utilización de otros DAA utilizados para dichos fines.

Tabla 3-20: DAA consuntivos y caudal asociado, acuicultura y piscicultura.

Tipo y ejercicio del DDA	Acuicultura		Piscicultura		Total	
	[l/s]	Nº DAA	[l/s]	Nº DAA	[l/s]	Nº DAA
Eventual y Continuo	39,40	1			39,40	1
Eventual y Discontinuo	261,80	1			261,80	1
Permanente y Continuo			309,00	5	309,00	5
Permanente y Discontinuo	138,20	1			138,20	1
Total Consuntivo	439,40	3	309,00	5	748,40	8

Fuente: Elaboración propia en base a CPA de DGA, año 2022.

3.6.3. Derechos de agua de otros usos

Adicionalmente se examinan los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DDA) consuntivos identificados en el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA, cuyos destinos indican específicamente "otros usos" o que no señala uso. De este último grupo, se ha identificado el rubro de trabajo del propietario y se ha resumido en función de dicha información. No obstante, se debe considerar que no hay claridad del uso final que se le otorga actualmente a dichos derechos. Con esta revisión se identifican 4 DAA consuntivos con un caudal promedio anual asociado de 1,8 l/s cuyo uso señala "otros usos"; así como se aprecian 24 DAA a nombre de la empresa Río Amarillo *Lodge*, con un caudal promedio anual de 115 l/s.

3.7. RESUMEN DE DEMANDAS

A continuación, en la Tabla 3-21 se presenta un resumen de los valores de demandas consuntivas por uso productivo u otro uso para los periodos 2020, 2030 y 2050. Por otra parte, en la Tabla 3-22 se presenta el resumen de los resultados obtenidos respecto de la demanda ambiental, de acuerdo a cada tipo de demanda, dentro de la cuenca del río Yelcho.

Tabla 3-21: Resumen de demandas de uso productivo de la cuenca de río Yelcho en [Mm³/año] y [l/s].

Uso	[Mm ³ /año]			[l/s]		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Agua Potable Urbana	175,79	197,06	247,21	5,57	6,25	7,84
Agua Potable Rural	24,73	26,02	26,23	0,78	0,82	0,83
Agrícola	4,96	4,53	6,45	0,16	0,14	0,20
Pecuario	124,30	86,93	43,18	3,94	2,76	1,37
Energía (Termoeléctrica-diesel)	0,08	0,09	0,10	0,002	0,003	0,003

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-22: Resumen de demandas ambientales en cuenca de río Yelcho.

Tipo de demanda	[m ³ /s]
De reserva para protección ambiental	860,50
Caudal ecológico	158,10
Requerimiento evapotranspirativo	45

Fuente: Elaboración propia.

3.8. ANÁLISIS DE MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

El análisis del mercado del agua se presenta en Capítulo 5.8.

4. OFERTA HÍDRICA

4.1. AGUA SUPERFICIAL

Se incluye la caracterización de las fuentes superficiales, la oferta superficial, la calidad actual de las aguas y sus fuentes de contaminación, así como los DAA concedidos.

4.1.1. Fuentes superficiales

En este acápite se presenta la identificación de fuentes superficiales, la división administrativa de las aguas superficiales y las restricciones de uso asociadas.

a. Identificación de fuentes

El río Yelcho desemboca en el mar al sur de la localidad de Chaitén y nace en la desembocadura del Lago Yelcho. Tiene una extensión de 206 km que corren desde el suroriente al norponiente. Su principal aporte corresponde al Río Michimahuida que viene desde el norte. El régimen del río Yelcho es pluvio-nival, debido a la estación lluviosa que en las partes bajas aporta con precipitaciones mientras que en las partes altas se acumula nieve.

Por otro lado, el principal aporte del lago Yelcho es el río Futaleufú, el cual tiene su origen en la represa Futaleufú ubicada en Argentina, la cual se alimenta de una serie de cauces y lagos con un sentido de escurrimiento de norte a sur. Los principales afluentes del río Futaleufú se encuentran en Chile, desde el norte el Río Espolón y desde el sur río Malito. El drenaje principal de la cuenca del río Yelcho se presenta en el acápite 2.1.7, mientras que en la Tabla 4-1 se muestran los valores de caudal para dos estaciones del río Yelcho.

Tabla 4-1: Regímenes y caudales promedio histórico en la cuenca del río Yelcho

Cód. BNA	Estación Fluviométrica	Qmedio anual (m ³ /s)	Qmedio MAM (m ³ /s)	Qmedio JJA (m ³ /s)	Qmedio SON (m ³ /s)	Qmedio DEF (m ³ /s)	Régimen
10702002-0	Río Futaleufú en la frontera	321,20	252,00	386,90	338,60	307,20	Pluvio-nival
10704002-1	Río Futaleufú ante junta río Malito	430,50	328,90	511,00	468,50	413,60	Pluvio-nival

Nota: DEF diciembre-enero-febrero, MAM marzo-abril-mayo, JJA junio-julio-agosto, SON septiembre-octubre-noviembre.

Fuente: Elaboración propia en base a CR2 (2020)

b. División administrativa

De acuerdo a la clasificación de las cuencas hidrográficas BNA (Banco Nacional de Aguas), la cuenca del Río Yelcho corresponde a la cuenca BNA N° 107 "Río Yelcho". La cuenca se divide en dos subcuencas y a su vez se dividen en 9 subsubcuencas en total, las cuales se presentan en la Tabla 4-2. Esta clasificación no considera la superficie de esta cuenca que se encuentra en el lado argentino.

Tabla 4-2: Clasificación de las cuencas hidrográficas BNA

Código Subcuenca	Nombre Subcuenca	Código Subsubcuenca	Nombre Subsubcuenca	Superficie (km ²)
1070	Rio Futaleufú	10700	Rio Blanco y Rio Espolón Hasta Desembocadura Lago Espolón	301
		10701	Lago Espolón y Rio Espolón en junta Rio Futaleufú	301
		10702	Rio Futaleufú entre frontera y Rio Azulado	340
		10703	Rio Futaleufú arriba Rio Azulado y Rio Azul	412
		10704	Rio Futaleufú entre arriba Rio Azul y Lago Yelcho	568
1071	Rio Yelcho	10710	Lago Yelcho	845
		10711	Rio Yelcho Entre Desagüe Lago Yelcho y Rio Amarillo	498
		10712	Rio Amarillo	611
		10713	Rio Yelcho entre Rio Amarillo y desembocadura	209

Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA. (2021)

Con respecto a la clasificación de cuencas hidrográficas DARH (Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la DGA), la cuenca del río Yelcho corresponde a la cuenca N° 1008 "Río Yelcho". La cuenca se divide en dos subcuencas y a su vez se dividen en 10 subsubcuencas en total, las cuales se presentan en la Tabla 4-3. Esta clasificación considera la superficie de esta cuenca que se encuentra en el lado argentino. Se debe considerar que, de acuerdo a la base de datos Mapoteca DGA (2021), hay una subsubcuenca sin código y sin nombre.

Tabla 4-3: Clasificación de cuencas hidrográficas DARH

Código Subcuenca	Nombre Subcuenca	Código Subsubcuenca	Nombre Subsubcuenca	Superficie (km ²)
100800	Río Yelcho	sin código	sin nombre	529
		10080000	Río Michimahuida	631
		10080001	Río Amarillo	197
100801	Lago Futaleufú	10080100	sin nombre	301
		10080100	sin nombre	200
		10080100	sin nombre	350
		10080100	sin nombre	493
		10080100	sin nombre	846
		10080100	sin nombre	7.292
		10080100	Lago Yelcho y Río Futaleufú	565

Fuente: Elaboración propia basado en Mapoteca DGA. (2021).

c. Restricciones de uso de fuentes superficiales

Con el objeto de tener conocimiento de los problemas de escasez que existen en la cuenca se presentan las restricciones al uso del agua en sus diferentes figuras de protección de aguas superficiales. En el Subanexo J.9 se recopilan los antecedentes relativos a las restricciones de uso en la cuenca.

i Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

No se ha declarado agotamiento de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho.

ii Zonas de conservación

Las áreas que han sido colocadas bajo protección oficial y sitios prioritarios en la cuenca del río Yelcho se han identificado y recopilado en el acápite 2.3.1.d del presente documento. A continuación, se presentan las áreas con algún grado de protección que fueron identificadas en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), que son las siguientes:

- Parques Nacionales Pumalín Douglas Tompkins (WDPA-184 2018) y Corcovado (WDPA-048 2005)
- Reserva Nacional Futaleufú (WDPA-099 1998)
- Bien Nacional Protegido Ventisquero (BNP-025 2005)

De acuerdo a información recabada en las actividades PAC, se recogió una opinión de una de las organizaciones locales, que indicaron que se habló de buscar declarar humedal urbano para la Laguna Espejo y ver derecho real de conservación para la zona, para lo cual se estuvo recabando información del catastro de derechos de aguas.

iii Decretos de reserva

En base a la información oficial de la DGA, no existen decretos de reserva en la cuenca del río Yelcho, según se indica en Subanexo J.9. Cabe señalar que, en las actividades de PAC, se mencionó que hay una iniciativa por parte de una organización local para presentar, dependiendo si hay disponibilidad de derechos de aprovechamiento, una solicitud de decreto de reserva en el río Futaleufú. Cabe señalar que mediante decreto N° 62 de fecha 08 de marzo del 2018, se denegó en parte solicitud de constitución de derecho de aprovechamiento no consuntivo de aguas superficiales y corrientes que indica y establece reserva de caudal en el río Yelcho, antecedentes que se han incluido en Subanexo J.9.

iv Decretos de escasez

No se han dictado decretos de escasez en la cuenca del río Yelcho, según consta en archivo Excel de decretos de escasez históricos a nivel nacional y en shp que contiene esta información, incluidos en Subanexo J.9.

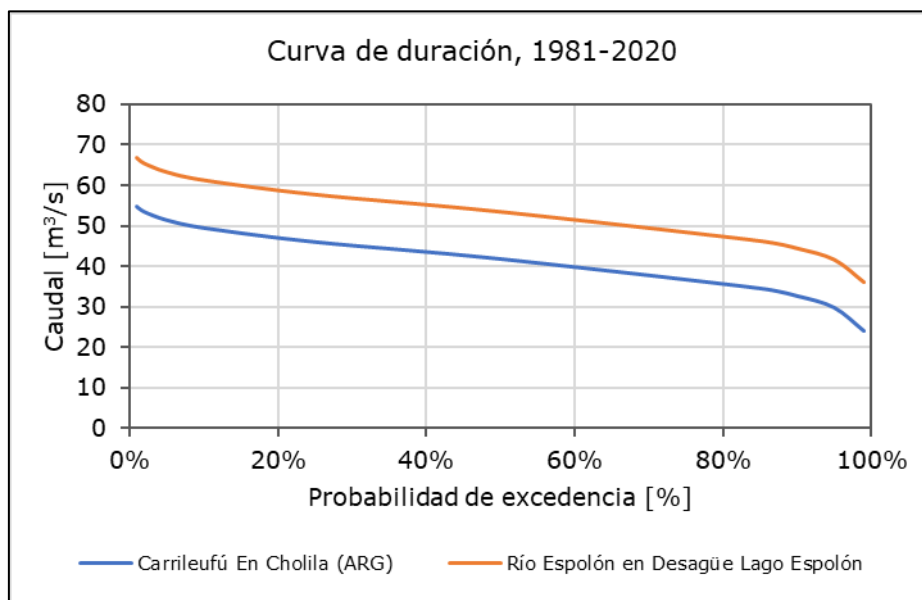
4.1.2. Oferta en la Fuente

La oferta en la fuente corresponde a los caudales simulados mediante la modelación hidrológica en escenario de referencia, en el período 1981 a 2020. En la Tabla 4-4 se presentan los resultados de la modelación, a través de los caudales medios anuales para diferentes periodos de excedencia en cinco (4) estaciones fluviométricas de control, donde 3 son pertenecientes a la red hidrométrica de la DGA y una cuarta perteneciente a la red de Argentina. Además, en la Figura 4-1 se presentan las curvas de duración para la oferta en la fuente, específicamente en los puntos de control fluviométricos. En Anexo H.1 se puede revisar mayor detalle de la calibración del modelo, supuestos y resultados.

Tabla 4-4: Oferta en [m³/s] a nivel de fuente, para diferentes probabilidades de excedencia, periodo 1981 a 2020.

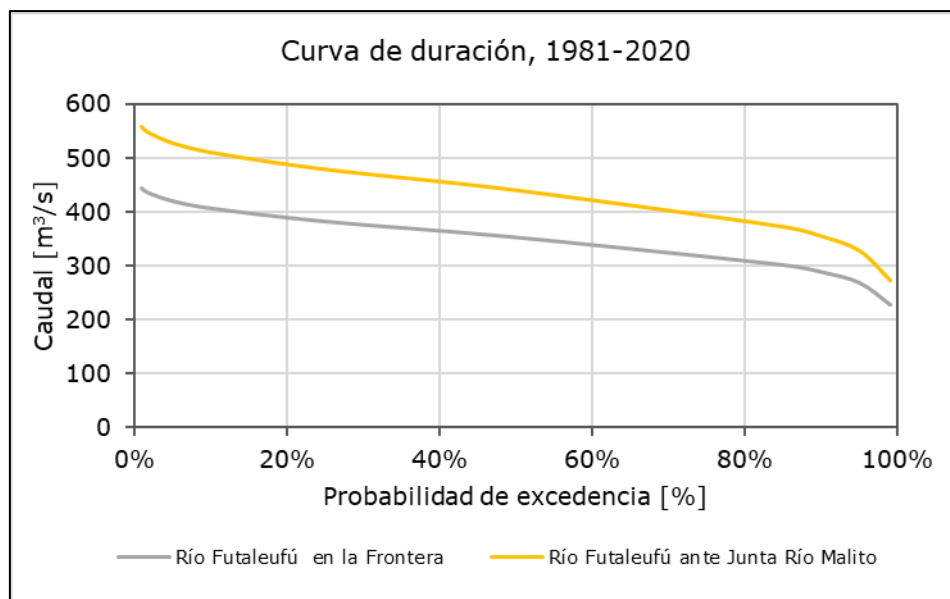
Estación Fluviométrica	Caudal [m³/s] para distintas probabilidades de excedencia.								
	1%	2%	5%	10%	25%	50%	85%	90%	95%
Carrileufú En Cholila (ARG)	54,68	53,39	51,34	49,40	45,93	41,71	34,43	32,56	29,68
Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	66,67	65,31	63,17	61,18	57,65	53,42	46,26	44,44	41,66
Río Futaleufú en la Frontera	443,74	434,69	420,35	406,84	382,59	353,11	302,28	289,23	269,12
Río Futaleufú ante Junta Río Malito	557,77	546,31	528,04	510,69	479,25	440,62	373,10	355,61	328,56

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-1: Curva de duración de la oferta en la fuente actual (1981-2020) en estaciones Carrileufú en Chilola y Río Espolón en Desagüe Lago Espolón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-2: Curva de duración de la oferta en la fuente actual (1981-2020) en estaciones Río Futaleufú en la Frontera y Río Futaleufú ante Junta río Malito.

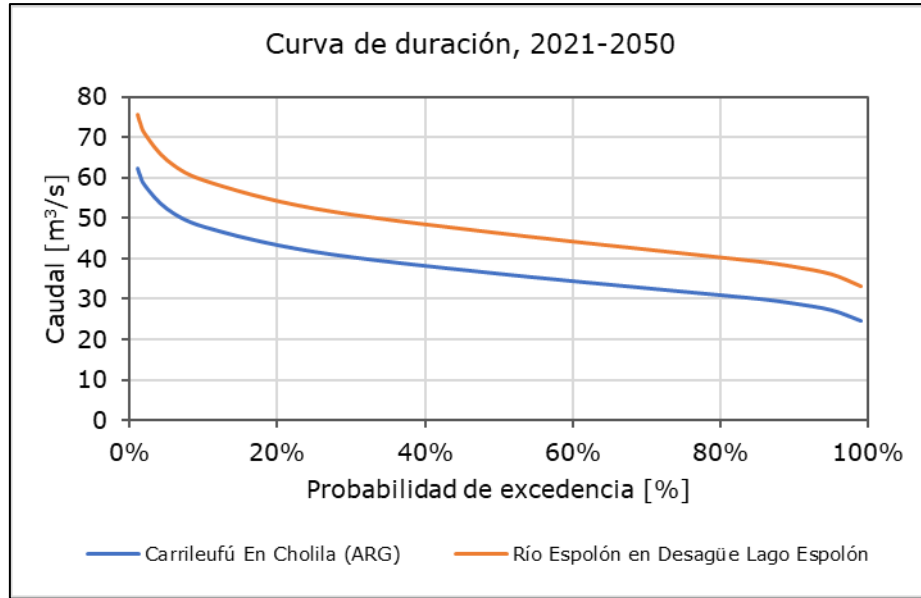
4.1.3. Oferta en la fuente proyectada

La modelación superficial, permite simular la oferta proyectada para el periodo 2021 al 2050. Dichos resultados se pueden observar en la Tabla 4-5, a través de los caudales medios anuales para diferentes periodos de excedencia en las cuatro (4) estaciones fluviométricas de control, una argentina y tres pertenecientes a la red hidrométrica de la DGA. En las Figura 4-3 y Figura 4-4 se presentan las curvas de duración del período proyectado en las distintas estaciones fluviométricas de control. En Anexo H.1 se puede revisar mayor detalle de la calibración del modelo, supuestos y resultados.

Tabla 4-5: Oferta en [m³/s] a nivel de fuente, para diferentes probabilidades de excedencia, periodo 2021 a 2050

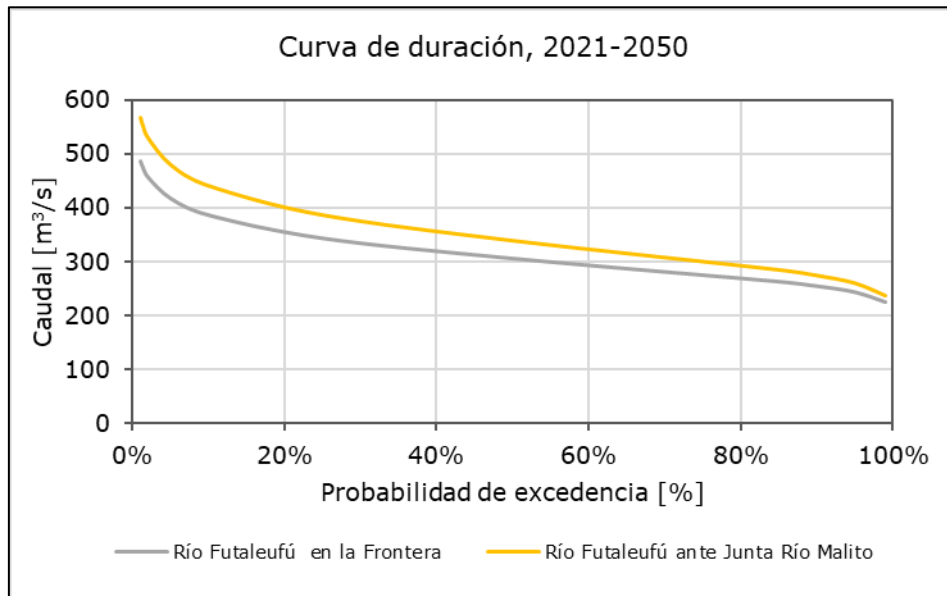
Estación Fluviométrica	Caudal [m³/s] para distintas probabilidades de excedencia.								
	1%	2%	5%	10%	25%	50%	85%	90%	95%
Carrileufú en Cholila (ARG)	62,46	70,80	64,32	59,32	52,34	46,23	39,23	37,88	36,05
Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	75,65	456,82	417,13	386,46	343,67	306,21	263,32	255,07	243,85
Río Futaleufú en la Frontera	486,56	530,43	479,98	441,00	386,61	338,99	284,47	273,98	259,72
Río Futaleufú ante Junta Río Malito	568,24	20,33	19,37	18,51	17,07	15,47	13,07	12,52	11,72

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-3: Curva de duración de la oferta en la fuente proyectada (2021-2050) en estaciones Carrileufú en Chilola y Río Espolón en Desagüe Lago Espolón

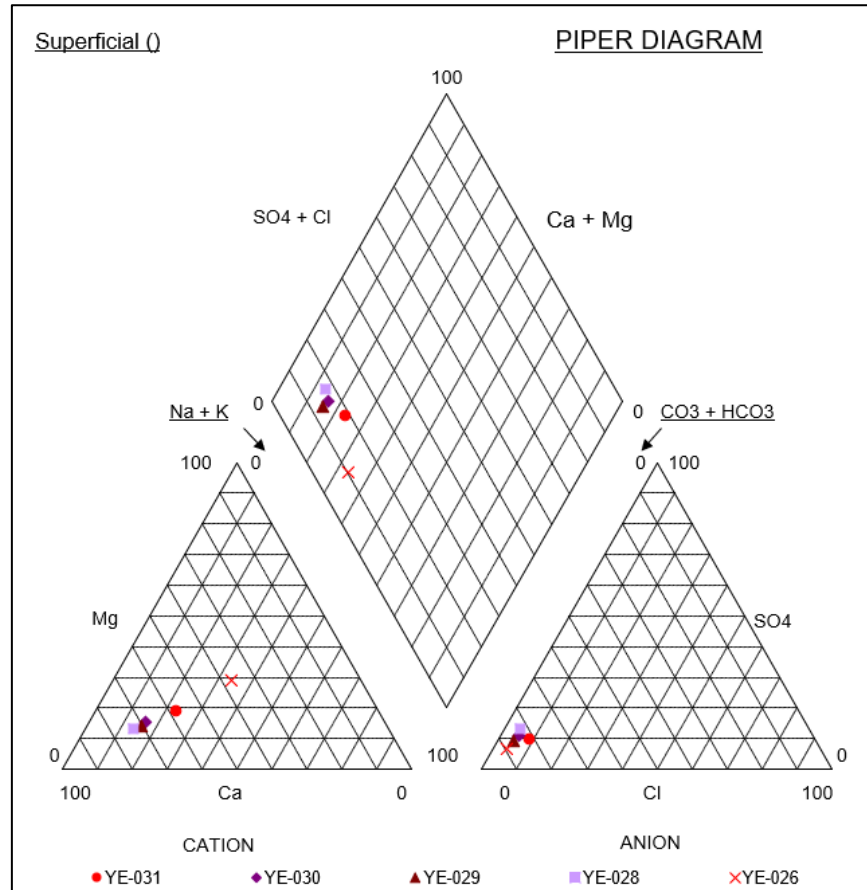


Fuente: Elaboración propia

Figura 4-4: Curva de duración de la oferta en la fuente proyectada (2021-2050) en estaciones Río Futaleufú en la Frontera y Río Futaleufú ante Junta río Malito.

4.1.4. Calidad actual

Durante las labores de terreno, en la actividad de hidroquímica, se recolectaron cinco muestras de aguas superficiales, que corresponden a las muestras YE- 26, YE-28, YE-29, YE-29 y YE-30, cuya representación espacial se muestra en Anexo F. De acuerdo a los resultados obtenidos, se elaboró el diagrama de Piper para estas muestras, el cual se muestra a continuación en la Figura 4-5. Las muestras de aguas superficiales se disponen en la parte izquierda del rombo principal, definidas como aguas "Bicarbonatadas Magnésicas", las cuales también provendrían de suelos más alcalinos que las aguas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-5: Diagrama de Piper Superficial

a. Calidad de agua histórica en estaciones de la DGA

La Tabla 4-6 muestra la serie de tiempo en que se encontraron datos de calidad de agua para cada estación de calidad de agua superficial de la DGA en la cuenca del río Yelcho, mientras que la Tabla 4-7 y Tabla 4-8 muestran los parámetros de calidad de agua que presentaron datos comparables con normas chilenas NCh 409/2005 para agua potable y NCh 1333/78 para todo uso. Las tablas que tienen todos los parámetros que la DGA analiza, así como el método analítico utilizado se encuentran en el Subanexo J.10.1.

Tabla 4-6: Tabla estaciones DGA Cuenca del río Yelcho

Nombre de la estación	Código BNA	Coordenadas N	Coordenada E	Serie de tiempo
Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (CA)	10711001-1	5.215.222	707.004	12-04-2000 - 19-06-2020
Río Futaleufú en la frontera	10702002-0	5.215.657	275.892	08-04-2001 - 19-06-2020

Fuente: DGA

Tabla 4-7: Cumplimiento normativo por parámetro estación Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (CA)

Parámetro	Cumplimiento NCh 409	Cumplimiento NCh 1333	Observaciones
Aluminio total	N.A.	Si	
Arsénico total	Si	Si	
Cadmio total	si	Si	Sin embargo, los valores se encuentran en el límite establecido por la norma.
Cloruro	Si	Si	
Cobalto Total	N.A.	Si	
Cobre total	Si	Si	
Conductividad Específica	N.A.	Si	< 750 μ S/cm, Agua con la que generalmente no se observan efectos perjudiciales
Cromo total	No	Si	
Hierro Total	No	No	
Manganeso Total	Si	Si	
Magnesio total	Si	N.A.	
Mercurio total	No	No	
Níquel total	N.A.	Si	
Oxígeno Disuelto	N.A.	No	No cumplió en 1 medición
pH	No	No	
Plata total	N.A.	Si	
Plomo total	No	Si	
Selenio total	Si	Si	
Sulfato	Si	Si	
Zinc Total	Si	Si	

S.I. = Sin información; N.A. = No aplica;

Fuente: Elaboración propia a partir NCh 409 y NCh 1333

Tabla 4-8: Cumplimiento normativo por parámetro estación río Futaleufú en la frontera

Parámetro	Cumplimiento NCh 409	Cumplimiento NCh 1333	Observaciones
Aluminio total	N.A.	Si	
Arsénico total	Si	Si	
Boro	N.A.	No	
Cadmio total	Si	Si	Sin embargo, los valores se encuentran en el límite establecido por la norma.
Cloruro	Si	Si	
Cobalto Total	N.A.	Si	
Cobre total	Si	Si	
Conductividad Específica	N.A.	Si	< 750 μ S/cm, Agua con la que generalmente no se observan efectos perjudiciales
Cromo total	Si	Si	
Hierro total	No	No	
Manganeso Total	No	No	No cumple en solo 1 medición
Magnesio total	Si	N.A.	
Mercurio total	No	No	
Molibdeno total	N.A.	No	
Níquel total	N.A.	Si	
Oxígeno Disuelto	N.A.	Si	
pH	No	No	
Plata total	N.A.	Si	
Plomo total	No	Si	
Selenio total	Si	Si	
Sulfato	Si	Si	
Zinc Total	Si	Si	

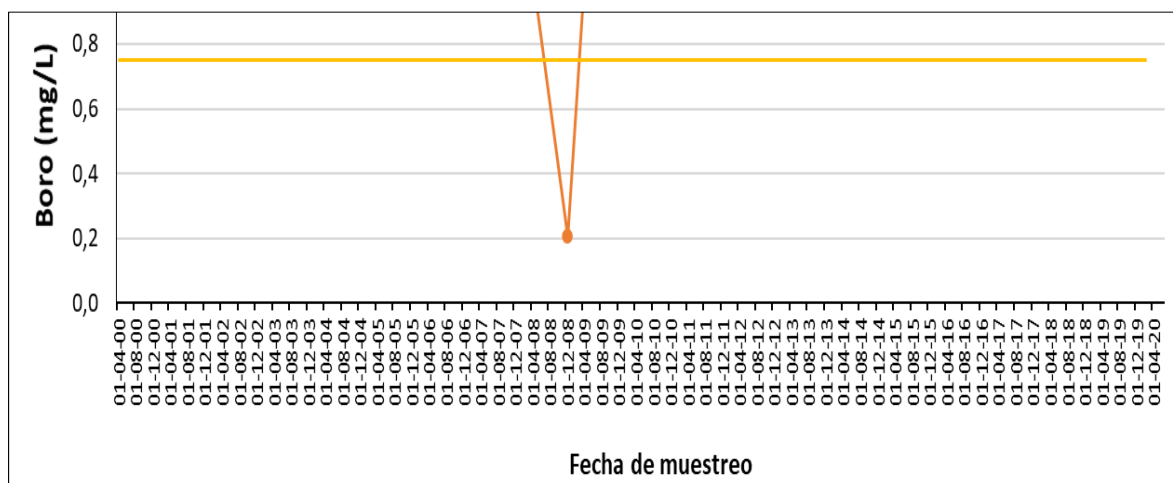
S.I. = Sin información

N.A. = No aplica

Fuente: Elaboración propia a partir NCh 409 y NCh 1333

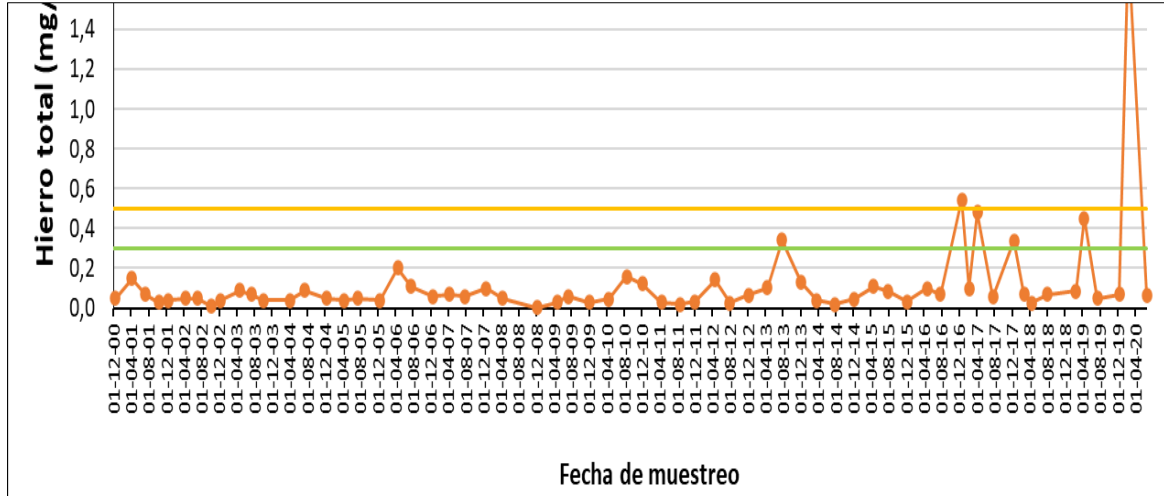
Los gráficos con las series de tiempo para cada parámetro y estación de la Dirección General de Aguas se encuentran disponibles en el Subanexo J.10, mientras que en esta sección del informe se presentan gráficos de algunos de los parámetros que, en algún instante de los periodos de registro, sobrepasaron las normas de calidad de agua, por lo cual se consideraron que son importantes por mencionar.

Como se puede apreciar en la Figura 4-6 y Figura 4-11, el boro ha sobrepasado históricamente la NCh 1333/78 en ambas estaciones, en cambio el hierro total sobrepasó ocasionalmente lo establecido en las normas NCh 409/05 y NCh 1333/78 (Figura 4-7 y Figura 4-12). El mercurio total sobrepasó las normas en octubre de 2001 y luego, desde diciembre de 2013 hasta julio de 2016, en la estación Río Yelcho en desagüe río Yelcho (Figura 4-8), con un comportamiento muy similar en la estación Río Futaleufú en la frontera (Figura 4-13). El pH presentó fluctuaciones en el tiempo, y aunque en la mayor parte de este se encontró dentro de los rangos establecidos por las normas de calidad de agua, en algunas mediciones estuvo bajo o sobre los límites (Figura 4-9 y Figura 4-15). El plomo total se comportó de forma similar en ambas estaciones, con un periodo de tiempo al inicio de las mediciones donde estuvo bajo los límites de la NCh 409/05. Sin embargo, desde julio de 2006 hasta abril de 2012, las mediciones estuvieron justo en el límite máximo permitido, subiendo a partir de esa fecha y hasta julio de 2016 sobrepasando dicha norma, pero retornando a valores bajo de esta a partir de diciembre de 2016 en adelante (Figura 4-10 y Figura 4-16). En el caso del molibdeno total en Río Futaleufú (Figura 4-14) en la frontera, solamente hubo una medición fuera de las normas de calidad de agua. Sin embargo, este dato, por lo elevado, podría ser considerado un *outlier* (Anexo Bases de datos DGA Yelcho). En la estación Río Yelcho en desagüe lago Yelcho se obtuvo un valor de oxígeno disuelto de 2,84 mg/L en la primera medición realizada en abril de 2000 (Anexo Bases de datos DGA Yelcho).



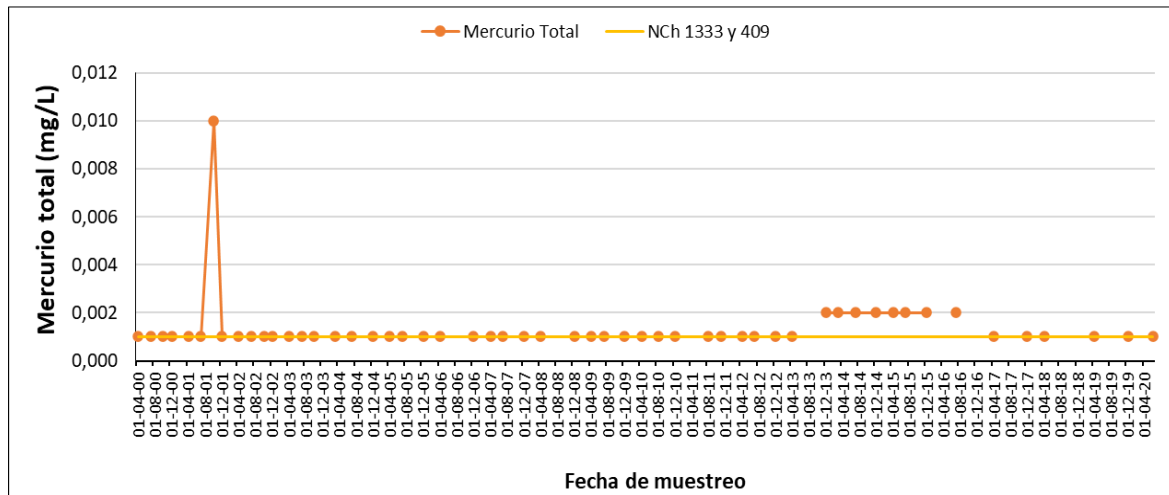
Fuente: DGA

Figura 4-6: Variación temporal del boro- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho



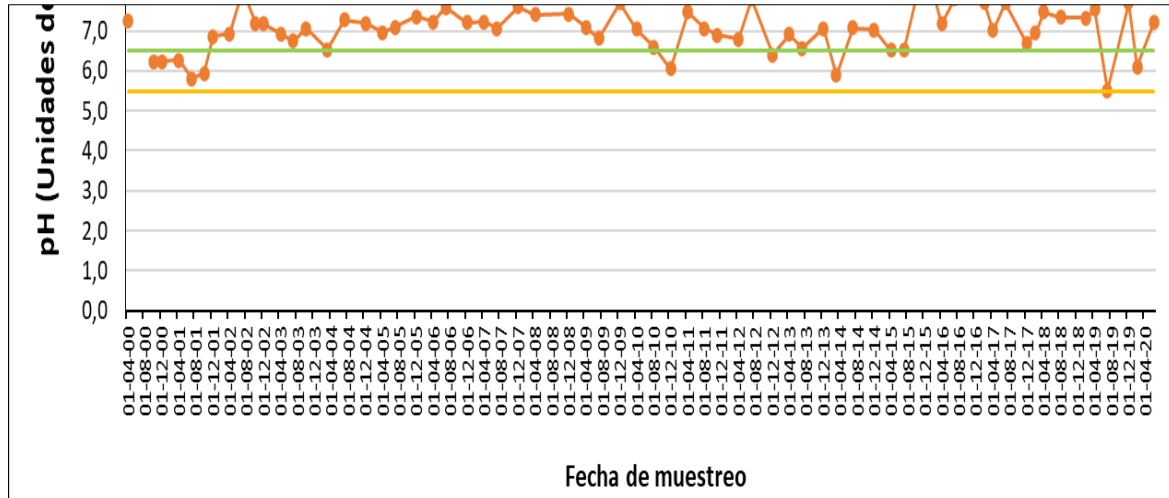
Fuente: DGA

Figura 4-7: Variación temporal del hierro total- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho



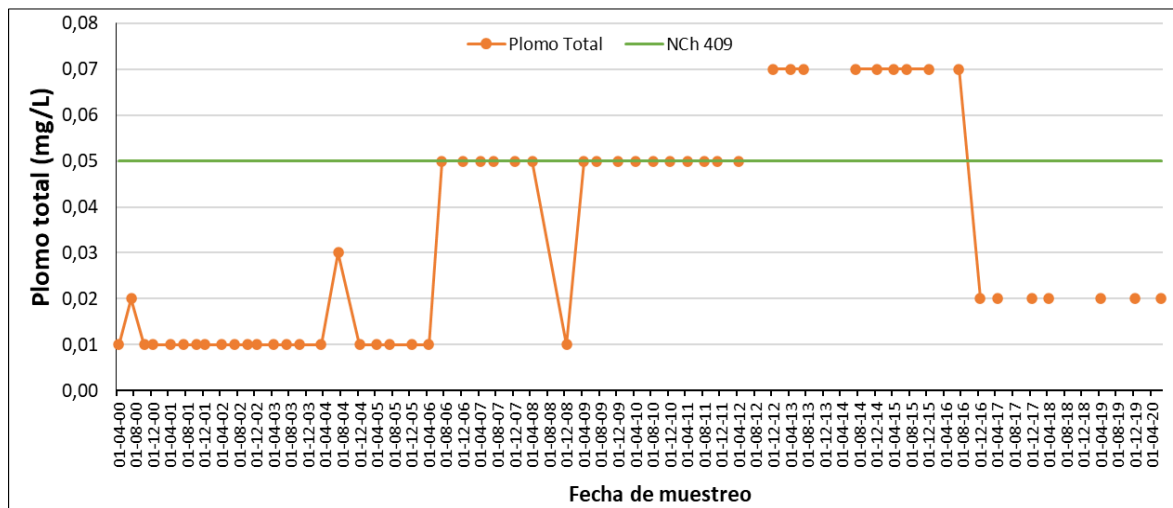
Fuente: DGA

Figura 4-8: Variación temporal del mercurio total- Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho



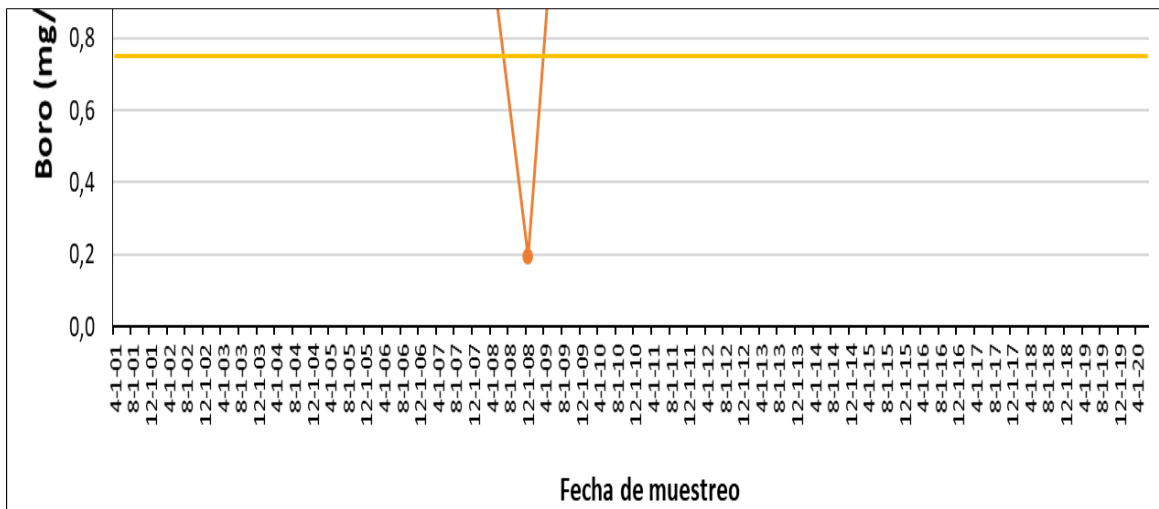
Fuente: DGA

Figura 4-9: Variación temporal del pH - Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho



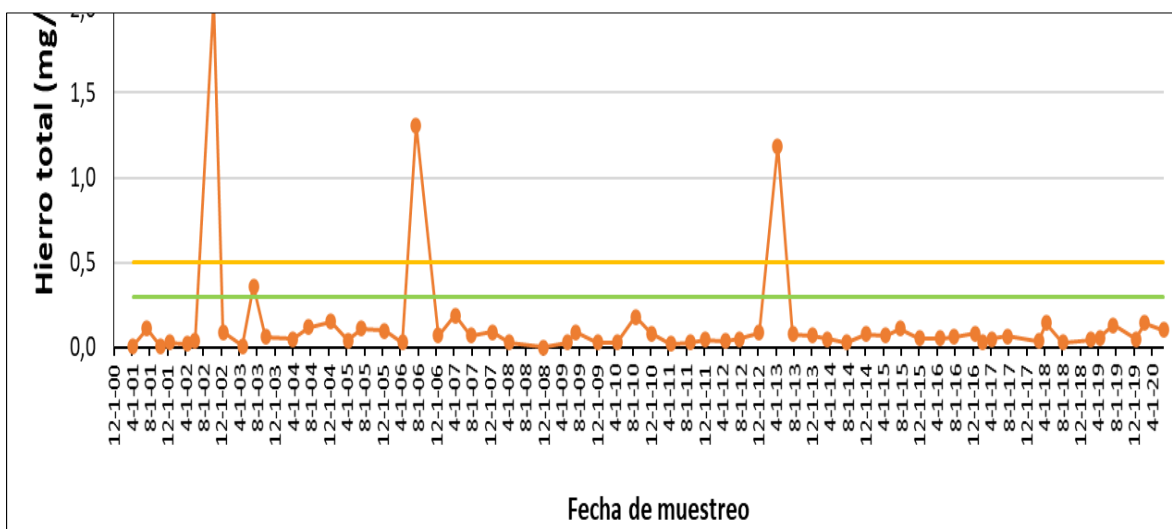
Fuente: DGA

Figura 4-10: Variación temporal del plomo total - Estación DGA río Yelcho en desagüe lago Yelcho



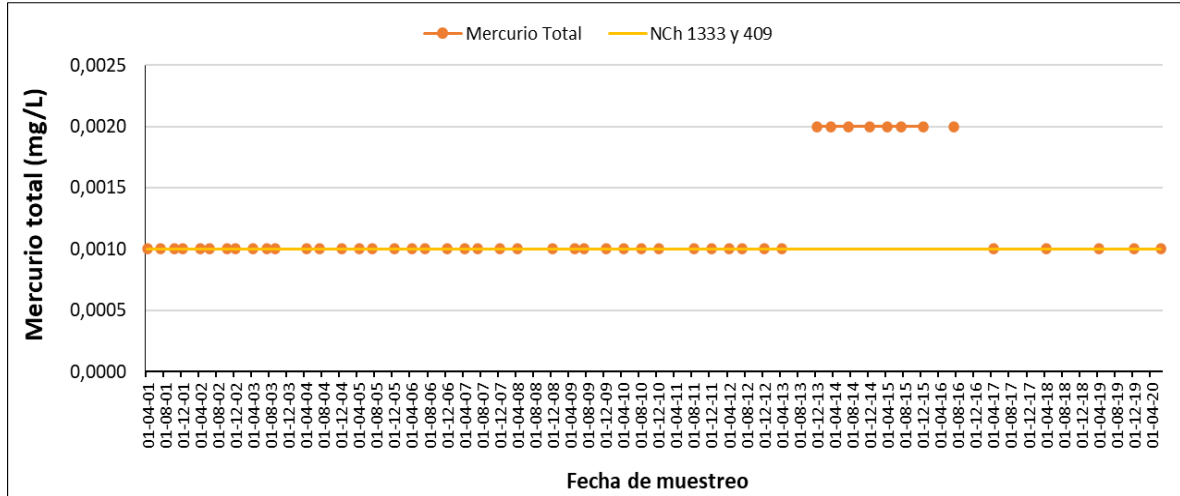
Fuente: DGA

Figura 4-11: Variación temporal del boro - Estación DGA río Futaleufú en la frontera



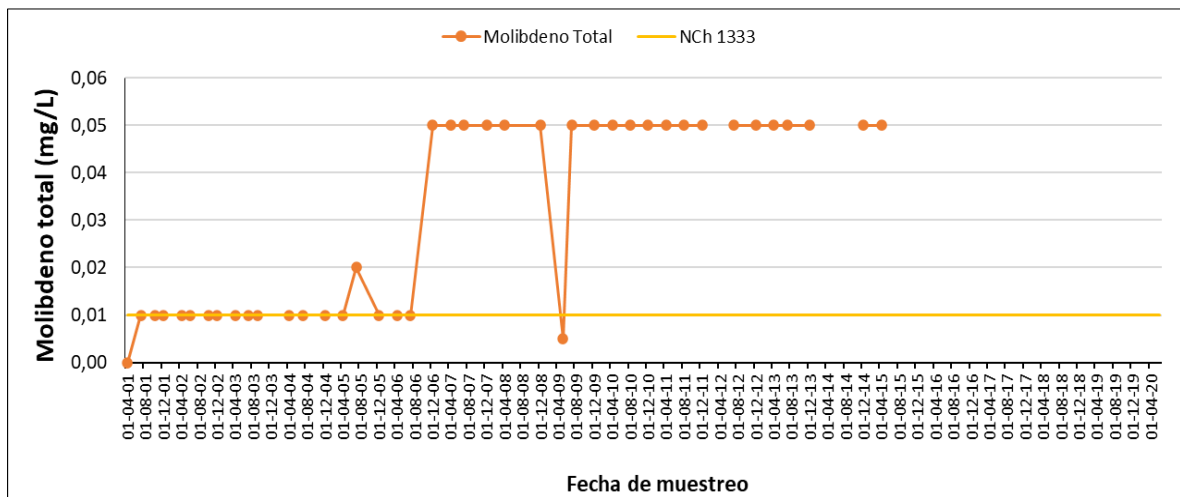
Fuente: DGA

Figura 4-12: Variación temporal del hierro total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera



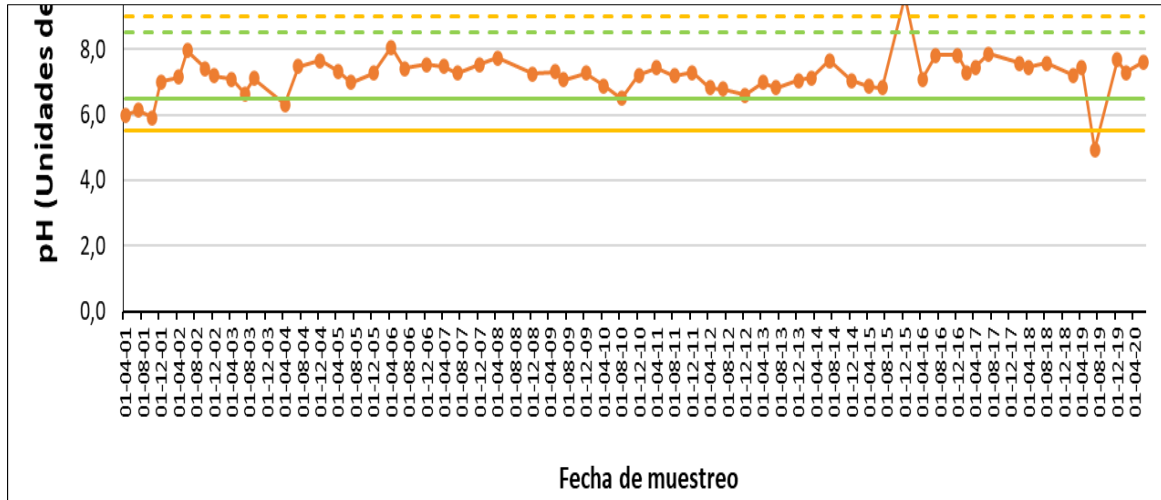
Fuente: DGA

Figura 4-13: Variación temporal del mercurio total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera



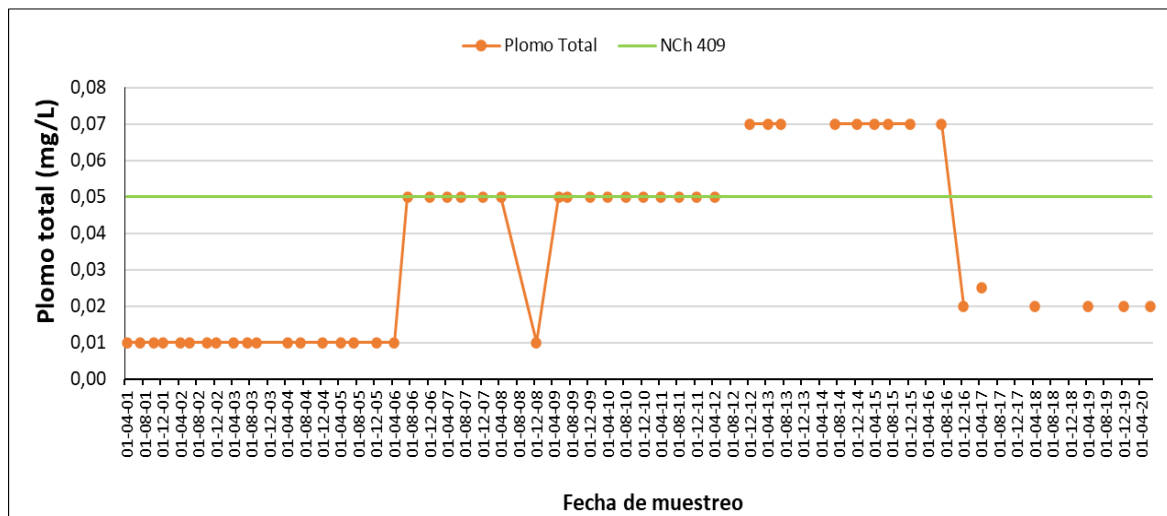
Fuente: DGA

Figura 4-14: Variación temporal del molibdeno total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera



Fuente: DGA

Figura 4-15: Variación temporal del pH- Estación DGA río Futaleufú en la frontera



Fuente: DGA

Figura 4-16: Variación temporal del plomo total- Estación DGA río Futaleufú en la frontera

Finalmente, la Tabla 4-9 y Tabla 4-10 resumen los parámetros que en el periodo de tiempo analizado han cumplido o no han cumplido en una o más mediciones las normas chilenas de calidad de agua potable y para todo uso. Para la NCh409/05 corresponden al hierro total, manganeso total, mercurio total, pH, plomo total; mientras que para la NCh 1333/78 son el boro, hierro total, manganeso total, mercurio total, molibdeno total, oxígeno disuelto y el pH.

Tabla 4-9: Resumen del cumplimiento normativo a la NCh 409/05 durante el periodo de tiempo analizado por estación de monitoreo

Estación DGA	No cumplen NCh 409	Si cumplen NCh 409
Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (CA)	Hierro total - mercurio total - pH - plomo total	Arsénico total - cadmio total - cloruro - cobre total - cromo total - manganeso total - magnesio total - selenio total - sulfato - zinc total
Río Futaleufú en la frontera	Hierro total - manganeso total - mercurio total - pH - plomo total	Arsénico total - cadmio total - cloruro - cobre total - cromo total - magnesio total - selenio total - sulfato - zinc total

Fuente: Elaboración propia a partir NCh 409

Tabla 4-10: Resumen del cumplimiento normativo a la NCh 1333/78 durante el periodo de tiempo analizado por estación de monitoreo

Estación DGA	No cumplen NCh 1333	Si cumplen NCh 1333
Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (CA)	Boro - hierro total - mercurio total - oxígeno disuelto - pH	Aluminio total - arsénico total - cadmio total - cloruro - cobalto - cobre total - conductividad específica - cromo total - manganeso total - níquel total - plata total - plomo total - selenio total - sulfato - zinc total
Río Futaleufú en la frontera	Boro - hierro total - manganeso total - mercurio total - molibdeno total - pH	Aluminio total - arsénico total - cadmio total - cloruro - cobalto - cobre total - conductividad específica - cromo total - níquel total - oxígeno disuelto - plata total - plomo total - selenio total - sulfato - zinc total

Fuente: Elaboración propia a NCh 1333

b. Calidad de agua actual en estaciones de la DGA

La Tabla 4-11 y la Tabla 4-12 muestran los parámetros que no han cumplido con las normas NCh 409/05 y NCh 1333/78 respectivamente, para las dos estaciones de calidad de agua superficial de la DGA existentes en la cuenca del río Yelcho. En las tablas se indica el número de datos registrados desde el año 2019 hasta el mes de junio de 2020, que corresponde al periodo de tiempo en el cual se cuenta con registros publicados y el porcentaje de datos que no cumplieron con ambas normas de calidad de agua. Esta información se entrega, además, de forma desplegable, en archivo kmz incluido en Subanexo J.10.2, en conjunto con las comunas, centros poblados, cuerpos de agua y fuentes de contaminación cercanos.

Tabla 4-11: Cumplimiento normativo a la NCh 409/05 desde el año 2019

Estación DGA	Parámetro	Número total de datos	Porcentaje de incumplimiento NCh 409 (%)
Río Yelcho en desagüe río Yelcho	Hierro total	6	33,30
	pH	6	33,30
Río Futaleufú en la frontera	pH	6	16,70

Fuente: Elaboración propia a partir NCh 409

Tabla 4-12: Cumplimiento normativo a la NCh 1333/78 desde el año 2019

Estación DGA	Parámetro	Número total de datos	Porcentaje de incumplimiento NCh 1333 (%)
Río Yelcho en desagüe río Yelcho	Boro	2	100
	Hierro total	6	16,70
Río Futaleufú en la frontera	Boro	2	100
	pH	6	16,70

Fuente: Elaboración propia a partir NCh 1333

c. Calidad de agua según fuentes bibliográficas

Dentro de otras fuentes que han evaluado la calidad del agua dentro de la cuenca se encuentran:

- *Fundación Futaleufú Riverkeeper*: este organismo mantiene un monitoreo comunitario de la calidad del agua en ocho puntos de muestreo en la subcuenca del río Futaleufú, utilizando la metodología del Programa de Monitoreo de Agua de la organización internacional *Global Water Watch*, mediante kits de reactivos que miden in situ pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez (Futaleufú *Riverkeeper*, 2021). En su último informe reportan que no hubo variaciones importantes de pH, pero sí hubo aumentos de la alcalinidad en temporada estival en algunos puntos de muestreo, sin encontrar las causas de estas variaciones. Además, detectaron una disminución de la saturación de oxígeno disuelto en el agua respecto de años anteriores, pero aún dentro de lo considerado como un ecosistema sano y adecuado para el desarrollo de la vida acuática.

- EIA Proyecto "CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN VIAL FUTALEUFÚ – TERMAS DEL AMARILLO" 2007: este proyecto se encuentra emplazado en las comunas de Futaleufú y Chaitén y reportó que la calidad de las aguas superficiales del área de influencia del proyecto era apta para las actividades de consumo humano y riego, así como para otras actividades recreativas de menor exigencia. Las fuentes de contaminación de ese momento eran los embarcaderos en el Lago Espolón. Se identificaron como áreas de sensibilidad alta los cursos superficiales de aguas principales y el Lago Espolón.
- El índice de calidad del agua porcentual (ICA%) refirió que la calidad de la estación río Futaleufú en la frontera entre los años 2015 y 2018 fue buena, y entre buena y no buena en la estación Río Yelcho en desagüe lago Yelcho (MMA, 2020). Para mayor detalle ver el Subanexo J.10.3.
- Un estudio técnico realizado por DGA-MOP (2014) evaluó la condición trófica de varios lagos chilenos en relación a mediciones históricas promedio de la concentración de clorofila-a, medida por diversos autores y utilizando la clasificación propuesta por Smith et al. (1999). Por lo tanto, se clasificó al lago Yelcho como oligotrófico, lo cual indica una excelente condición de calidad de agua y ambiental desde el punto de vista de la trofía (para mayor información ver el Subanexo J.10.4).

d. Fuentes de contaminación

Los parámetros que históricamente han sobrepasado las normas chilenas de calidad del agua en las estaciones de calidad de agua superficial de la DGA se presentaron en la Tabla 4-9 y Tabla 4-10, mientras que los parámetros que han sobrepasado estas normas actualmente (desde el año 2019 en adelante) se recogieron en la Tabla 4-11 y Tabla 4-12.

De acuerdo al Informe del Estado del Medio Ambiente, capítulo 5 Aguas continentales (MMA, 2019) las actividades económicas de pesca y generación de energía son las que contribuyen más a la contaminación con plomo, mientras que a la contaminación con mercurio aportan más las actividades de industria manufacturera, producción química, construcción e inmobiliarias, municipio y otras sin categoría. Gonzáles y Gómez (2018) señalan que para la zona sur y austral del país los contaminantes más relevantes son el mercurio, el níquel y el cobre, entre los cuales el mercurio total fue detectado sobrepasando las normas de calidad del agua en esta cuenca. Sin embargo, se debe considerar que disminuciones en el pH pueden aumentar el mercurio soluble en el agua². En cuanto al pH los factores que pueden causar cambios en un cuerpo de agua pueden ser naturales o antrópicas y en ambos casos pueden ser variadas. Dentro de las causas naturales se encuentran los cambios en la temperatura e intensidad de la luz, que producen cambios en la tasa fotosintética y por lo tanto del consumo del CO₂ por parte de las microalgas. Del mismo modo, los cambios en la biomasa de las microalgas producen cambios en el pH, por lo tanto, el pH que se mide es mayor en las horas de mayor intensidad luminosa y temperatura. Cambios en el tipo de vegetación ribereña, por ejemplo, aumento de coníferas (pinos) cuyas hojas acidifican el suelo y el agua producen aumento en el pH.

También existen causas geológicas, como la interacción con las rocas y sedimentos, erupciones volcánicas, entre otras. Entre las causas antropogénicas se encuentran el ingreso de sustancias básicas como detergentes, nutrientes provenientes de la agricultura y desechos urbanos o rurales y sustancias químicas que son residuos de distintas actividades industriales.

En los datos del informe de estado del MMA solo se encontraron 3 fuentes de contaminación del agua documentadas, información que se entrega en Subanexo J.10.5, de las cuales, la empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. se encuentra ubicada dentro de la cuenca, mientras que las otras 2 empresas, si bien se encuentran dentro de la comuna de Chaitén, no se ubican dentro de la cuenca del río Yelcho (Tabla 4-13).

Tabla 4-13: Fuentes de contaminación del agua en las comunas de Futaleufú y Chaitén

Empresa Razón social	CIU 4	Rubro RETC	Comuna	Coordenada Este	Coordenada Norte
Empresa De Servicios Sanitarios De Los Lagos S.A.	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	Suministro y tratamiento de aguas	Futaleufú	266.796	5.213.848
Aquagen Chile S. A.	Explotación de criaderos de peces y productos del mar en general (acuicultura); y servicios relacionados	Pesca	Chaitén	694.734	5.323.780
Empresa De Servicios Sanitarios De Los Lagos S. A	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	Suministro y tratamiento de aguas	Chaitén	687.692	5.244.899

S.I.: Sin información.

Fuente: <https://sinia.mma.gob.cl/index.php/datos-del-informe-del-estado-del-medio-ambiente/>

No obstante, en la cuenca existen otras actividades económicas en la cuenca que se encuentran en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC, <https://retc.mma.gob.cl/mapas-open-data/>), que en el documento del MMA (2018) no se señalan como emisiones directas al agua, como, por ejemplo, construcción de carreteras (ACYR Chile S A), generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (Empresa Eléctrica de Aysén S A), además de hospitales y oficinas Municipales.

Por otro lado, la organización Futaleufú *Riverkeeper* (2021) señala que la región está experimentando un rápido crecimiento poblacional y una gran cantidad de construcción y desarrollo, sobre todo en las orillas de cuerpos de agua. Indican que, además, existen otras amenazas a la calidad del agua de la subcuenca del río Futaleufú, las cuales incluyen la extracción de áridos de cauces de los ríos, la falta de regulación del tratamiento de aguas servidas, la amenaza latente de minería y proyectos hidroeléctricos, y efectos producidos por el cambio climático. Debido a la baja cantidad y naturaleza de las fuentes de emisión dentro de la cuenca del río Yelcho, es posible que los contaminantes detectados, tanto históricamente como actualmente, tengan un origen natural o bien sean aportados desde otras cuencas.

e. Contaminación biológica

La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura declaró mediante Res. Ex. N°719/2021 en marzo de 2021, y por un periodo de 2 años, a los sectores de cuerpos de agua terrestres de las subcuencas de la cuenca del río Yelcho, en categoría de plaga de la especie *Didymosphenia geminata*. Se presentan las subcuencas que fueron afectadas con esta plaga en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14: Subcuencas afectadas con la plaga Didymo en la cuenca del río Yelcho

Código Subcuenca	Código Subsub Cuenca	Nombre Subsubcuenca	Categoría
1070	10701	Lago Espolón y Río Espolón en junta Río Futaleufú 301	plaga
1070	10702	Río Futaleufú entre frontera y Río Azulado 340	plaga
1070	10703	Río Futaleufú arriba Río Azulado y Río Azul 412	plaga
1070	10704	Río Futaleufú entre arriba Río Azul y Lago Yelcho 568	plaga
1071	10710	Lago Yelcho 845	plaga
1071	10711	Río Yelcho Entre Desagüe Lago Yelcho y Río Amarillo498	plaga
1071	10713	Río Yelcho entre Río Amarillo y desembocadura 209	plaga

Fuente: Res. Ex. N° 719/2021. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2021. Declara área de plaga y de riesgo de plaga que indica en cuerpos de agua que señala en materia de acuicultura.

Para contextualizar, se indica que la *Didymosphenia geminata* es una microalga unicelular (diatomea) bentónica de nombre común "Didymo" o "moco de roca", que se fija a las rocas por medio de un pie de aspecto viscoso. Esta puede llegar a formar grandes masas que cubren extensas zonas de los fondos de ríos y lagos, persistiendo por meses¹.

Esta alga posee un alto poder de propagación y, por lo tanto, una elevada capacidad invasiva en cortos periodos de tiempo, por lo que se convierten rápidamente en plaga. En Chile, fue detectada por primera vez en 1962 y no hubo registro de ella sino hasta el verano de 2010 en la cuenca del Futaleufú, Región de Los Lagos, y más tarde en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Su principal modo de propagación en nuestro país ha sido atribuido a actividades antrópicas recreativas asociadas al turismo, tales como la pesca con mosca, *kayaking* y *rafting* (SUBPESCA, 2011).

La propagación del Didymo impacta fuertemente los ecosistemas de aguas continentales desplazando a los peces a otros sectores, alterando de esta manera la trama trófica del lugar. Además, cambia las unidades de paisaje y las actividades relacionadas con el turismo, en especial, en Yelcho, para lo cual, se analizará cómo abordar esta situación de modo de incluirlo en el portafolio de acciones del Plan. Para mayores detalles sobre la plaga, las medidas sugeridas para detectar y prevenir la dispersión de esta plaga, así como iniciativas del estado para conocer y difundir la problemática ver el Subanexo J.10.6.

4.1.5. Derechos concedidos

A continuación, se presenta el análisis de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) superficiales otorgados en la cuenca del río Yelcho, donde los resultados se presentan en función del tipo de Derecho y ejercicio del Derecho. No se realizó análisis de DAA otorgados según tipo de solicitud, debido a que los DAA encontrados en la cuenca corresponden en su totalidad a Nuevos Derechos (ND). En base a estos antecedentes revisados, se tiene que en la cuenca del río Yelcho hay doscientos treinta y cinco (235) DAA superficiales. En la Tabla 4-15 se entregan los caudales en litros por segundo que constituyen los derechos señalados y se presenta la distribución de los DAA superficiales otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA.

¹ <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/dydimo>

Tabla 4-15: DAA superficiales constituidos en la cuenca según tipo del DAA y ejercicio del DAA

Tipo de DAA y Ejercicio del DAA	Derechos constituidos	%	Caudal	
			l/s	%
Consuntivo	154	66,00	1.481,60	0,37
Eventual y Continuo	8	5,67	41,30	2,79
Eventual y Discontinuo	26	16,31	384,98	25,98
Permanente y Continuo	116	75,89	865,65	58,43
Permanente y Discontinuo	4	2,13	189,67	12,80
No Consuntivo	81	34,00	403.296,50	99,63
Eventual y Continuo	32	39,73	242.435,53	58,43
Eventual y Discontinuo	6	6,85	14.331,25	3,54
Permanente y Continuo	43	53,43	128.937,43	38,03
Total	235	100	404.778,10	100

Fuente: Elaboración propia a partir DGA

Según se desprende de esta Tabla, la mayor parte de los DAA son de tipo consuntivo y de ejercicio permanente y continuo, lo que equivale al 49,36% del total de DAA superficiales otorgados en la cuenca. Respecto al caudal, no existe correlación, dado que el mayor caudal otorgado corresponde al de tipo no consuntivo y de ejercicio eventual y continuo, representando el 13,62% del caudal total.

4.2. AGUA SUBTERRÁNEA

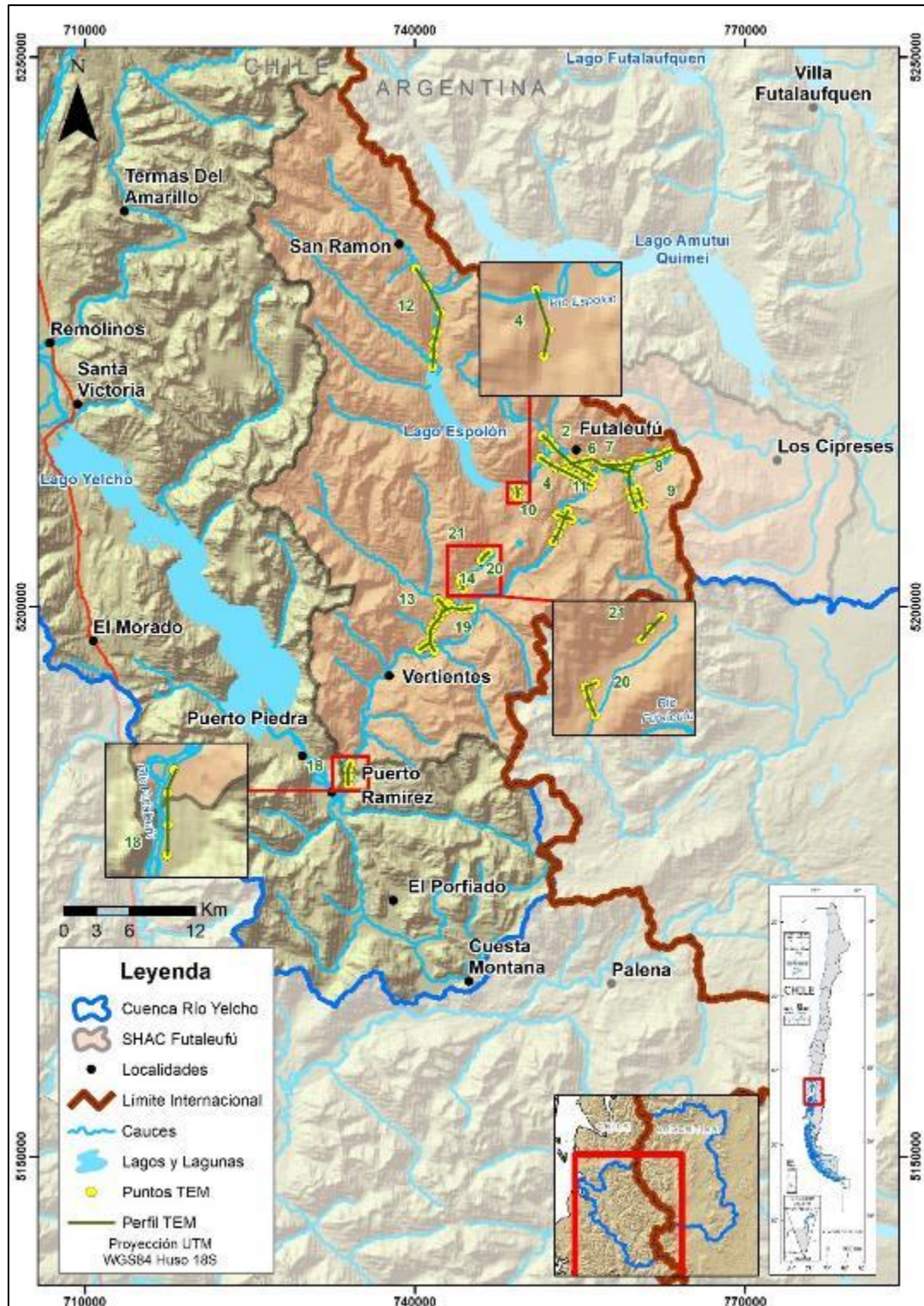
En este acápite se incluye una parte de la caracterización de las fuentes subterráneas, análisis de stock, recarga y niveles subterráneos, calidad actual de las aguas, fuentes de contaminación y DAA concedidos.

4.2.1. Fuentes subterráneas

En este acápite se presenta la identificación de fuentes subterráneas, la división administrativa de las aguas subterráneas y las restricciones de uso asociadas en la cuenca del río Yelcho.

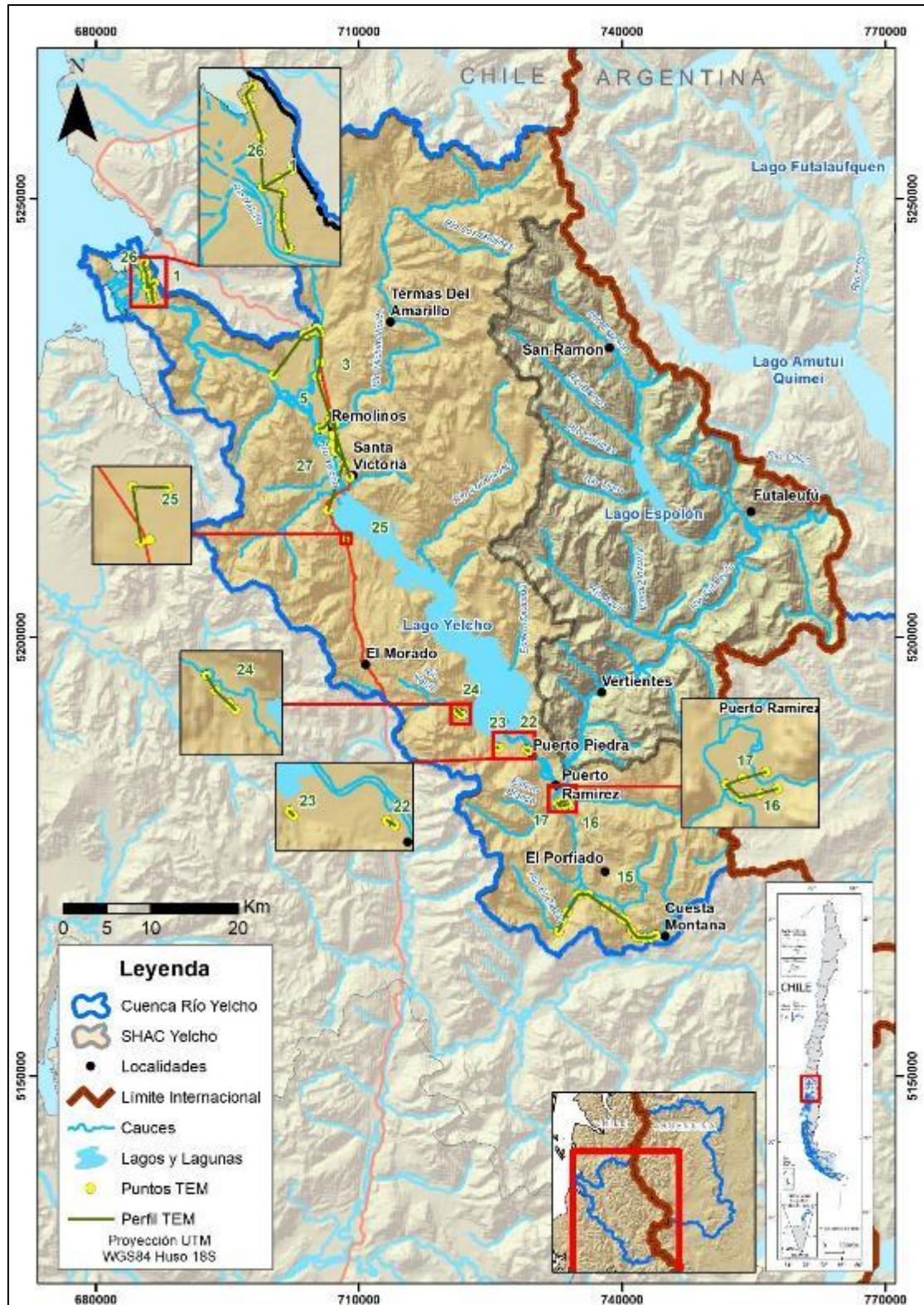
a. Identificación de fuentes

Para la identificación de fuentes, se realizaron campañas de terreno mediante geofísica (TEM y gravimetría), donde se ejecutaron mediciones de 150 estaciones TEM y de 151 puntos de gravimetría y cuya distribución se realizó a nivel de SHAC Futaleufú y Yelcho. En este acápite se incluyen los principales resultados obtenidos para ambos SHAC, donde se realizaron 108 y 42 puntos TEM en los SHAC de Futaleufú y Yelcho, los cuales se presentan en las Figura 4-17 y Figura 4-18, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

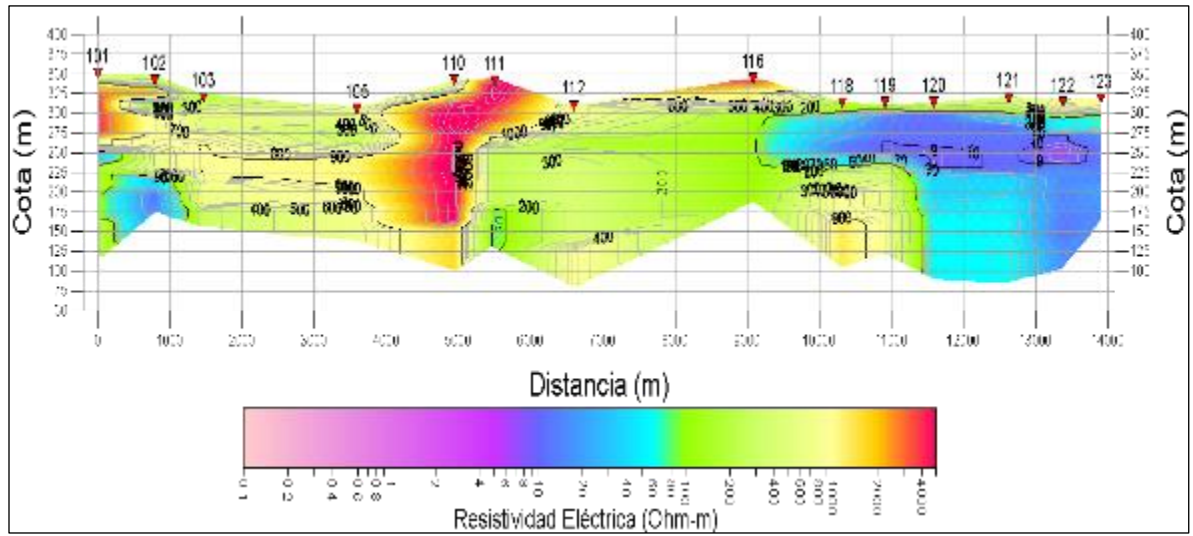
Figura 4-17: Campaña TEM- SHAC Futaleufú



Fuente: Elaboración propia

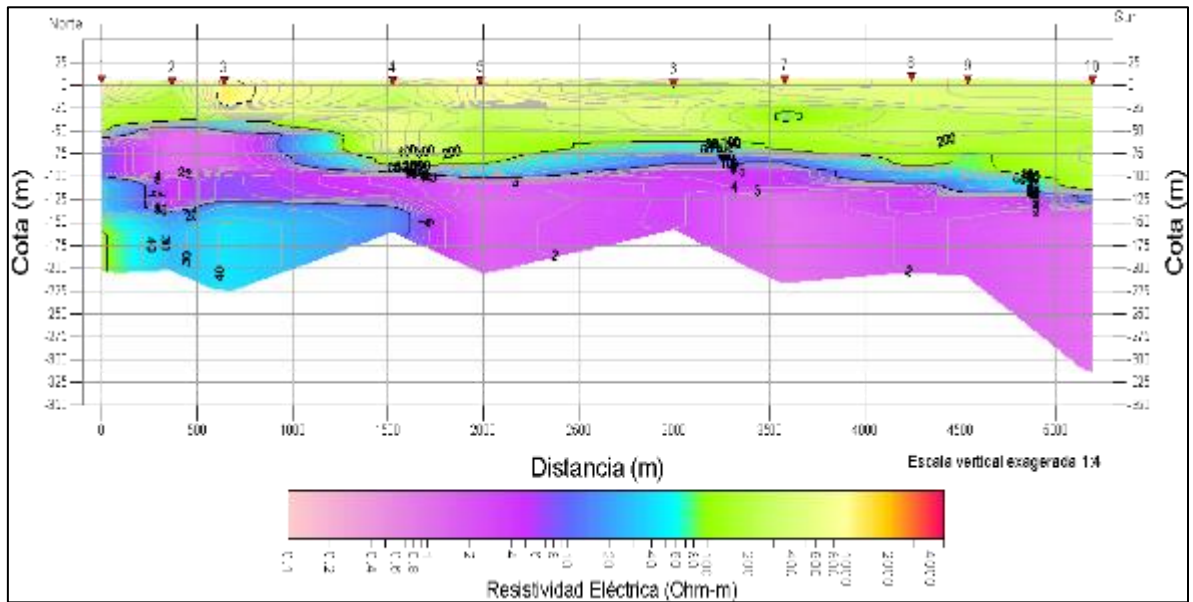
Figura 4-18: Campaña TEM- SHAC Yelcho

Para el SHAC Yelcho, se generaron 4 secciones geoelectricas, las cuales se incluyen en su totalidad en el Subanexo 1 del anexo H.2 y a modo de ejemplo, se incluye la presentación del Perfil 1 realizado en el sector del río Yelcho hacia el sector de desembocadura en Figura 4-19 Por otro lado, para el SHAC Futaleufú, se generaron 6 secciones geoelectricas, las cuales se incluyen en su totalidad en el Subanexo 1 del anexo H.2 y a modo de ejemplo, se incluye la presentación del Perfil 2 realizado en el sector del río Futaleufú en la Figura 4-20. Las unidades hidrogeológicas presentes en los SHAC Futaleufú y Yelcho, según la clasificación de Struckmeier & Margat (1995), se incluye en la Figura 4-21.



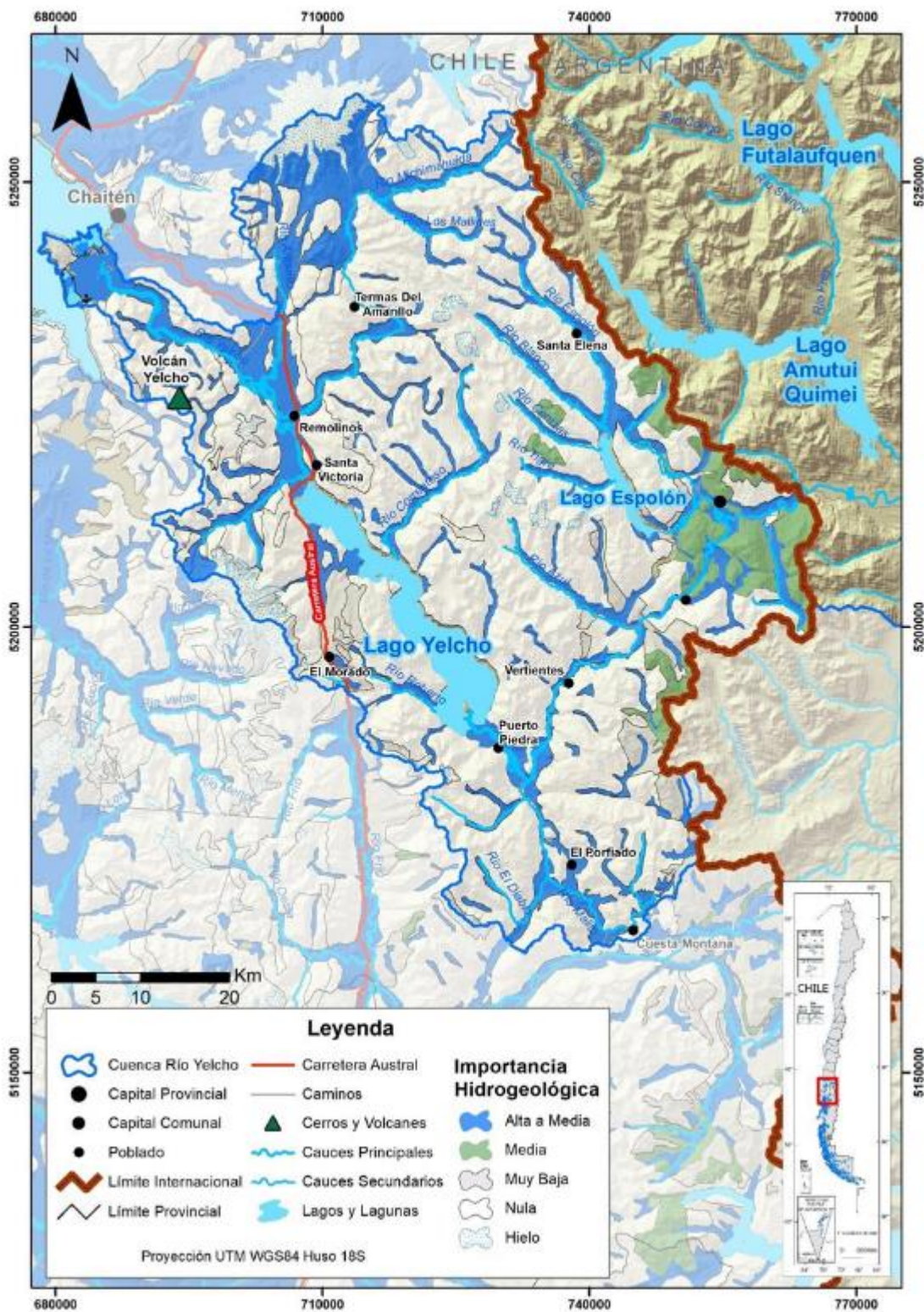
Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

Figura 4-19: Perfil TEM- (Línea 2)-SHAC Futaleufú



Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

Figura 4-20: Perfil TEM (Línea 1)- SHAC Yelcho



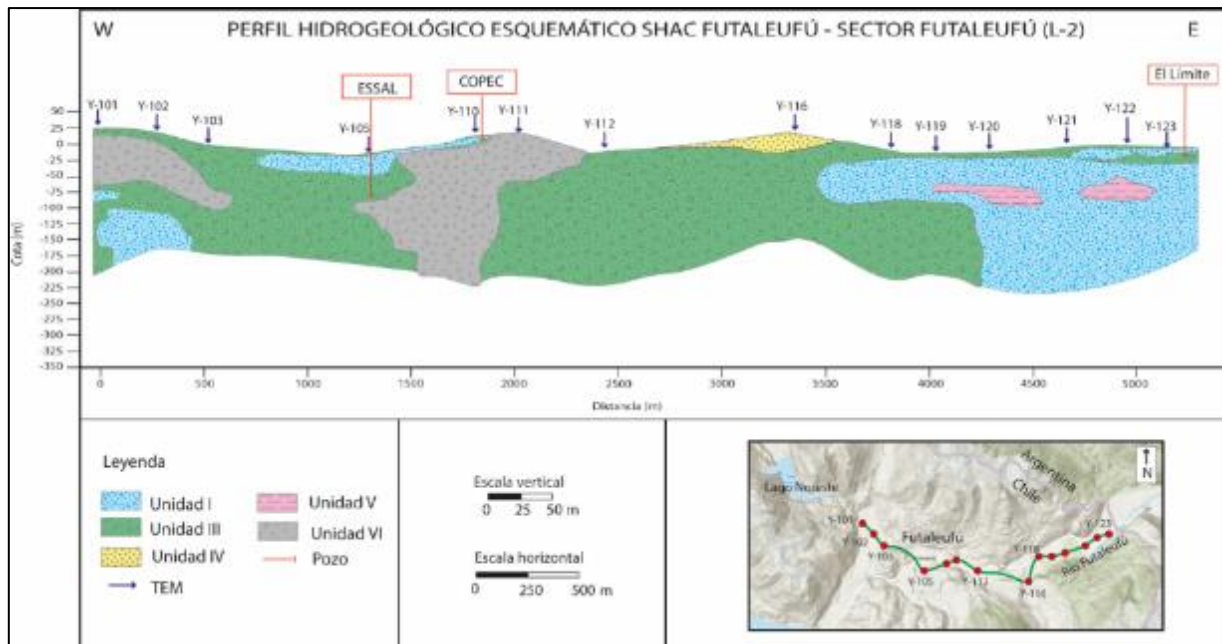
Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-21: Mapa Hidrogeológico- Cuenca río Yelcho

La descripción de las unidades hidrogeológicas presentes en el SHAC Yelcho y Futaleufú, de acuerdo a la clasificación indicada en párrafo anterior, se presenta a continuación:

- Unidad de Alta Importancia A: corresponde a una unidad de acuíferos en depósitos fluvioglaciales, coluviales no consolidados con granulometrías gruesas correspondientes a gravas a arenas, que presentan un buen potencial hidrogeológico y que corresponde al acuífero productor.
- Unidad de media importancia B: corresponde a una unidad de acuíferos en depósitos aluviales, deltaicos no consolidados, con menor potencial que la unidad A. Se compone de granulometrías medias a finas. Si bien corresponde a un acuífero, presenta menor potencial hidrogeológico que la unidad A.
- Unidad de baja a nula importancia C: corresponde al basamento de la cuenca, conformado principalmente por rocas sedimentarias y volcánicas de baja a nula saturación. En los sectores con alto fracturamiento se puede desarrollar permeabilidad secundaria generando acuíferos fracturados. Esta unidad tiene bajo potencial hidrogeológico y solo puede constituir acuíferos en zonas fracturadas.
- Unidad de nula importancia D: corresponde al basamento de la cuenca, conformado por rocas intrusivas sin recursos de aguas subterráneas.

Se generaron 6 perfiles hidrogeológicos representativos para los SHAC Futaleufú (5) y Yelcho (1), incluyendo a continuación la descripción de cada uno de estos. Se construyó en la Figura 4-22, el perfil hidrogeológico esquemático del SHAC Futaleufú, la que se incluye a continuación, así como la descripción de las unidades hidrogeológicas presentes.



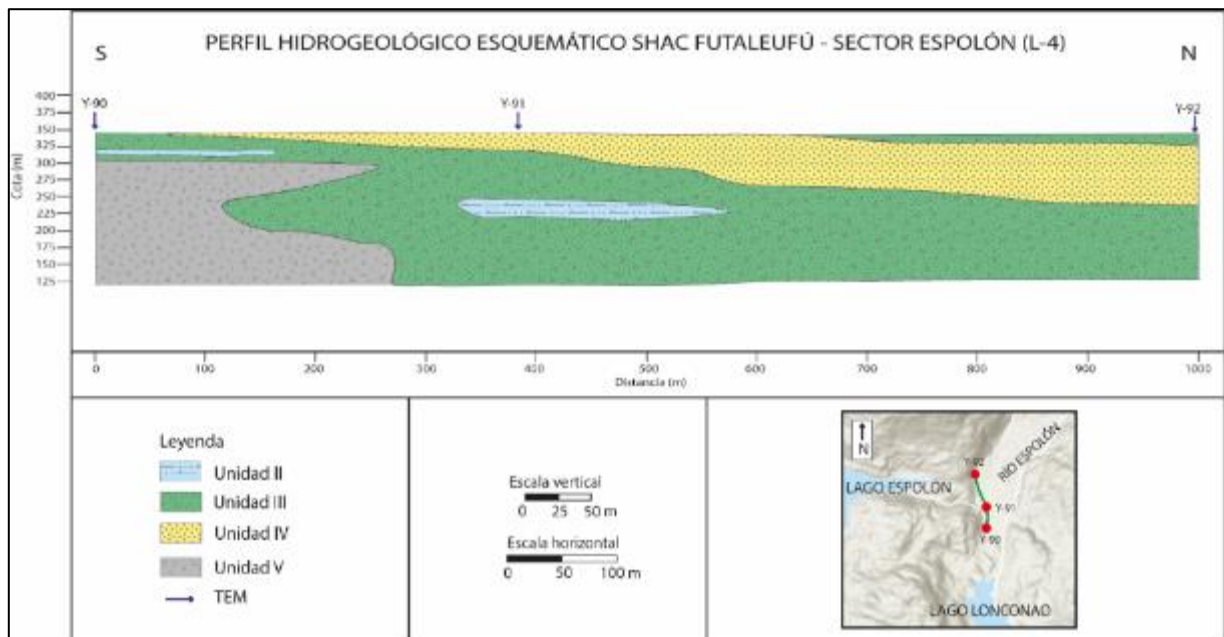
Fuente: Elaboración propia

Figura 4-22: Perfil Hidrogeológico esquemático- SHAC Futaleufú sector Futaleufú

- Unidad I:** Esta unidad corresponde principalmente a acuíferos en depósitos fluviales asociados a cauces actuales, con granulometrías gruesas a finas correspondientes a, gravas, arenas y limos, saturadas, con una distribución homogénea y corresponde a la unidad A de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Posee una permeabilidad alta a media, con conductividades mayores a 1.000 m/día (Custodio y Llamas, 1983). Se distribuyen hacia ambas partes del perfil, siendo hacia el sector de Futaleufú, donde se presentan los mayores espesores, reconociéndose potencias de hasta 125 m, mientras que hacia el sector poniente se presenta de forma diseminada desde los 125 m aproximadamente. El pozo ESSAL actualmente no operativo, se construyó como medida de emergencia para paliar el déficit hídrico, debido a la explosión del Volcán Chaitén, se construyó en esta unidad alcanzó los 70 m, con una producción de 21 l/s. El pozo de la escuela en el sector de El Limite alcanza el techo de esta secuencia. Esta unidad representa interés hidrogeológico alto como fuente subterránea de agua dulce.
- Unidad III:** Esta unidad está compuesta por sedimentos no consolidados (gravas, arenas, limos y arcillas) con contenidos variables de humedad y permeabilidad baja a alta, correlacionable con la unidad C de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995), con una distribución relativamente homogénea a lo largo del perfil, de poniente hasta la localidad de Futaleufú, siendo instruida por la unidad V. Presentan potencias del orden de 125 m. Dada la saturación nula presente no reviste interés hidrogeológico.

- Unidad IV: Esta unidad corresponde a depósitos fluvioglaciares y morrénicos compuestos por bloques, guijarros, gravas, arenas y limos. Esta unidad posee un bajo potencial hidrogeológico catalogándola de clase C en base a la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Se observa en superficie de forma puntual en la estación Y-116.
- Unidad V: esta unidad corresponde a arcillas saturadas presentes en el sector, las cuales poseen un bajo a nulo potencial hidrogeológico catalogándola de clase C en base a la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Esta unidad representa un acuícludo en el sector. Por lo general se asocian a sectores con estructuras.
- Unidad VI: unidad correspondiente al basamento del sector conformado principalmente por rocas intrusivas y volcanoclásticas. Hacia el sector donde se ubica las estacion Y-111 se reconoce la presencia en superficie de un intrusivo, en las cercanías del pozo Copec, el que separa el acuífero presente hacia el oriente en el río Futaleufú. Hacia el poniente, se reconoce la presencia de rocas volcanoclásticas en las estaciones Y-101, Y-102 y Y-103. Posee un potencial hidrogeológico muy bajo a nulo, catalogándola de clase D en base a la clasificación de Struckmeier & Margat (1995).

Se generó en la Figura 4-23, el perfil hidrogeológico esquemático del SHAC Futaleufú hacia el sector del Río Espolón.

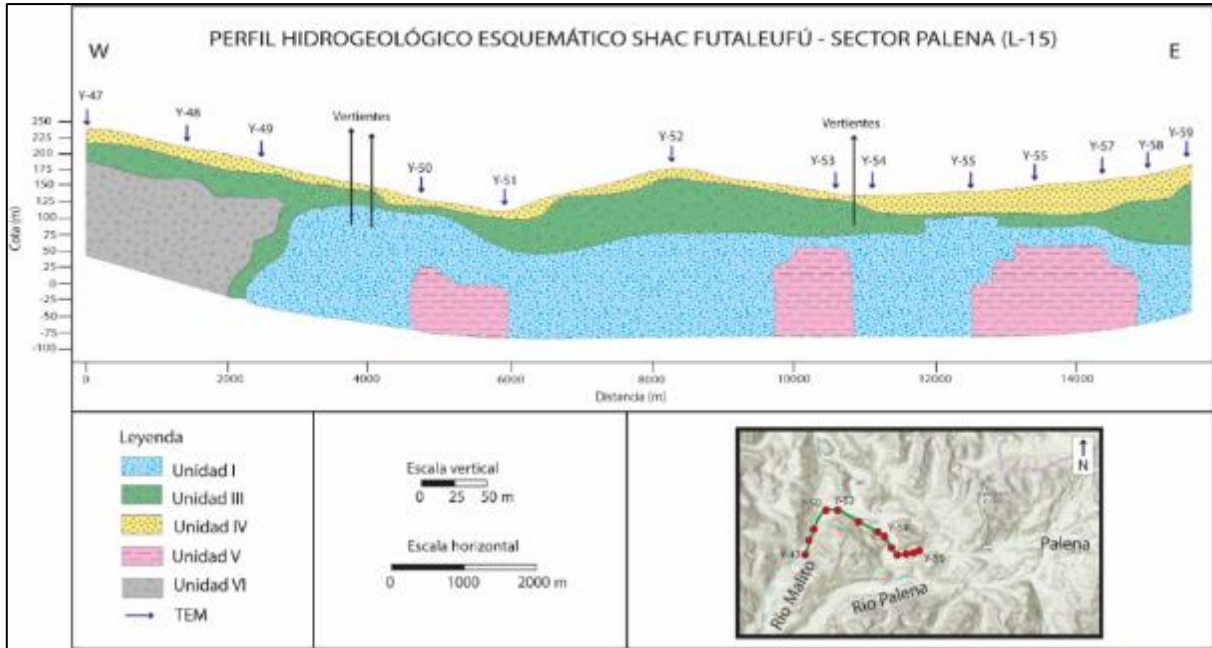


Fuente: Elaboración propia

Figura 4-23: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Río Espolón

Las unidades hidrogeológicas definidas para el SHAC Futaleufú hacia el sector del río Espolón, se indican a continuación.

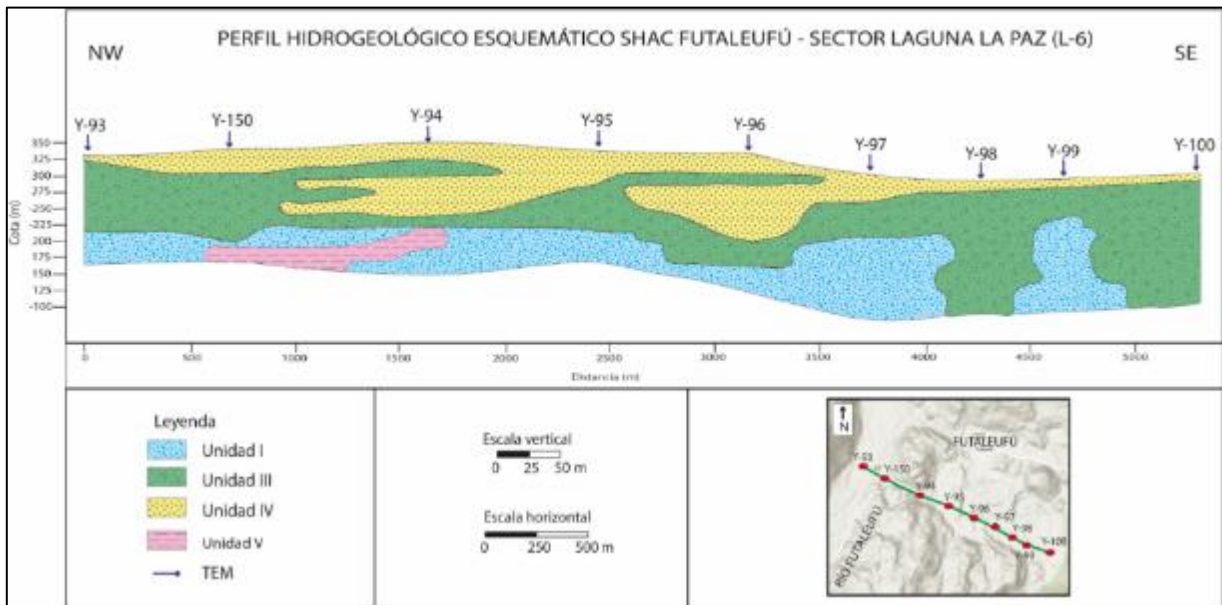
- Unidad II: esta unidad corresponde a acuíferos en depósitos fluvioglaciales y fluviales con mayor presencia de granulometría fina (arcillas y limos) que corresponde a la unidad B de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Se distribuyen de forma muy reducida, en forma de pequeños lentes de 5 a 20 m de potencia en río Espolón hacia el Lago Lonconao. Se reconoce a partir de los 30 m en la estación Y-90, profundizándose hacia el lago Espolón, donde se reconoce aproximadamente a partir de los 100 m. Esta unidad representa interés hidrogeológico medio como fuente subterránea de agua dulce.
- Unidad III: esta unidad corresponde a depósitos fluvioglaciales y morrénicos, integrada por sedimentos de diferentes tipos granulométricos, sin saturación, de la unidad C de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995), Se distribuyen hacia el sector del río Espolón, aflorando en superficie en las estaciones Y-90 e Y-92. Presenta potencias de 50 m, hacia el sector de Lago Lonconao y muy superiores de 100 y 200 m hacia el río y lago Espolón. Dada la saturación nula presente no reviste interés hidrogeológico.
- Unidad IV: esta unidad corresponde a depósitos fluvioglaciales y morrénicos compuestos por bloques, guijarros, gravas, arenas y limos. Esta unidad posee un bajo potencial hidrogeológico catalogándola de clase C en base a la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Se distribuye casi en toda la superficie, presentando espesores crecientes de sur a norte, los que van desde 0 a cercanos a 100 m.
- Unidad V: unidad correspondiente al basamento del sector conformado por rocas volcanoclásticas, reconociéndose en el sur del perfil, en la estación Y-90, hacia el lago Lonconao hacia el lago Lonconao, reconociéndose a partir de los 50 m de profundidad. Posee un potencial hidrogeológico muy bajo a nulo, catalogándola de clase D en base a la clasificación de Struckmeier & Margat (1995).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-24: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Palena

Las unidades hidrogeológicas definidas para el SHAC Futaleufú hacia el sector de Palena, se han incluido en el acápite 3.1 del anexo H2 Modelo Hidrogeológico Conceptual.

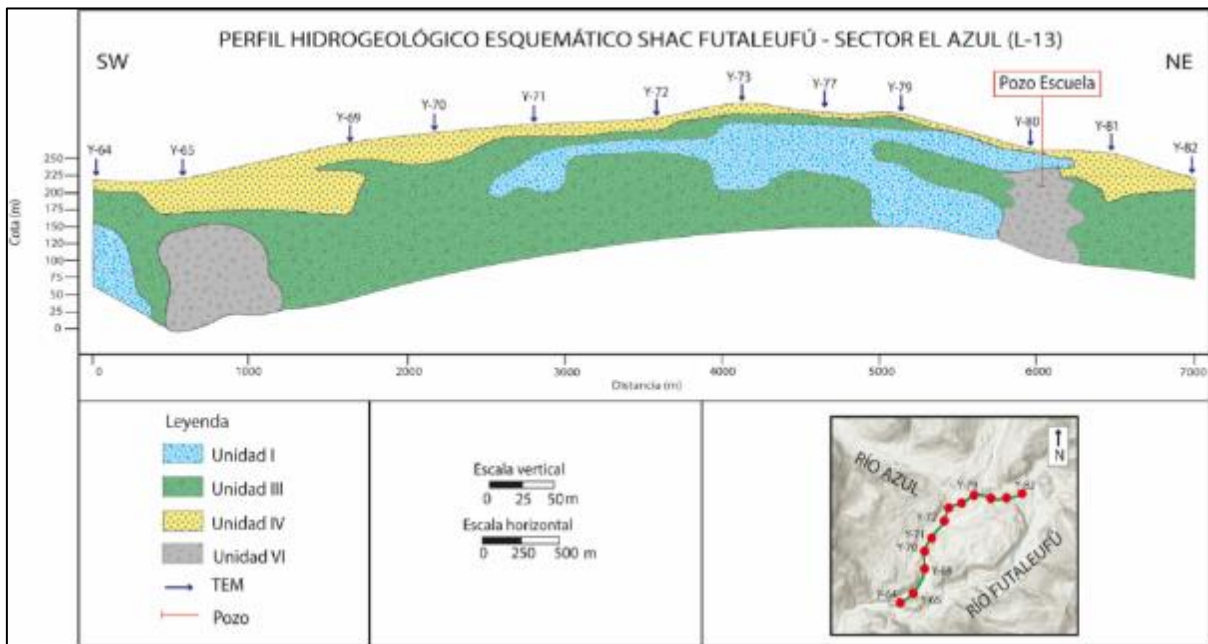


Fuente: Elaboración propia

Figura 4-25: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Laguna La Paz

Las unidades hidrogeológicas definidas para el SHAC Futaleufú hacia el sector de Laguna La Paz, se han incluido en el acápite 3.1 del anexo H2 Modelo Hidrogeológico Conceptual.

Se generó, asimismo en la Figura 4-26, el perfil hidrogeológico esquemático del SHAC Futaleufú del sector El Azul, cuya descripción de las unidades hidrogeológicas se han incluido en el acápite 3.1 del anexo H2 Modelo Hidrogeológico Conceptual.

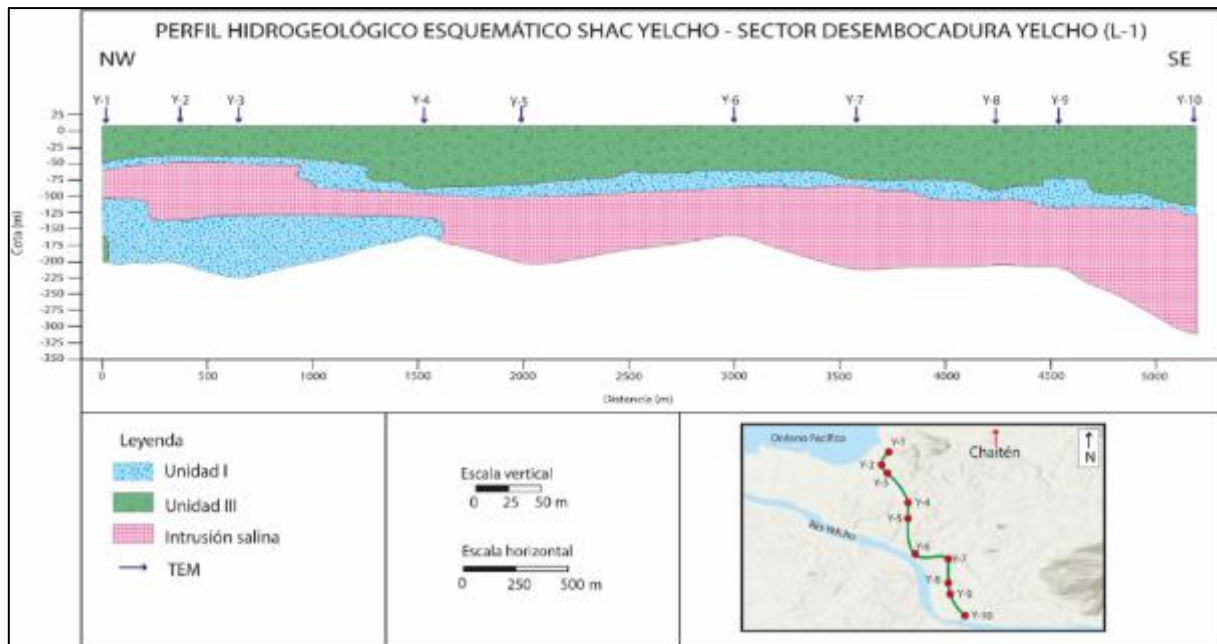


Fuente: Elaboración propia

Figura 4-26: Perfil Hidrogeológico Esquemático -Río Azul

Se han generado perfiles hidrogeológicos esquemáticos para sectores de río Futaleufú, Palena, río Espolón, laguna La Paz y Las Escalas, los cuales se incluyen acápite 3.1 del Anexo H2.

Asimismo, para el SHAC Yelcho, se generaron 3 perfiles hidrogeológicos, presentando en la Figura 4-27, el perfil hidrogeológico hacia el sector de desembocadura del Yelcho y la descripción de las unidades hidrogeológicas. Los perfiles hidrogeológicos restantes se incluyen en los acápites 3.1. del Anexo H2.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-27: Perfil Hidrogeológico Esquemático -SHAC Yelcho-Desembocadura Río Yelcho

Las unidades hidrogeológicas definidas para el sector de desembocadura del río Yelcho son las siguientes:

- Unidad I: constituida por gravas, arenas saturadas, con una distribución homogénea y corresponde a la unidad A de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995). Posee una permeabilidad alta a media, con conductividades mayores a 1.000 m/día (Custodio y Llamas, 1983). Se distribuyen hacia el sector de desembocadura del río Yelcho, al sur de Chaitén. Presenta potencias que fluctúan entre 50 y 100 m. Esta unidad de acuerdo a su posición geográfica es instruida por una cuña salina, por lo cual no representa interés hidrogeológico como fuente subterránea de agua dulce.
- Unidad III: corresponden a sedimentos de diferentes tipos granulométricos, sin saturación de la unidad C de la clasificación de Struckmeier & Margat (1995), con espesores reconocidos entre 50 a 100 m y superiores hasta 125 m aproximadamente a 5 km de la costa. Dada la saturación nula presente no reviste interés hidrogeológico.

b. División administrativa

En relación con la gestión técnica y administrativa de las aguas subterráneas, la cuenca del río Yelcho está dividida en dos acuíferos, y en tres SHACs. Esta información se presenta en la Tabla 4-16, donde se individualiza el detalle de los sectores y su categoría.

Tabla 4-16: Sectores acuíferos de la cuenca del Río Yelcho

Cuenca	Sector acuífero	SHAC	Superficie (km ²)
Yelcho	Río Palena	Río Palena	25,73
	Río Yelcho	Río Futaleufú	1.884,63
		Río Yelcho	2.180,60

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (DGA, 2022)

c. Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas

Las restricciones al uso de agua subterránea en la cuenca del río Yelcho, en sus diferentes figuras de protección corresponden a:

i Áreas de restricción y zonas de prohibición subterráneas

Las áreas de restricción y zonas de prohibición de aguas subterráneas son instrumentos utilizados por la DGA para proteger la sustentabilidad de los SHAC, dictados en el Código de Aguas de 1981, artículos 65 y 63 respectivamente. A continuación, en la Tabla 4-17, se indica que para la cuenca del río Yelcho no existen restricciones de uso para los SHACs, de acuerdo a la información digital de la mapoteca de la DGA, incluida en Subanexo en J.9.

Tabla 4-17: Áreas de restricción y zonas de prohibición en la cuenca del río Yelcho

Acuífero	SHAC	Limitación
Río Yelcho	Río Futaleufú	Abierto
	Río Yelcho	Abierto

Fuente: Elaboración propia a partir Mapoteca DGA

ii Zonas de conservación

No se han dictado zonas de conservación en la cuenca del río Yelcho.

iii Decretos de reserva

En base a la información oficial de la DGA, existe un decreto de reserva de caudales en la cuenca del Río Yelcho (Res. N°62 de 2018) que reserva un caudal de 400 litros por segundo, de ejercicio permanente y continuo, para el abastecimiento de la población.

iv Decretos de escasez hídrica

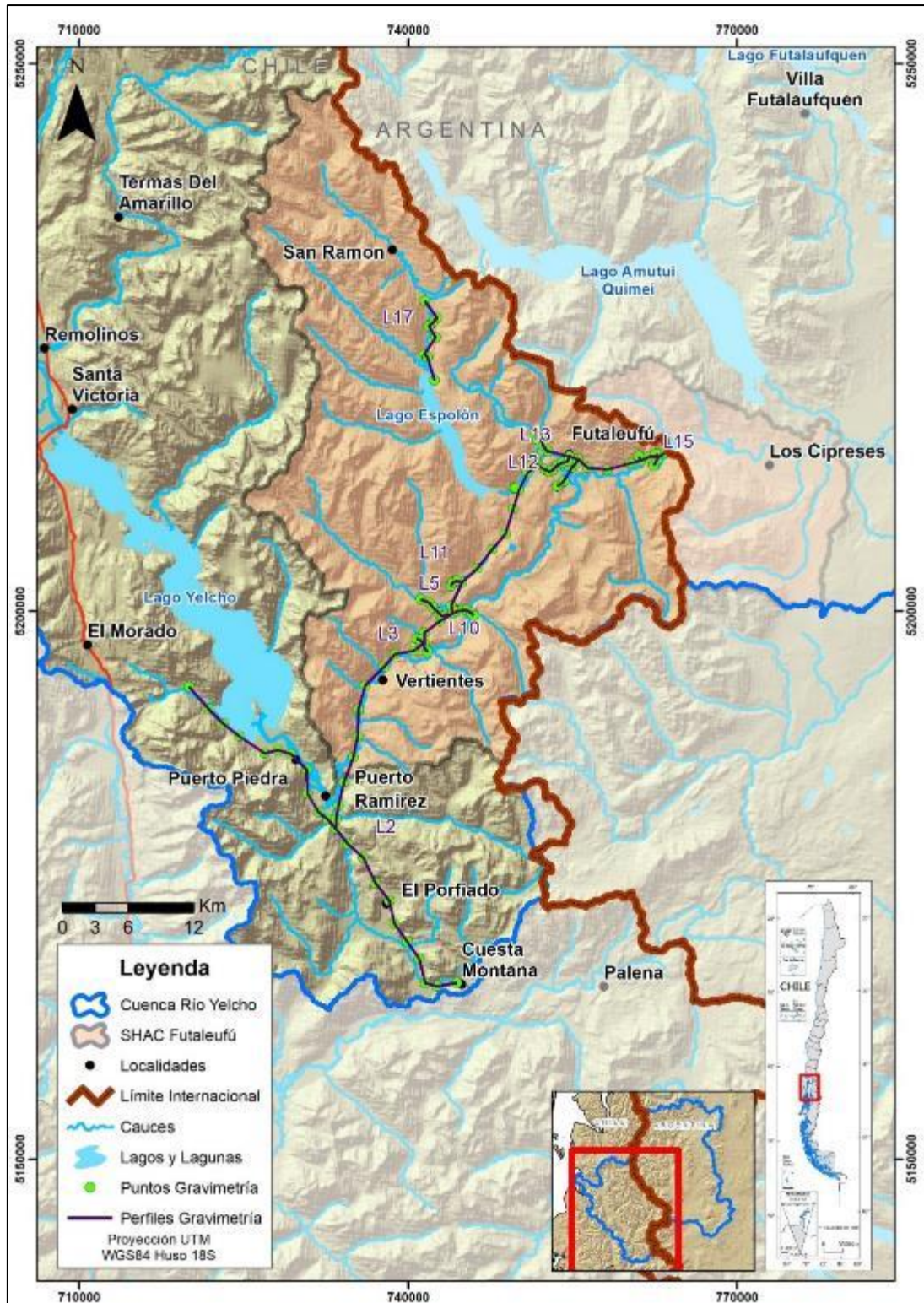
No existen decretos de escasez en la cuenca del río Yelcho, según se indica en Subanexo J.9.

4.2.2. Stock, recarga, descarga y niveles**a. Stock**

El dimensionamiento del stock de los SHAC Futaleufú y Yelcho, se realizó en base a la determinación de geometría acuífera y posterior estimación del volumen embalsado.

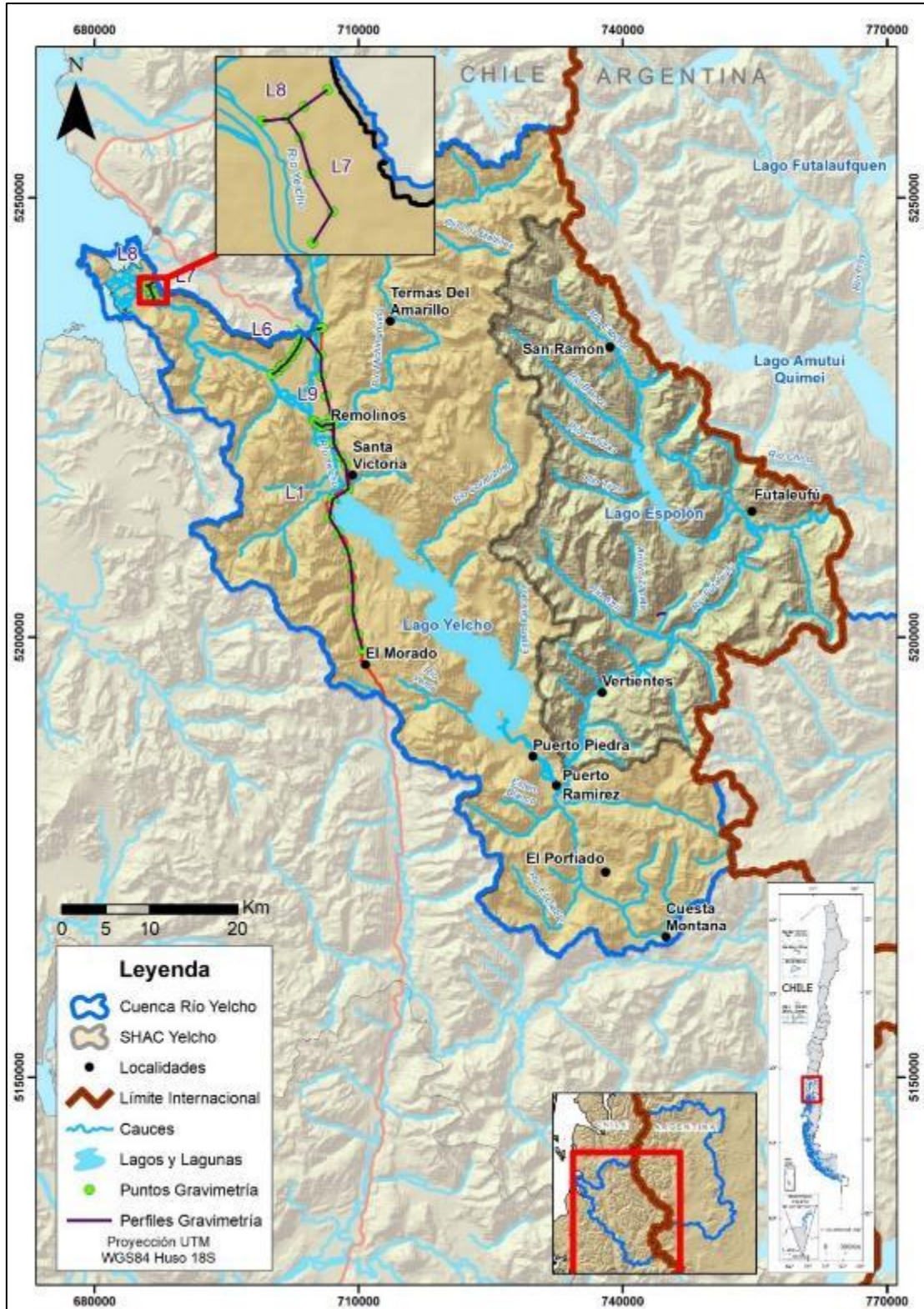
i Geometría acuífera:

Se desarrolló una campaña gravimétrica en los SHAC Futaleufú y Yelcho, que incluyó la medición de 150 estaciones gravimétricas, las cuales se distribuyeron en perfiles gravimétricos longitudinales y transversales en los depósitos fluvio-aluviales de los valles de ríos. La distribución de estaciones gravimétricas en el SHAC Futaleufú y Yelcho se presentan en la Figura 4-28 y la Figura 4-29 respectivamente.



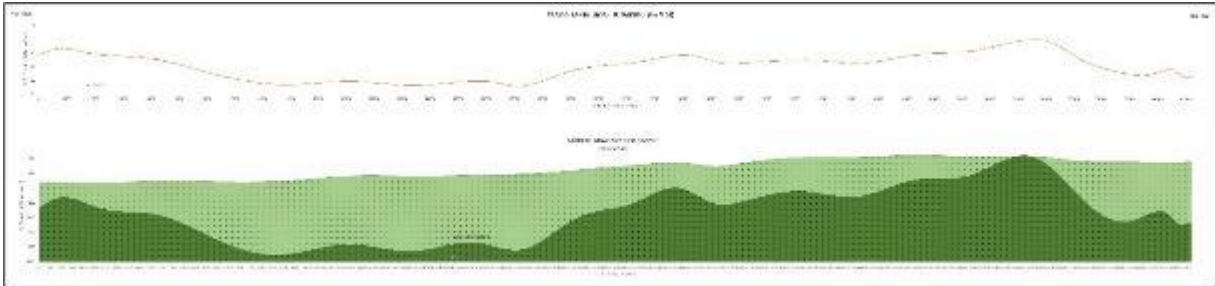
Fuente: Elaboración Propia en base a Mapoteca DGA.

Figura 4-28: Campaña Gravimetrica SHAC Futaleufú



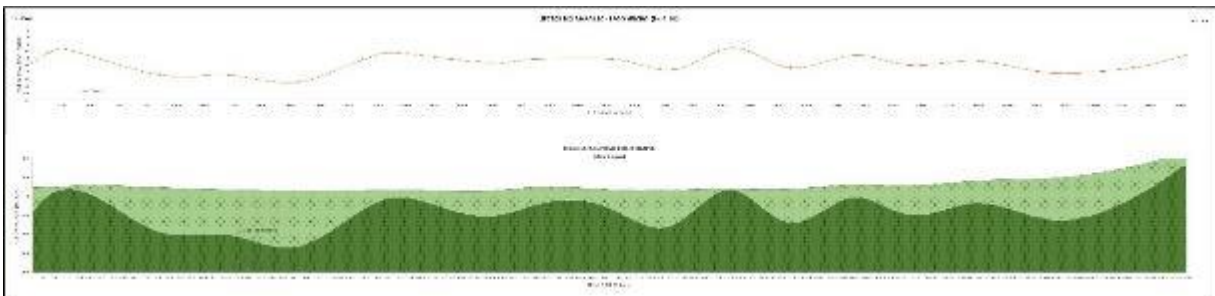
Fuente: Elaboración propia en base a Mapoteca DGA
Figura 4-29: Campaña Gravimetrica SHAC Yelcho

En las Figura 4-30 y Figura 4-31, se incluyen los perfiles gravimétricos construidos para los SHAC Futaleufú y Yelcho, respectivamente. Por otra parte, en la Figura 4-32 y Figura 4-33, se muestra la profundidad del basamento para los SHAC Futaleufú y Yelcho, respectivamente. En el acápite 5 del citado anexo H.2, se incluyen dos figuras adicionales de profundidad de basamento para cada SHAC.



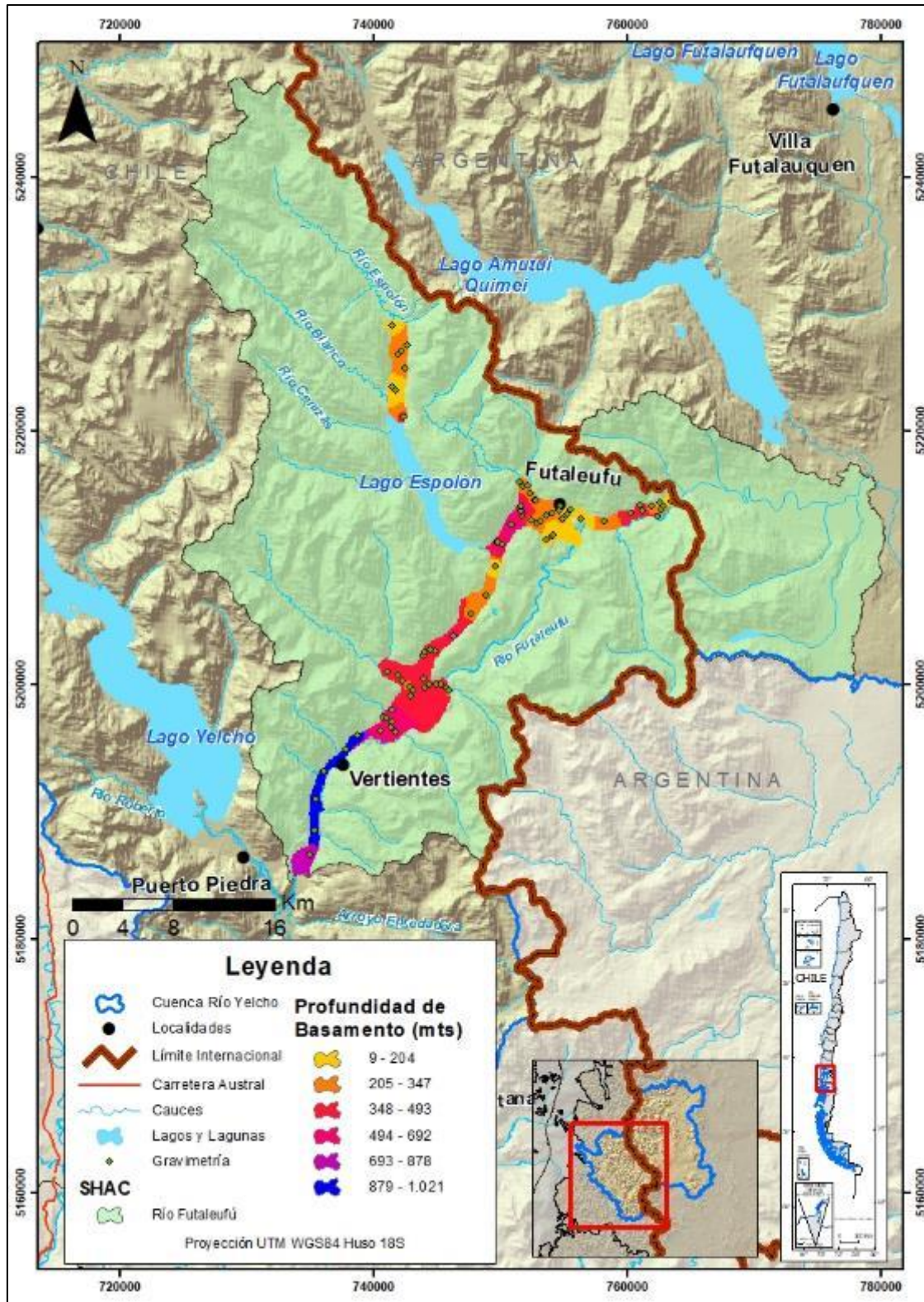
Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-30:: Perfil gravimétrico 03- Santa Lucia- Futaleufú



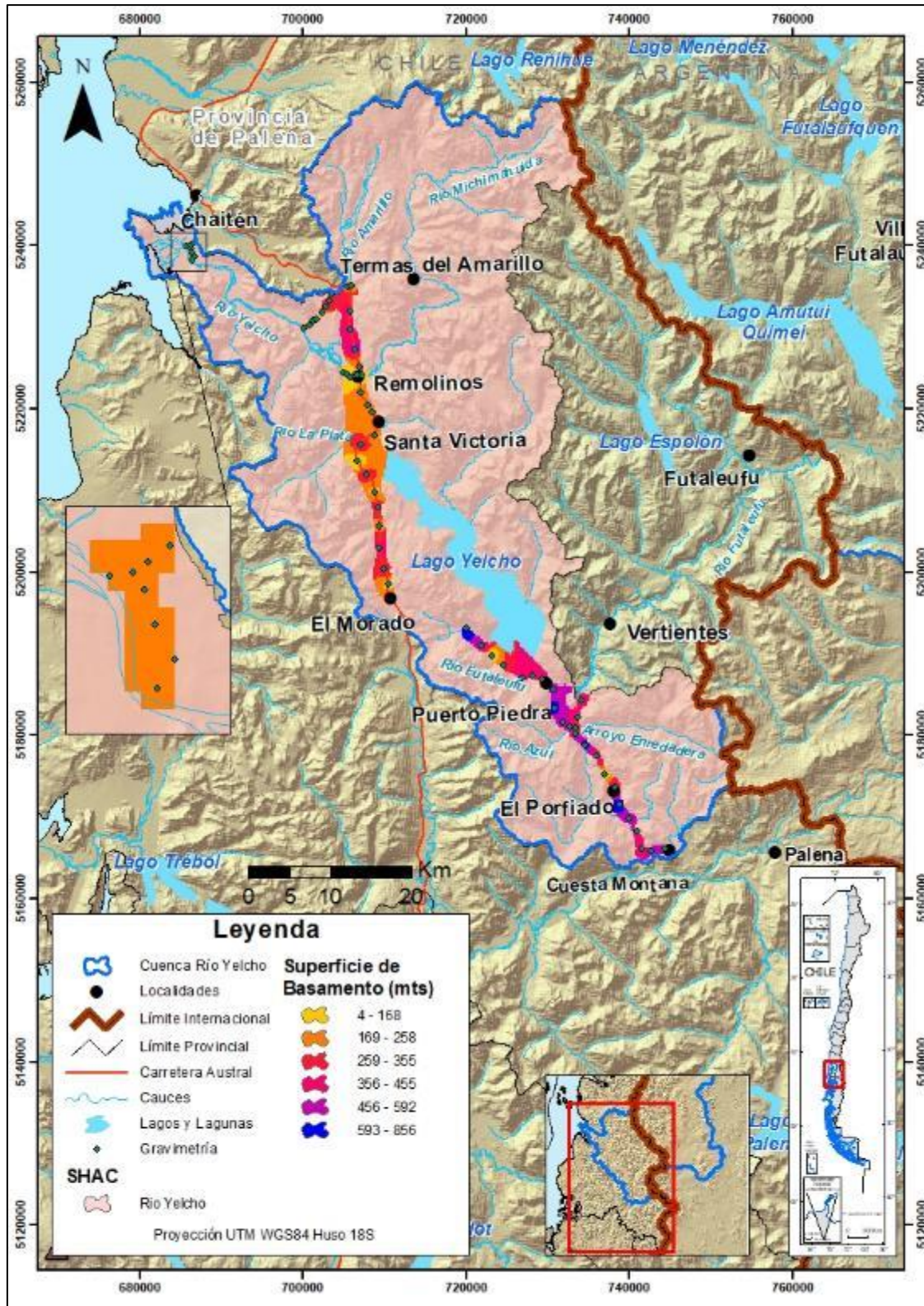
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4-31: Perfil geofísico gravimétrico denominado "Sector Amarillo Lago Yelcho- SHAC Yelcho (Perfil 01)"



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-32: Profundidad del basamento - SHAC Futaleufú



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-33: Profundidad del basamento - SHAC Yelcho

ii Estimación de volúmenes

Se calcularon valores para el volumen del acuífero de los SHAC Futaleufú y Yelcho de la cuenca del río Yelcho, antecedentes que se incluyen en la Tabla 4-18 , que a continuación se presenta.

Tabla 4-18: Volúmenes de acuíferos por SHAC.

SHAC	Volumen (hm ³)
Futaleufú	1.468
Yelcho	2.015

Fuente: Elaboración propia.

b. Niveles y flujos subterráneos

i Niveles

La Tabla 4-19 contiene la información de nivel incluidos en los expedientes de la DGA para la cuenca del río Yelcho, mientras que los niveles estáticos medidos en la actividad de catastro se incluyen en la Tabla 4-20. De acuerdo a esta información se puede obtener que, en general, los niveles en la cuenca son someros y se han mantenido en el tiempo, con valores actuales que fluctúan entre 0,82 m a 6,75 m, con un solo valor alto de 18 m para el pozo del Sr. Hinostriza medido en enero del año 2001.

Tabla 4-19: Niveles Estáticos detectados en cuenca río Yelcho

Expediente	Peticionario	Nivel Estático (m)	Fecha Medición
ND-1005-2155	Elías Desiderio Alarcón Roa	0,40	
ND-1005-1693	Compañía De Petróleos De Chile Copec S.A.	0,80	dic-2013
ND-1005-830	ESSAL S.A.	5,20	jun-2008
ND-1005-633	Fernando Coronado Asenjo	4,00	dic-2001
ND-1005-636	Edermo Joaquín Almarza Zapata	0,60	mar-2002
ND-1005-619	Octavio Vega Agurto	1,00	oct-1955
ND-1005-623	Pedro Walter Pinilla Navarro	1,20	oct-2001
ND-1005-627	Jorge Ricardo Hinostriza Troncoso	18,00	ene-2001
ND-1005-629	Jorge Lorenzo Gallardo Sáez	0,80	feb-2001
ND-1005-875	I. Municipalidad De Futaleufú	1,00	ene-2009

Fuente: Elaboración propia a partir DGA.

Tabla 4-20: Niveles estáticos- Cuenca río Yelcho

ID	Fecha medición	Tipo	NE (m)
YE03	03-04-2022	Punteras	5,00
YE07	03-05-2022	Pozo	6,37
YE09	03-06-2022	Pozo	1,68
YE10	03-06-2022	Punteras	1,50
YE20	03-05-2022	Pozo	6,75
YE37	03-08-2022	Pozo	4,95
YE38	03-08-2022	Noria	0,82

Fuente: Elaboración propia.

ii Flujos

Para la estimación de flujos subterráneos, se utilizó la ecuación de Darcy

$$Q = T * i * l$$

Con Q = caudal (m³/s), T = transmisividad (m²/día), i = gradiente hidráulico y l = largo de la sección (m)

Existen tres pozos en la cuenca del río Yelcho, en el SHAC Futaleufú, con antecedentes de prueba de bombeo y que corresponden al pozo de ESSAL, pozo en la escuela de Las Escalas y un tercero en el sector de El Límite, de los cuales se calculó el valor de T, estimado en un rango de 300 a 700 m²/día, antecedentes que se incluyen en el acápite 7 del Anexo H2. Para el SHAC Yelcho, se utilizaron los mismos valores de T calculado para el SHAC Futaleufú, debido a la continuidad de las unidades hidrogeológicas. Los valores de los flujos estimados para los SHAC Futaleufú y Yelcho, se incluyen en la Tabla 4-21, que se presenta a continuación.

Tabla 4-21: Flujos subterráneos en la cuenca del río Yelcho

SHAC	Flujo subterráneo de entrada (hm ³ /año)	Flujo subterráneo de salida (hm ³ /año)
Futaleufú	0,63 - 1,46	2,82 - 6,58
Yelcho	2,82 - 6,58	0,26 - 0,60

Fuente: Elaboración propia.

c. Tasas de Recarga

Los valores de recarga para los SHAC Río Futaleufú y Yelcho se incluyen en la Tabla 4-22, de acuerdo a lo indicado en SDT N° 359.

Tabla 4-22: Recarga SHAC-cuenca río Yelcho

SHAC	Recarga (m ³ /año)	Recarga (l/s)
Río Futaleufú	72.989.545	2.314
Río Yelcho	125.610.486	3.983

Fuente: DGA, 2014.

4.2.3. Estadística de parámetros de calidad

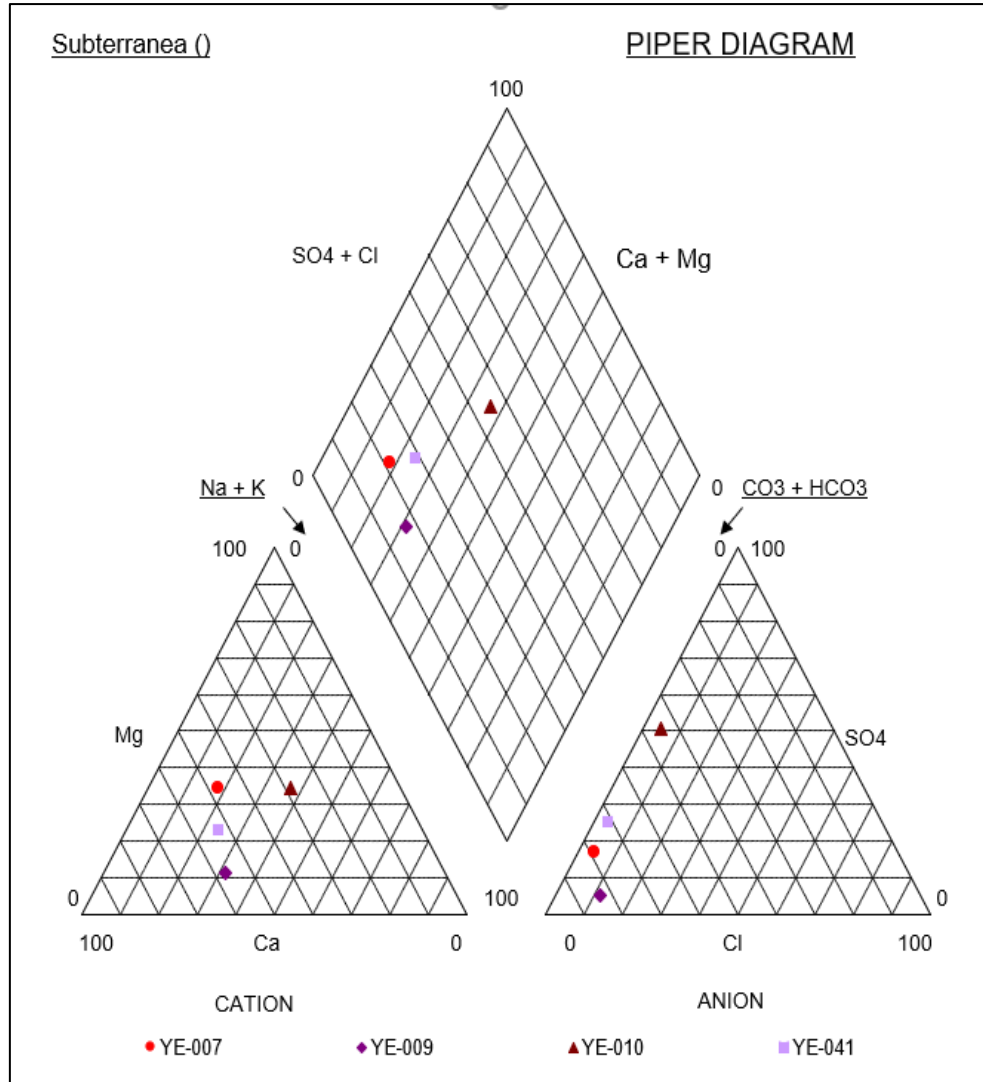
La calidad de las aguas subterráneas en la cuenca del río Yelcho, está dada por el análisis de norma (NCH409) de cuatro muestras recabadas durante la campaña de terreno realizada durante este estudio. Se consideraron además cinco muestras de vertientes, cuya información se incluye en la Tabla 4-23. Además, con el fin de tener una caracterización y clasificación general de la composición química de las aguas subterráneas muestreadas en la cuenca del río Yelcho, se elaboraron diagramas de Piper en las Figura 4-34 y Figura 4-35, así como diagramas Stiff en la Figura 4-36, que se encuentran a continuación.

Tabla 4-23: Muestras aguas subterránea y vertientes

Agua Subterránea	Vertiente
YE-007	YE-001
YE-009	YE-005
YE-010	YE-006
Y4-041 (1)	YE-008
	YE-027

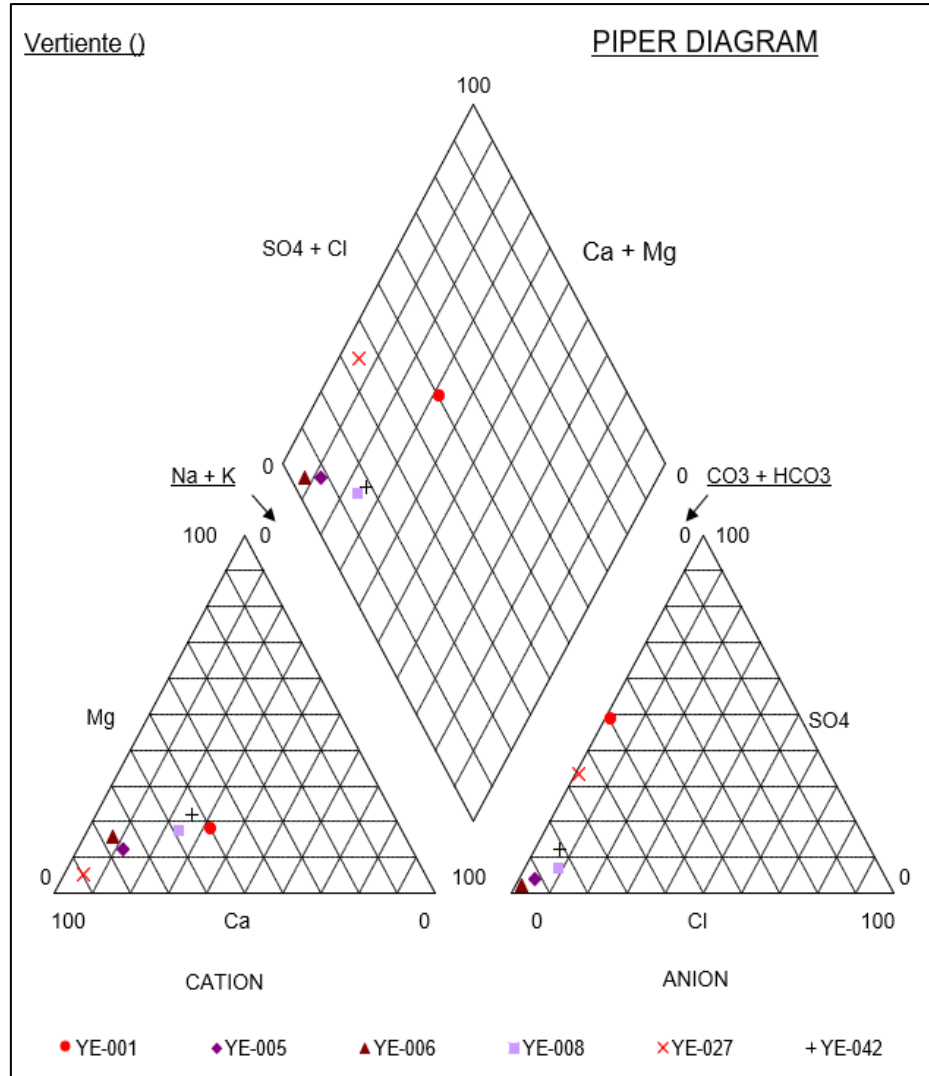
(1) Duplicada de YE-007

Fuente: Elaboración propia apoyo NCh409.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-34: Diagrama de Piper Subterránea



Fuente: Elaboración propia

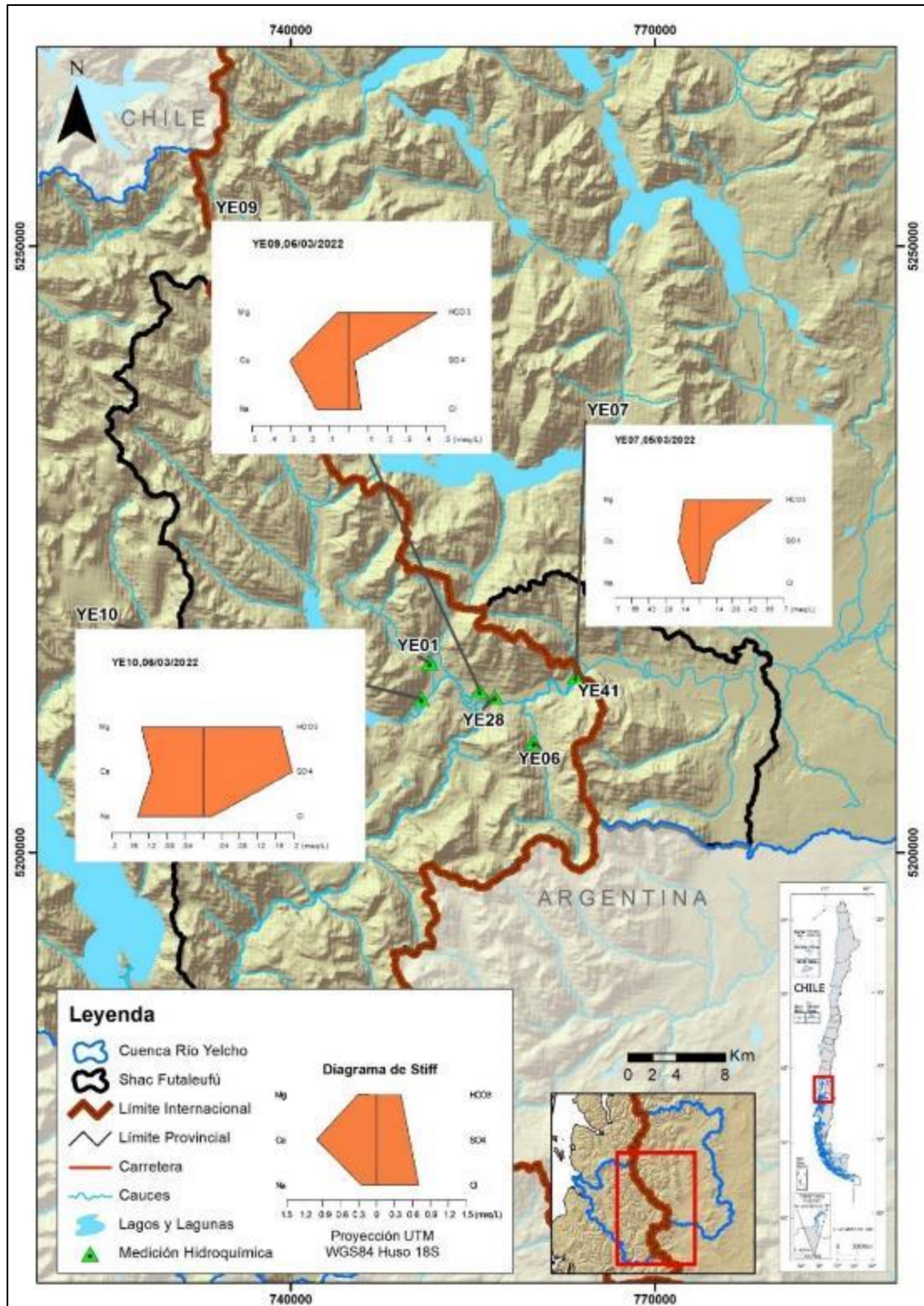
Figura 4-35: Diagrama de Piper Vertiente

En base a los diagramas de Piper mostrados en la Figura 4-34 y Figura 4-35, se puede interpretar que tres de las cuatro muestras se ubican en la parte izquierda del rombo principal son descritas como aguas "Bicarbonatadas Magnésicas", con más preferencia a ser aguas bicarbonatadas por la concentración de sus aniones en la esquina izquierda (triángulo derecho). En cuanto a la muestra "YE-010" queda definida como agua de carácter "mixto", ya que queda en el centro del romboide, al tener influencias de aguas "sulfúricas" por sus aniones, pero sin carácter dominante con respecto a sus cationes. Se puede interpretar de las muestras en general, que provienen de suelos más alcalinos que el pH del agua.

En relación a las muestras provenientes de vertientes, ocurre algo similar a las anteriores, la mayoría de las muestras se clasificarían como aguas Bicarbonatadas Magnésicas, con las muestras "YE-001" y "YE-027", con una mayor presencia de cationes de sulfato en su composición. Al igual que en los casos anteriores, estas muestras se pueden clasificar como aguas que provienen de suelos con un pH más alcalino que su composición.

Las facies geoquímicas para este PEGH son principalmente bicarbonatadas cálcicas, se observan ocurrencias de aguas sulfatadas-cálcicas y mixtas bicarbonatadas/sulfatadas.

Las facies geoquímicas para este PEGH son principalmente bicarbonatadas cálcicas, se observan ocurrencias de aguas sulfatadas-cálcicas y mixtas bicarbonatadas/sulfatadas. La composición Bicarbonatada está dada por la interacción agua-roca entre las aguas de lluvia que componen la recarga principal -cuya composición es bicarbonatada también- junto con las rocas ígneas graníticas (dioritas, granodioritas y tonalitas) del sector. La interacción agua roca provoca la disolución de plagioclasas cálcicas de la roca principal liberando iones HCO_3^- y Ca^{2+} . Las ocurrencias Sulfatadas-cálcicas estarían relacionadas con las interacciones con rocas cuaternarias sedimentarias fluvio-glaciares, donde estos sedimentos presentan mayor disponibilidad de SO_4^{2-} . Las ocurrencias de estas facies se observan en el sector cordillerano de la cuenca. En la Figura 4-36, se incluyen diagramas de Stiff para distintos puntos en la cuenca del río Yelcho.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en terreno.

Figura 4-36: Diagramas Stiff para distintos puntos en la cuenca del río Yelcho.

Las aguas subterráneas en torno a la localidad de Futaleufú presentan composiciones similares de magnesio, sodio y cloro. Las aguas del sector río Espolón y río Futaleufú presentan concentraciones levemente más bajas de calcio que en la localidad de Futaleufú y concentraciones más alta de sulfatos que en la localidad de Futaleufú. Por otro lado, se identifica un alza de concentraciones de bicarbonatos para el sector de río Espolón y la localidad de Futaleufú en comparación con los acuíferos del sector del río Futaleufú. Para ver más en detalle la metodología que fue utilizada en la planificación y desarrollo de la campaña hidroquímica de este estudio, se puede consultar el Anexo F. Además, en el Subanexo J.10 se incluyen los resultados de los análisis de los parámetros que fueron realizados por el laboratorio SGS Chile.

La Ilustre Municipalidad de Futaleufú ha mandatado y construido cinco pozos en la comuna, de los cuales se tienen antecedentes de análisis químico de Cadmio, Cloro Libre Residual, Hierro, Magnesio, Manganeso, Nitrito, Nitrito, Nitrato, pH, Plomo, Selenio, Zinc. Además, hay control por *Escherichia coli*, coliformes fecales, color verdadero, olor y turbiedad, analizados por el laboratorio de Aguas Patagonia, todos conformes a la norma de agua potable, análisis químicos que se han incluido en Subanexo J.10.

4.2.4. Fuentes de contaminación

De acuerdo al análisis de aguas subterráneas efectuada en este proyecto, se establece que todos los parámetros analizados se encuentran bajo la Norma AP (NCH 409), con excepción de la muestra extraída en el río Espolón (YE-007), que se encuentra excedida en Fe y Mn y asimismo de la norma de riego. Además, las aguas subterráneas en el río Futaleufú, río Espolón y en la localidad de Futaleufú, se encuentran excedidas en cobalto de acuerdo a la norma de riego, y en alcalinidad para el río Futaleufú.

4.2.5. Derechos Concedidos

A continuación, se presenta el análisis de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) subterráneas otorgados en la cuenca del río Yelcho, donde los resultados se presentan en función del tipo de Derecho y ejercicio del Derecho. No se realizó análisis de DAA otorgados según tipo de solicitud, debido a que los DAA encontrados en la cuenca corresponden en su totalidad a "Nuevos Derechos" (ND).

En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la cuenca del río Yelcho hay catorce (14) DAA subterráneos. En la Tabla 4-24 se entregan los caudales en litros por segundo que constituyen los derechos señalados, mientras que en la Tabla 4-25 se presenta la distribución de los DAA subterráneos otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA, donde se observa que la totalidad de los DAA son del tipo consuntivo con un ejercicio permanente y continuo.

Tabla 4-24: DAA y caudal otorgados

Naturaleza del Agua	Derechos constituidos	Caudal otorgado(l/s)
Subterránea	14	25,75

Fuente: Elaboración propia a partir DGA.

Tabla 4-25: DAA otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA

Tipo de DAA y Ejercicio del DAA	Derechos constituidos	%	Caudal	
			l/s	%
Consuntivo	14	100	25,75	100
Permanente y Continuo	14	100	25,75	100

Fuente: Elaboración propia a partir DGA

4.3. GLACIARES

4.3.1. Aporte a las fuentes superficiales

En la Tabla 4-26 se muestra a objeto de comparación con los inventarios nacionales, el inventario Randolph y las comparaciones con otros datos y modelos globales. El volumen de hielo obtenido por Millan *et al.*, (2022) es muy superior al que indica el inventario nacional (DGA, 2015b) de **5.860 hm³**, lo que se debe, de un lado, a la inclusión de los glaciares argentinos, y por otro lado tiene relación con la metodología empleada por cada trabajo (parametrización de espesor según área en DGA versus modelación de espesores a partir de dinámica del hielo).

Por su parte, hay una consistencia en términos de áreas netas (no así en el número de glaciares) del RGI6 en comparación con los inventarios nacionales. Esta diferencia con RGI6 ha sido detectada en otras cuencas y está asociada con la delimitación de divisorias de hielo de glaciares individuales que no necesariamente siguen los mismos criterios de la DGA. De esta forma es que, para determinar el volumen total de hielo perdido entre el año 2000 y 2018 en la cuenca del río Yelcho, se utilizó el cambio de elevación de hielo calculado por Dussailant *et al.*, (2019) quien utilizó como base de comparación las áreas englacadas del RGI6.

Tabla 4-26: Cuadro comparativo de catastros de glaciares nacionales en el río Yelcho respecto a otras fuentes de datos y variaciones morfométricas.

Indicadores por país	Glaciares (números)	Área (km ²)	Vol. Hielo (hm ³)	Vol. Hielo (hm ³ ; Millan et al., 2022)	Cambio de espesor m/año 2000-2018 (Dussailant et al., 2019)
Inventarios nacionales Ch+Arg*	1.488	226,03	-	10.120	-0,53
RGI6**	626	245,23	n/d		

*En Chile IPG22 (DGA, 2022); en Argentina INV18 (IANIGLA-CONICET, 2018).

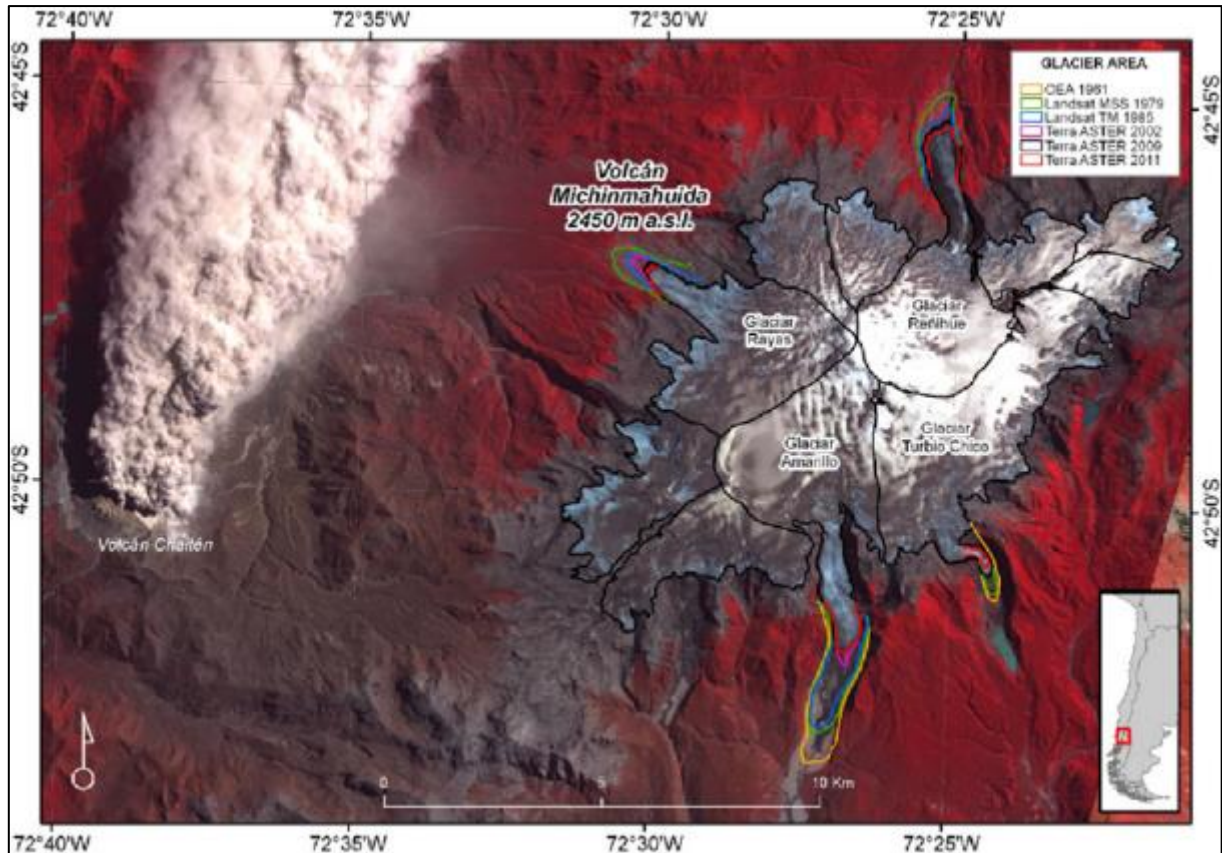
** RGI6 (Pfeffer et al., 2014).

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Evolución histórica y aportes a fuentes

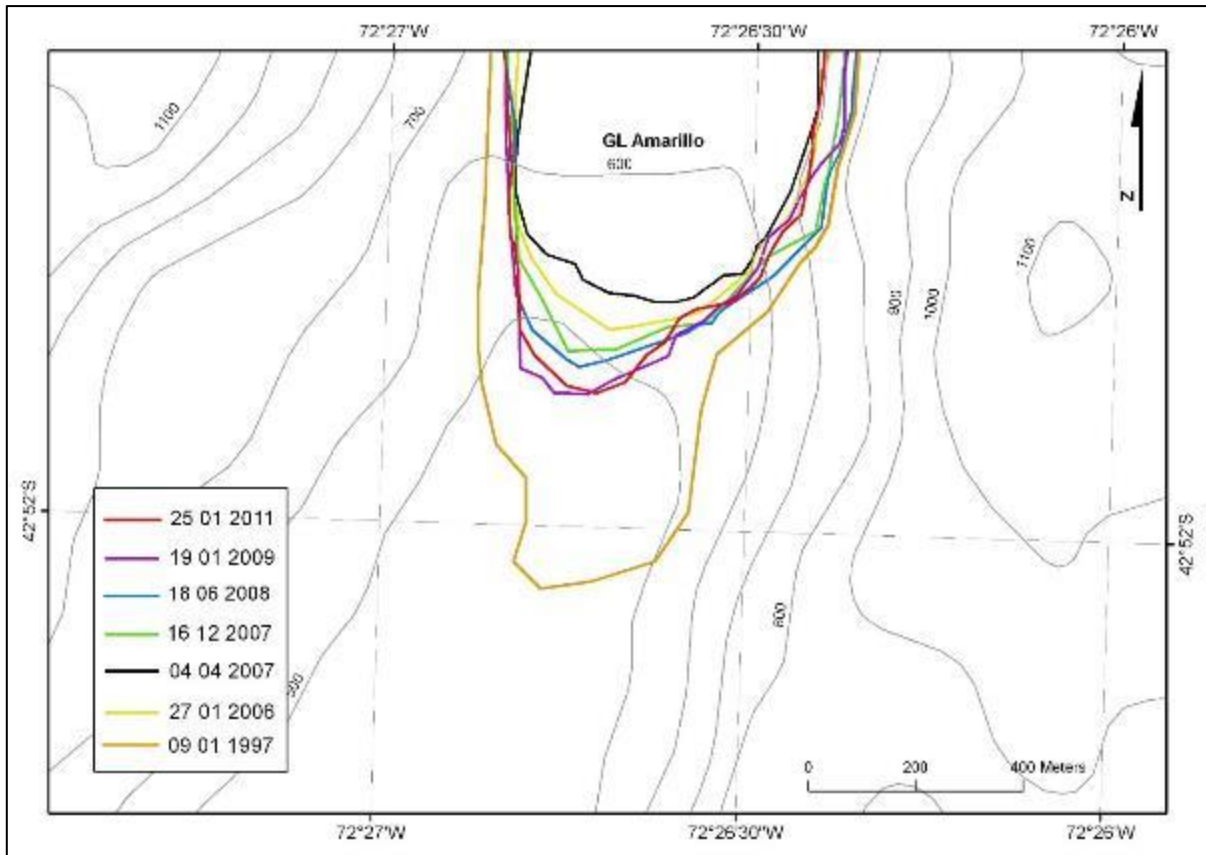
En la cuenca del río Yelcho también se han observado retrocesos glaciares y aumento del número de lagos proglaciares en respuesta a factores climáticos combinados con impactos volcánicos de distintos signos. Uno de los fenómenos más interesantes de interacciones glacio-volcánicas en el sur de Chile han ocurrido en el volcán Michinmahuida, luego de la erupción del volcán Chaitén que depositó un volumen masivo de cenizas en su superficie (Figura 4-37). Pese a que los numerosos glaciares localizados sobre conos volcánicos han documentado una señal de largo plazo negativa consistente con el cambio climático, la cual se exagera con la actividad volcánica, en este caso sucedió un efecto inverso. Producto de la erupción, el glaciar Amarillo experimentó un proceso de avance frontal de corto plazo entre 2008 y 2009 (Figura 4-38). En lo sucesivo, el glaciar retomó su retroceso (Figura 4-39) y su adelgazamiento en respuesta al cambio climático.

Por otra parte, Nevado del Yelcho también ha experimentado procesos similares de retroceso y adelgazamiento en el largo y mediano plazo (Figura 4-40). Al respecto también cabe mencionar el fuerte adelgazamiento, en el sur del Nevado, del glaciar que da origen al río Burritos, fuera de la cuenca. Si bien el aluvión no fue originado estrictamente por un derretimiento del glaciar, sino por la desestabilización de laderas abruptas debido a un evento térmico extremo, es interesante constatar que ese glaciar venía experimentando una pérdida volumétrica de largo plazo y con anterioridad al aluvión.



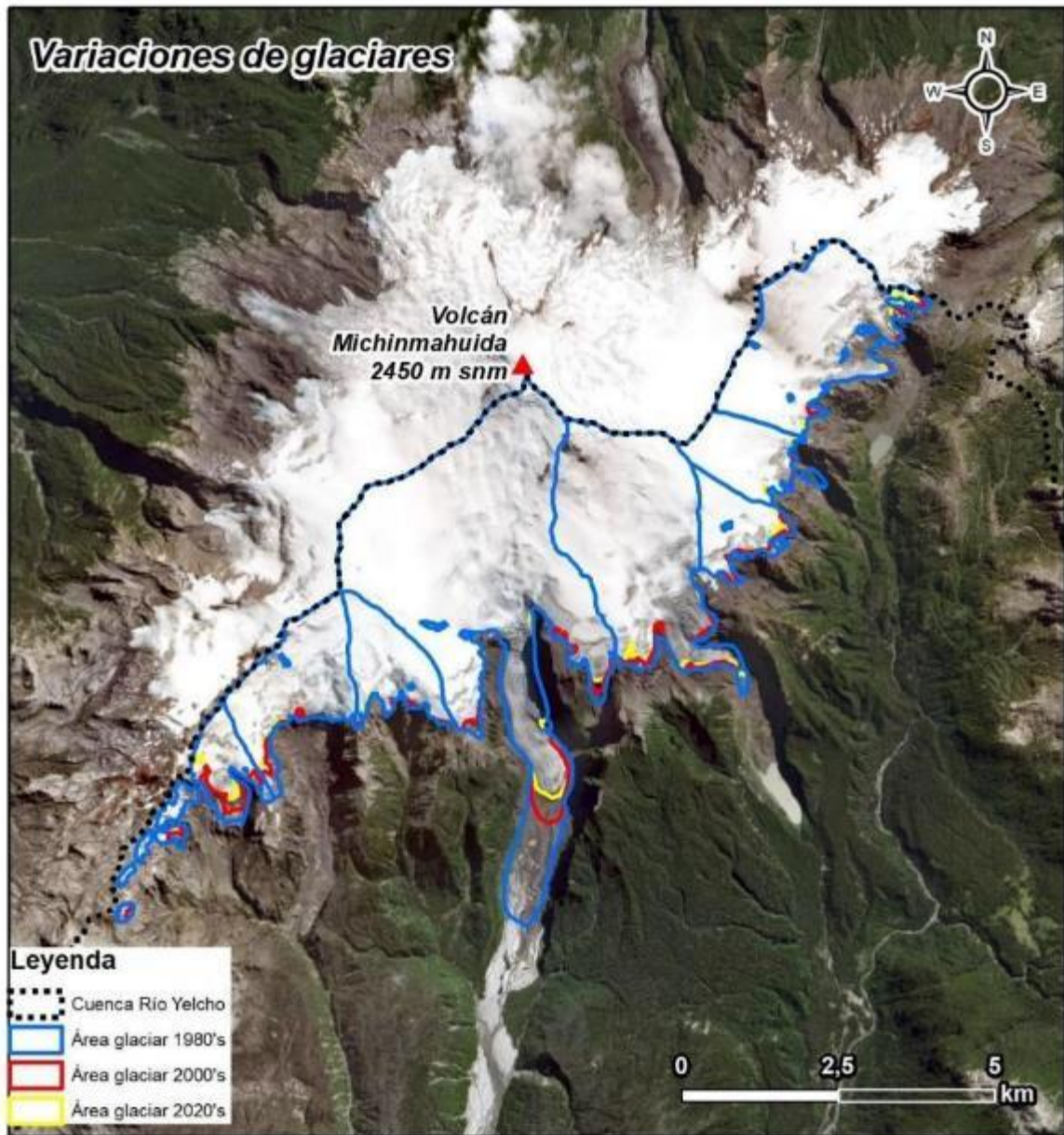
Fuente: A. Rivera, Bown, *et. al.*, 2012

Figura 4-37: Volcán Michinmahuida durante la erupción del volcán Chaitén en 2008



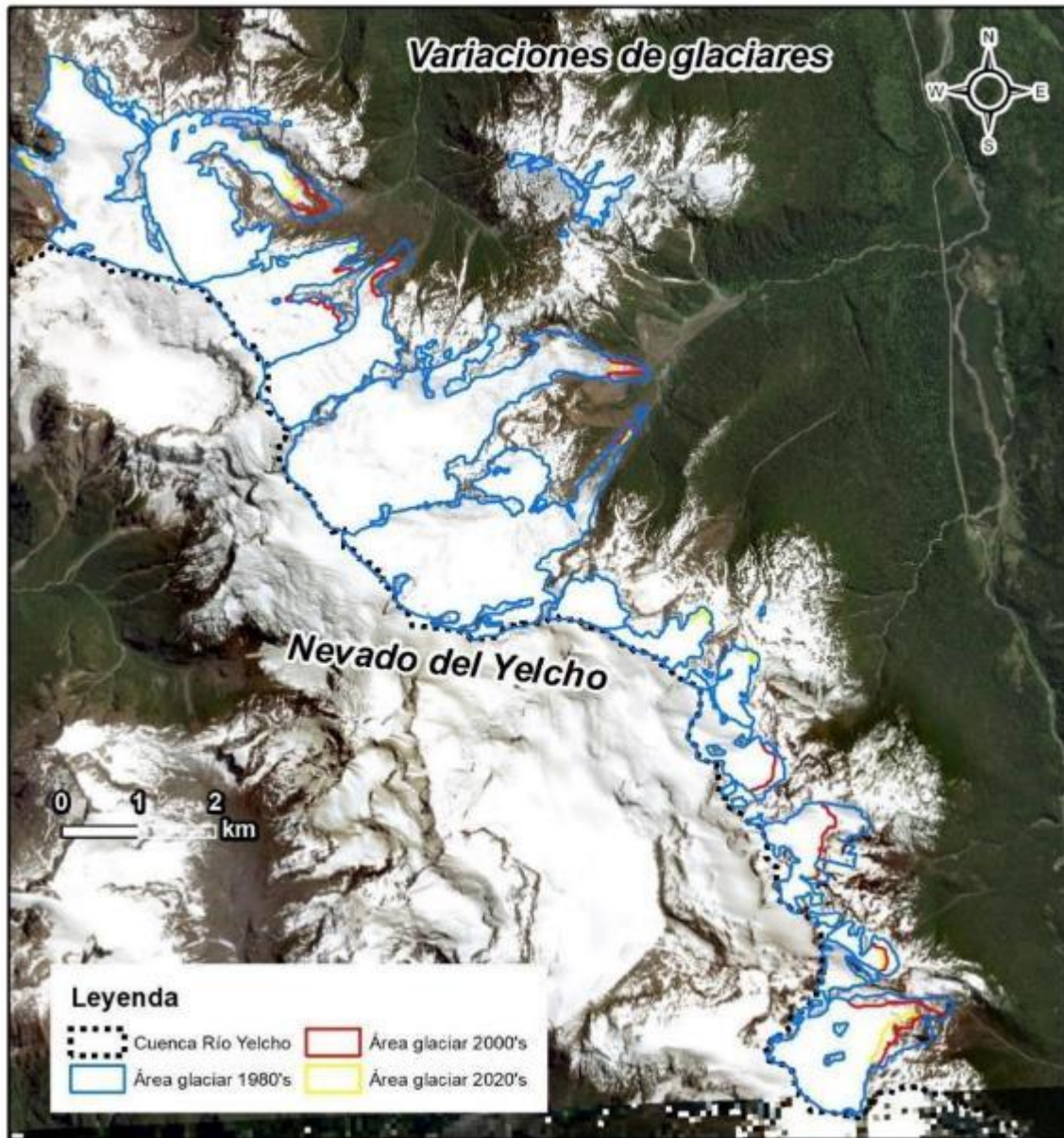
Fuente: A. Rivera, Bown, *et al.*, 2012.

Figura 4-38: Avance frontal del glaciar Amarillo



Fuente: portal glaciologia.cl

Figura 4-39: Retroceso del glaciar Amarillo y otros glaciares vecinos.



Fuente: portal glaciologia.cl

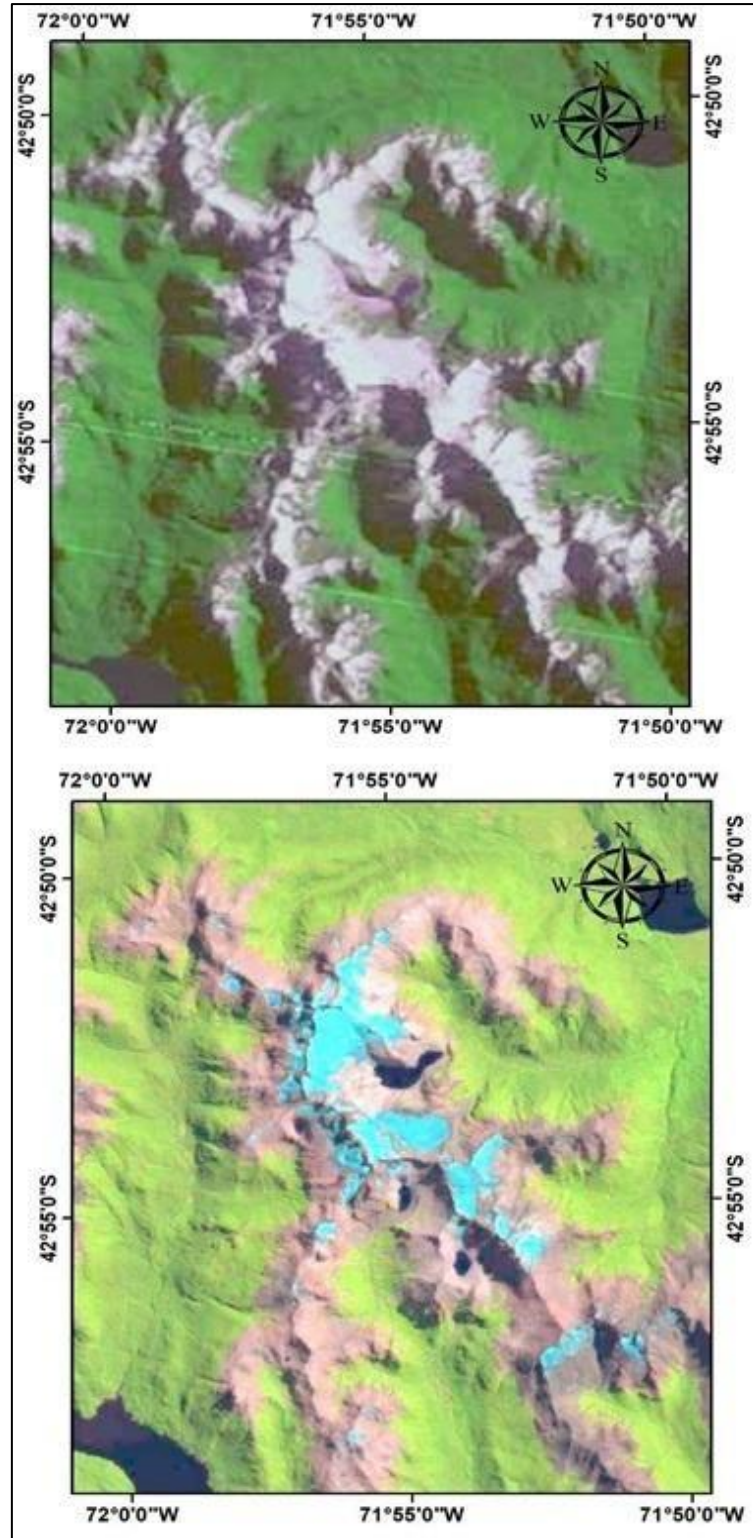
Figura 4-40: Cambios frontales de glaciares en el Nevado del Yelcho.

Para determinar las consecuencias del retroceso glaciar en términos de expansión de lagos proglaciares en el río Yelcho, se analizaron imágenes satelitales de 1976 y 2022. En ellas se pudo detectar que, en los 46 años, el número de lagos asociados a glaciares ha crecido exponencialmente (Tabla 4-27). En la imagen satelital del año 1976, los lagos proglaciares (en contacto con glaciares) eran solo 15 y de escasa área. En el año 2022 se observan numerosos lagos que antes eran ocupados por hielo (Figura 4-41) y que fueron formados en hondonadas, fondos de valles, circos y cuencas sobre excavadas, donde al desaparecer los glaciares, se acumuló agua formando lagos. Otros lagos son preexistentes y se han ido expandiendo, en algunos casos podría ser susceptibles de tener procesos tipo GLOF en tanto se detectan algunos embalsados por cordones morrénicos formados durante avances glaciares pretéritos, probablemente durante la LIA ocurrida en la segunda mitad del siglo XIX (Glasser *et al.*, 2011). Estas morrenas de empuje o terminales pueden presentar inestabilidades estructurales, por lo que ante avalanchas o desprendimientos de roca y/o hielo, pueden colapsar. La distinción y caracterización de estos lagos en términos de su vulnerabilidad y riesgos deben ser materia de estudios de detalle especializados (Kougkoulos *et al.*, 2018).

Tabla 4-27: Número y área de lagos proglaciares, cuenca del río Yelcho.

Fecha	Número de lagos	Área (km ²)	Tamaño máximo (km ²)	Imagen
Marzo 14, 1976	15	1,55	0,27	Landsat MSS
Febrero 17, 2022	113	11,01	0,79	Landsat OLI8
Diferencia	+98	+9,46		

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: portal glaciologia.cl

Figura 4-41: Ejemplo de formación de lagos proglaciares entre 1976 (sup) y 2022 (inf).

En síntesis, de continuar las actuales condiciones climáticas tal como se prevé en todos los escenarios del IPCC, los glaciares de la cuenca seguirán reduciendo sus áreas en forma acelerada (Rivera, Bravo & Buob, 2017). No obstante, lo anterior, es posible que la actividad volcánica acelere esos cambios, o como se observó en el Volcán Michinmahuida en la cuenca del Yelcho, algunos pueden experimentar avances debido erupciones volcánicas (Rivera et al., 2012b).

Basado en todo lo anterior, el resultado de este análisis es que el área glaciar en la cuenca del Yelcho experimentó una pérdida volumétrica de **-120 hm³** eq por año, lo que totaliza para el periodo de estudio del 2000 al 2018, un volumen de **-2.100 hm³** de hielo. Los datos glaciológicos que alimentan estas proyecciones son generados por modelos globales o regionales (Pfeffer et al, 2014; Dussaillant et al, 2019; Millan et al, 2022), que no tienen validación con mediciones directas de glaciares en la cuenca, por lo que hay una importante incertidumbre de estas proyecciones.

Fuera de los dos centros englaciados principales de la cuenca, donde se han estudiado eventos hidrológicos extremos y variaciones glaciares, los restantes glaciares pequeños tienen muy limitado conocimiento, todo lo cual requiere incrementarse, en particular en los procesos de balances de masa y estimación precisa del volumen de hielo. El retroceso glaciar necesariamente afectará los caudales en el largo plazo y la provisión de servicios ecosistémicos. Además, estos glaciares pueden ser afectados por el volcanismo presente en la región, que al derretir nieve y hielo pueden generar flujos rápidos tipo lahares de alta peligrosidad.

Para enfrentar estas incertidumbres en la cuenca de estudio, es necesario mapear la topografía superficial y subglacial de los 2 principales centros englaciados, lo cual mejoraría significativamente la cuantificación del volumen de hielo almacenado, permitiría evaluar riesgos y caracterizar de manera apropiada los servicios ecosistémicos de éstos y variaciones volumétricas a futuro.

4.3.3. Evolución proyectada y aportes a fuentes

Dado que el calentamiento atmosférico en las latitudes donde se localiza esta cuenca es moderado en comparación con las cuencas ubicadas un poco más al sur (Aysén-Baker), en lo que resta del siglo XXI este calentamiento debería intensificarse en concordancia con los aumentos de temperaturas proyectados en el escenario optimista del IPCC (IPCC, 2019). Basado en esto, la reducción del hielo en esta región continuará tal como ha sido señalado en estudios de la última década (Rivera et al., 2017), en tanto aumentará el derretimiento. Lo anterior será relevante en el caso de los glaciares del volcán Michinmahuida y Nevado Yelcho dado que la superficie de hielo susceptible de recibir este impacto es mayor. Los glaciares pequeños continuarán en desequilibrio, con variaciones de áreas de pequeña escala, pero es viable que en futuros inventarios se detecte la desaparición de muchos glaciares pequeños, los que se encuentran en torno a una hectárea en la actualidad. En este contexto, se esperan mayores contribuciones hídricas a lo actual de los dos principales centros englaciados de la cuenca Yelcho, con balances de masa superficiales más negativos en sintonía con los modelos climáticos existentes en Patagonia (Bravo et al., 2021).

5. BALANCE DE AGUA

5.1. MODELOS HIDROGEOLÓGICOS CONCEPTUALES

Los resultados principales obtenidos del Modelo Hidrogeológico Conceptual construido para la cuenca del río Yelcho, se presentan a continuación en las Tabla 5-1, Tabla 5-2 y Tabla 5-3, las cuales muestran un resumen de las unidades y profundidades de los sectores, las transmisividades, recargas, flujos pasantes y volúmenes en la cuenca. Se incluye el detalle, la metodología y resultado en el Anexo H2 - Modelo Hidrogeológico Conceptual.

Tabla 5-1: Resumen de unidades y profundidades de los sectores en la cuenca del río Yelcho

SHAC	Unidades	Profundidades de basamento(m)
Futaleufú	I, II, III, IV, V y VI	150 a 800 m
Yelcho	I, II, III, IV, V y VI	200 a 800 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-2: Resumen de transmisividades, recarga y flujos pasantes en la cuenca del río Yelcho

SHAC	Transmisividad estimada (m ² /d)	Recarga (hm ³ /año)	Flujo subterráneo de entrada (hm ³ /año)	Flujo subterráneo de salida (hm ³ /año)
Futaleufú	300 a 700	73,00	0,63 - 1,46	2,82 - 6,58
Yelcho	300 a 700	125,60	2,82 - 6,58	0,26 - 0,60

Fuente: Elaboración propia.

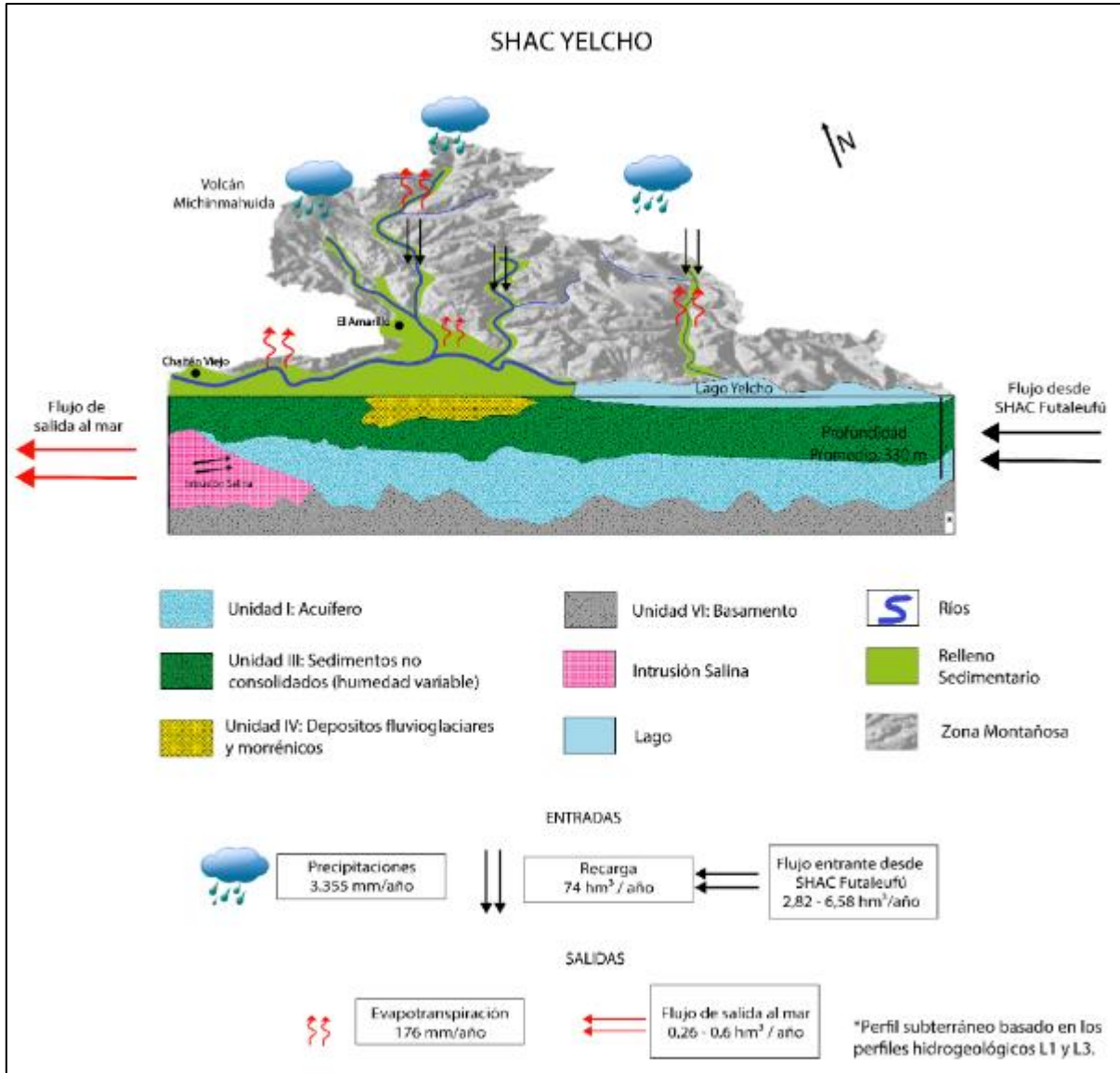
Tabla 5-3: Volúmenes en la cuenca del río Yelcho

SHAC	Volumen (hm ³)
Futaleufú	1.468
Yelcho	2.015

Fuente: Elaboración propia.

5.2. MODELOS 3 D

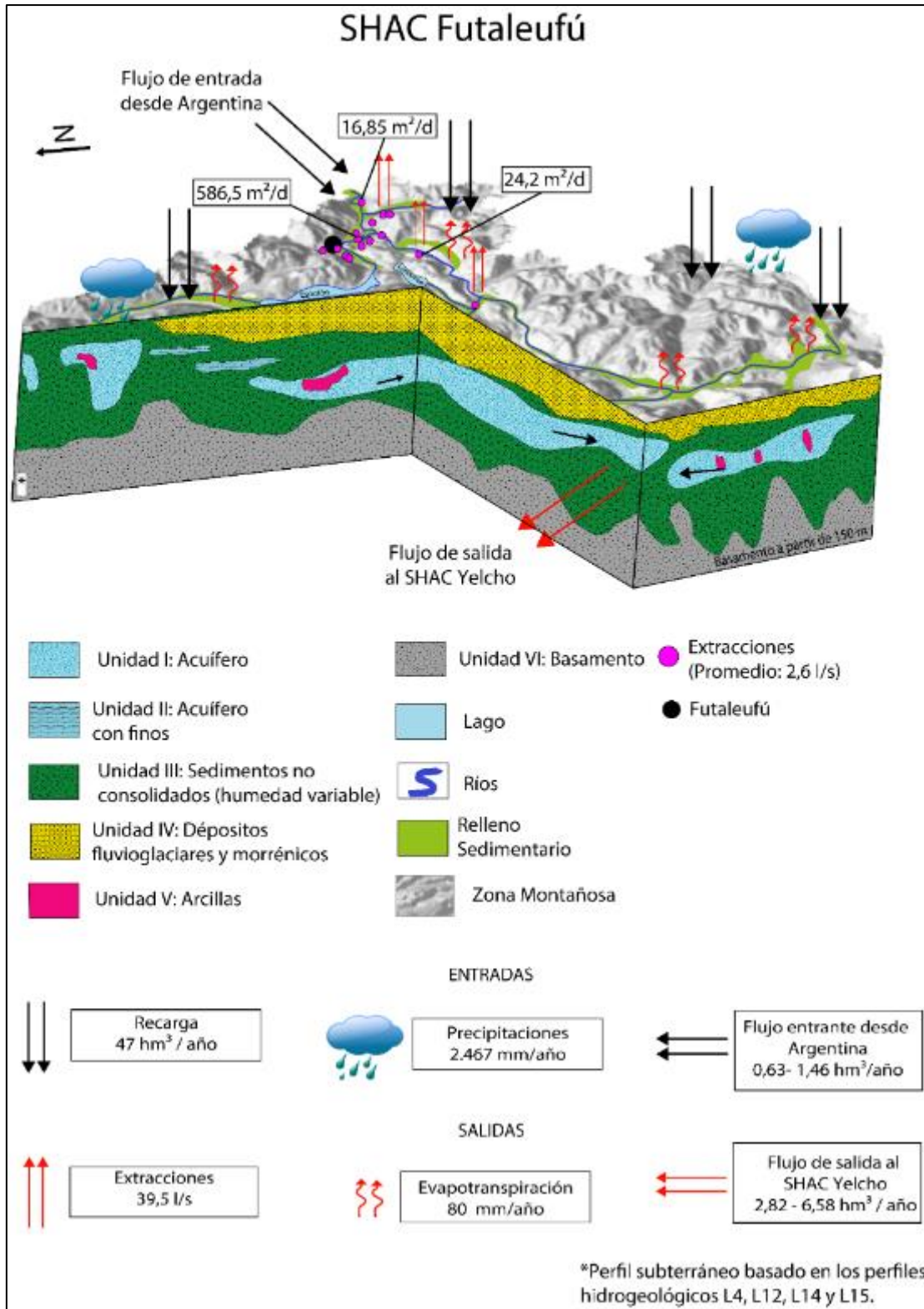
En la Figura 5-1 se presenta el modelo 3D para el SHAC Yelcho. En este se muestran las principales componentes del funcionamiento hidrogeológico de la cuenca. El flujo subterráneo presenta una dirección similar a los cauces superficiales, con un flujo de entrada proveniente del SHAC Futaleufú y un flujo de salida hacia el océano pacífico en el sector de Chaitén. Las principales recargas se presentan en los sectores topográficamente más altos del SHAC con valores de 126 hm³/año, mientras que las extracciones del acuífero son mínimas con un valor de 0,03 hm³/año. De manera esquemática se presentan la disposición de las unidades hidrogeológicas ubicadas principalmente en torno al valle del río Yelcho. Superficialmente se identifican sedimentos no consolidados de humedad variable (Unidad III) con sectores en los que aparecen localmente depósitos fluvio-glaciares y morrénicos (Unidad IV). Bajo estas unidades se concentra el acuífero (Unidad I) que es intruido por aguas salinas en el sector de Chaitén. La profundidad promedio del basamento en esta zona se identifica a 330 m. Dada la escasa información existente no fue posible estimar interacciones río-acuífero y lago-acuífero, pero se presume que los acuíferos actúan como aportantes a los cuerpos de agua superficiales.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-1: Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D- SHAC Yelcho

En la Figura 5-2 se presenta el modelo 3D para el SHAC Futaleufú. En este se muestran las principales componentes del funcionamiento hidrogeológico de la cuenca. El flujo subterráneo presenta una dirección similar a los cauces superficiales, con un flujo de entrada proveniente de territorio argentino y un flujo de salida hacia el Yelcho en el sector del Lago Yelcho. Las principales recargas se presentan en los sectores topográficamente más altos del SHAC con valores de 73 hm³/año, mientras que las extracciones del acuífero se concentran en los sectores aledaños a Futaleufú con un valor 0,13 hm³/año. De manera esquemática se presentan la disposición de las unidades hidrogeológicas ubicadas principalmente en torno a los valles del río Espolón y río Futaleufú. Principalmente se identifican sedimentos no consolidados de humedad variable (Unidad III) cubiertos por depósitos fluvio-glaciares y morrénicos (Unidad IV). Dentro de la Unidad III se concentran bolsones de acuíferos (Unidad I) y acuíferos con finos (Unidad II). Además, se identifican depósitos de arcilla (Unidad V) de manera local en la Unidad I. La profundidad promedio del basamento en esta zona se identifica a partir de los 150 m. Dada la escasa información existente no fue posible estimar interacciones río-acuífero y lago-acuífero, pero se presume que los acuíferos actúan como aportantes a los cuerpos de agua superficiales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-2: Modelo Hidrogeológico Conceptual 3D- SHAC Futaleufú

5.3. MODELO DE SIMULACIÓN

En el presente acápite, se muestran los principales resultados relacionados a la situación actual y proyectada para las Cuencas e Islas. El detalle de la metodología y resultados se pueden revisar en el Anexo H.1.

5.3.1. Situación actual

Para la calibración del modelo a través de WEAP, se realizaron comparaciones entre las series de datos simuladas versus las observadas en las estaciones fluviométricas presentes en la zona de estudio. De este modo, se logró una semejanza entre los caudales simulados y los históricos. Para obtener mayor detalle sobre esto, se puede consultar el Anexo H.1, en el acápite 5.1.

Durante el proceso de calibración del modelo WEAP sobre las cuencas se ajustaron las magnitudes y estacionalidades de los caudales superficiales y de la evapotranspiración potencial (PET). En el caso de los caudales, las series históricas observadas se obtuvieron desde estaciones fluviométricas DGA. Debido a la falta de estaciones de monitoreo evapotranspirativas se optó por utilizar datos de reanálisis provenientes de GLEAM (Modelo Global de Evaporación Terrestre de Ámsterdam).

En cuanto a la eficiencia obtenida de la simulación, en la Tabla 5-4 se presenta un resumen de los estadígrafos obtenidos en cada estación fluviométrica evaluada. Se puede observar que la calidad en los ajustes de la calibración es variable a lo largo del modelo. Se aprecia como en la zona alta, referente al territorio argentino, la estación Carrileufú en Cholila presenta ajustes aceptables y en algunos casos regulares, dependiendo del instrumento de medición de desempeños con el que se evalúe. Se puede ver como alcanza desempeños de 0,5 según la eficiencia de Kling-Gupta (KGE), mientras que para Nash-Sutcliffe (NSE) de apenas 0,16. Esta estación, con un caudal simulado promedio de 57 [m³/s], constituye la menor cantidad de oferta hídrica del sistema, con un orden de aproximadamente 8 veces menos respecto a estaciones aguas abajo. Seguidamente, en territorio nacional se encuentran las estaciones fluviométricas con mayor aporte hídrico al sistema, liderando la estación Río Futaleufú ante Junta Río Malito, con un caudal simulado promedio de 453 [m³/s]. Los ajustes alcanzados en estas estaciones son buenos, con desempeños (KGE) mayores a 0,6 e incluso 0,7 en la estación de más aguas abajo, lo cual permite establecer una correcta interpretación de los procesos del ciclo hidrológico ocurridos a lo largo y ancho de la cuenca.

Tabla 5-4: Indicadores de desempeño en la calibración para el período Histórico comprendido entre 1980 – 2020 en las estaciones fluviométricas DGA.

Subcuenca	Estación	KGE	NSE	R ²
Carrileufú	Carrileufú En Cholila (ARG)	0,40	0,16	0,35
Espolón	Desagüe Lago Espolón (CL)	0,61	0,15	0,40
Futaleufú	En la Frontera (CL)	0,66	0,35	0,50
	Ante Junta Río Malito (CL)	0,71	0,50	0,55
Desempeño promedio		0,60	0,30	0,45

Fuente: Elaboración propia. Los indicadores corresponden a Kling-Gupta modificado (KGE), en función de la correlación (r) y Nash-Sutcliffe (NSE).

5.3.2. Situación proyectada

En el Anexo H.1, se presenta la metodología de selección del MCG a considerar en la evaluación del escenario de cambio climático para la situación proyectada. Este modelo corresponde al IPSL-CM6A-LR, de la familia de modelos de CMIP6. A continuación, en la Tabla 5-5, se presenta la comparación entre el promedio del período histórico versus el promedio de la situación proyectada. Se aprecia una disminución de los caudales medios anuales, consecuencia de la disminución de las precipitaciones, de acuerdo con el Modelo de Circulación General utilizado, con un promedio de variación de 12%.

Tabla 5-5: Caudales medios anuales (Q_{MA}) en [m³/s] para los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050) sobre los puntos de interés ambiental en la Cuenca del Río Yelcho.

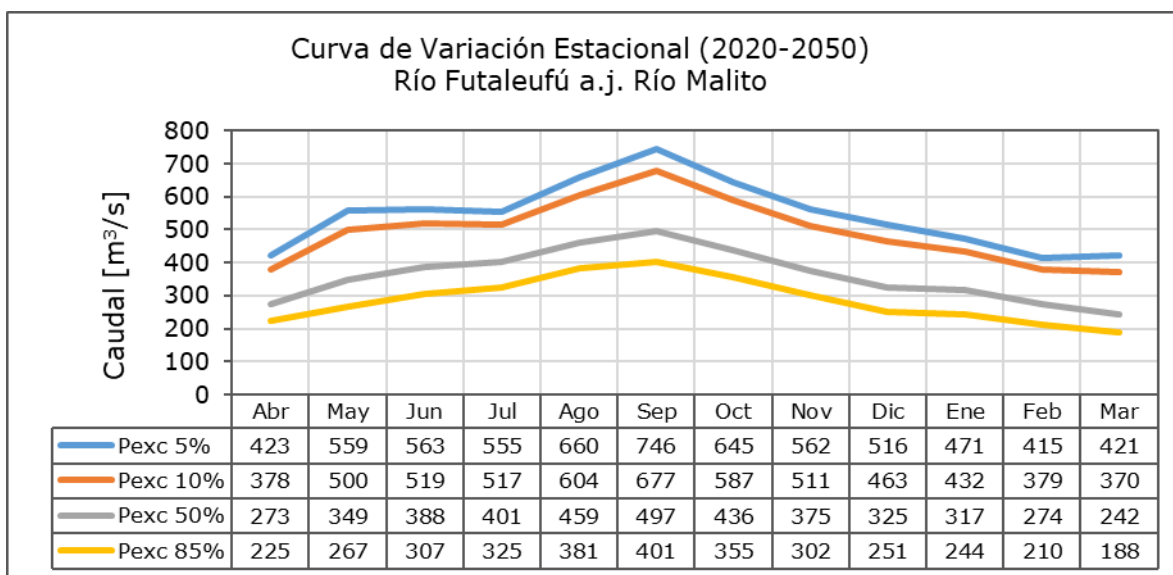
Punto de interés ambiental	Caudal medio anual, P. Histórico [m ³ /s]	Caudal medio anual, P. Futuro Base [m ³ /s]	Variación [%]
Río Espolón en Desagüe Lago Espolón	53	47	-12%
Río Amarillo ante junta Río Yelcho	12	10	-12%
Río Michimahuida ante junta Río Yelcho	28	24	-12%
Desagüe Lago Yelcho	673	619	-8%

Fuente: Elaboración propia.

a. Oferta hídrica superficial proyectada

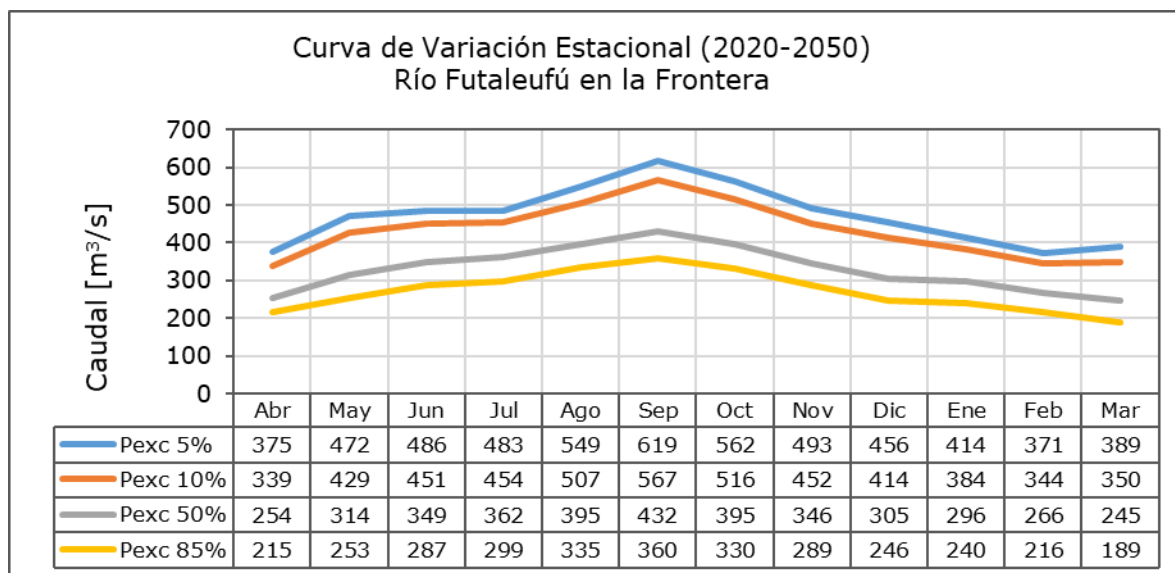
Para caracterizar la oferta hídrica proyectada, bajo el MCG seleccionado, en este acápite se presenta el caudal disponible proyectado a través de las curvas de variación estacional en la estación fluviométricas presentes en la cuenca del río Yelcho.

En la Figura 5-3, Figura 5-4, Figura 5-5 y Figura 5-6 se exponen los resultados de las curvas de variación estacional para las estaciones fluviométricas de la DGA analizadas, con sus respectivos caudales para una probabilidad de excedencia de 5%, 10%, 50% y 85%, para cada mes. Todos los valores se presentan en m³/s.



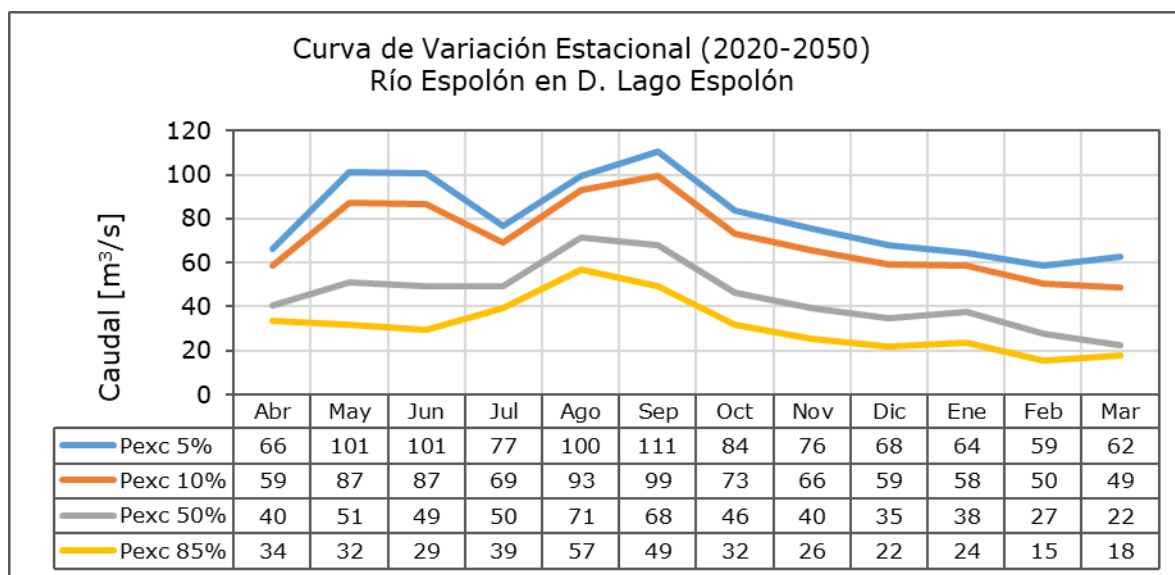
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-3: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Futaleufú a.j. Río Malito



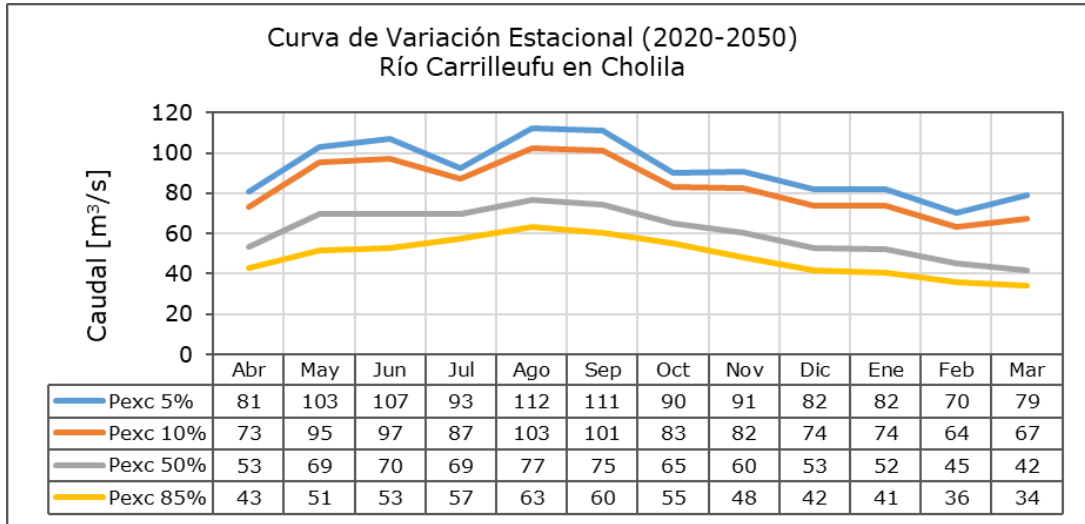
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5-4: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Futaleufú en la Frontera



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5-5: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Espolón en D. Lago Espolón.



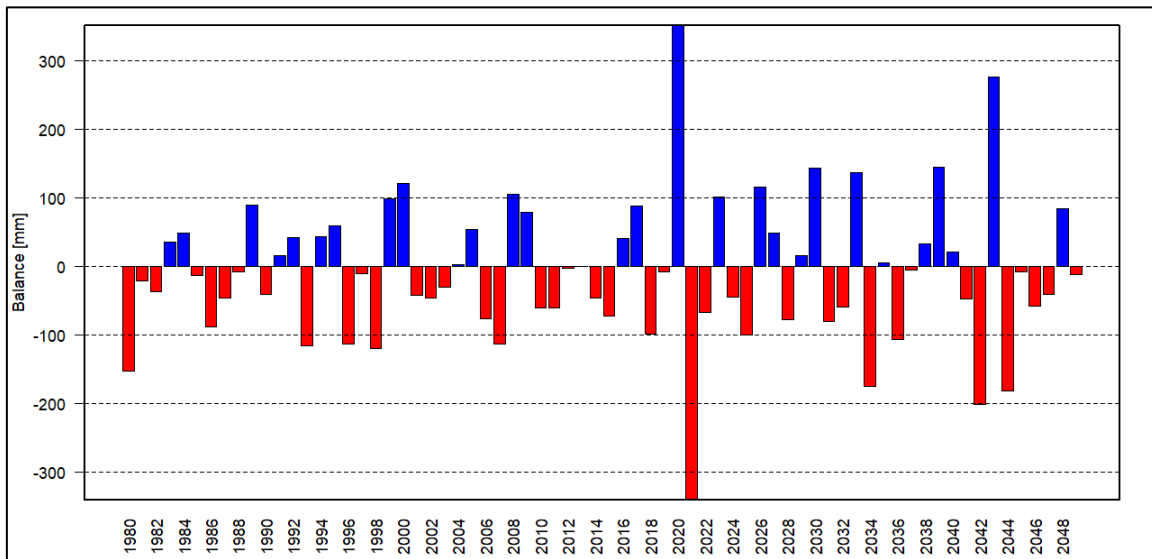
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5-6: Curva de Variación Estacional (2020-2050), Río Carrileufú en Cholila.

5.4. BRECHAS

5.4.1. Resultado escenario base

En la Figura 5-7 se presenta el balance hídrico del modelo superficial desacoplado a nivel de promedios decadales, en la que se puede observar la posible evolución de los componentes del balance a través del tiempo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-7: Balance hídrico anual sobre la cuenca del río Yelcho correspondiente a los escenarios histórico y futuro base (1982 – 2050).

Sumado a lo anterior, se realizó un resumen de los flujos en promedios decadales de las variables analizadas, el cual se muestra en la Tabla 5-6. Los componentes que conforman las entradas y salidas se definen a continuación:

- Pp Subcuenca [hm^3]: precipitación caída sobre la superficie no agrícola del modelo superficial desacoplado.
- Pp Agrícola [hm^3]: precipitación caída sobre la superficie agrícola del modelo superficial desacoplado.
- ET Subcuenca [hm^3]: evapotranspiración caída sobre la superficie no agrícola del modelo superficial desacoplado.
- ET Agrícola [hm^3]: evapotranspiración caída sobre la superficie agrícola del modelo superficial desacoplado.
- APR [hm^3]: extracción de los sistemas de APR.
- Caudal Superficial [hm^3]: entrada menos salida de agua superficial.
- Caudal Subterráneo [hm^3]: entrada menos salida de agua subterránea en la cuenca del modelo WEAP.

Tabla 5-6: Componentes balance hídrico a nivel decadal sobre la cuenca del río Yelcho en [$\text{hm}^3/\text{año}$]

Década	Pp (Subcuenca + agrícola)	ET (Subcuenca + Agrícola)	APR/APU	Caudal Subterráneo	Caudal Superficial	Balance Hídrico
1980	24.308	-1.955	-0,01	-64	-22.380	-91
1990	24.907	-1.980	-0,01	-82	-22.818	27
2000	26.546	-2.067	-0,01	-87	-24.539	-147
2010	25.613	-1.989	-0,01	-101	-23.364	159
2020	22.829	-1.782	-0,01	-2	-21.261	-217
2030	23.272	-1.807	-0,01	-70	-21.478	-84
2040	20.989	-1.723	-0,01	-45	-19.399	-178

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 5-6, se infiere que la cuenca muestra un balance promedio es de -76 [$\text{hm}^3/\text{año}$] en el período 1980 – 2050, lo que indica que el modelo, a pesar de su alta variabilidad y oscilación, es estable a largo plazo con un déficit de acumulación de agua negativo, es decir, que se estaría usando gradualmente el agua almacenada previamente en los acuíferos. Para obtener más detalles del comportamiento, referente al balance hídrico se puede revisar en el Anexo H.1, inciso 5.2.

5.4.2. Brecha: Agua Potable

La brecha de demanda de agua potable se define como la diferencia entre la demanda de agua y el suministro que efectivamente se otorga, la que se puede observar en la Tabla 5-7 en [hm³]. Teniendo esto en consideración, la brecha de APR/SSR en la última década aumenta aproximadamente cuatro veces respecto a la década de 1980. Este comportamiento podría asociarse directamente a la diferencia de población entre ambos años, no obstante, estaría más relacionado con la disminución de las precipitaciones sobre la cuenca, las cuales disminuyen aproximadamente entre un 10 a 15% respecto al período Histórico de evaluación, trayendo como consecuencia que el suministro hídrico se vea comprometido, sobre todo en períodos estivales. Por otra parte, para el caso del sistema de APU, ubicado en la comuna de Futaleufú, la demanda es menor a los DAA, existiendo un abastecimiento completo del suministro hídrico a lo largo de todo el período de evaluación, razón por la cual no se registran brechas.

Tabla 5-7: Brecha decadal promedio, sistemas de Agua Potable, Cuenca Río Yelcho.

Década	Brecha APR [hm ³ /año]	Brecha APU [hm ³ /año]
1980	0,003	0,00
1990	0,004	0,00
2000	0,002	0,00
2010	0,005	0,00
2020	0,006	0,00
2030	0,005	0,00
2040	0,008	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que en general se intenta que las tablas contengan la menor cantidad de decimales posible, pero en algunos casos, sobre todo con brechas hídricas en hm³/s para las APR esto no fue posible, por ello se uniformaron los decimales para cada tabla para que fueran consistentes.

5.4.3. Brecha: Agrícola

La brecha agrícola se calculó como la diferencia entre la ET potencial y la actual en hectómetros cúbicos. En la Tabla 5-8 se presenta la brecha agrícola (bajo riego) a nivel anual histórico y futuro (1980 – 2050) para los sectores Yelcho y Futaleufú. Al revisar estos datos, se puede observar para el sector de Yelcho como la brecha agrícola bajo riego va en disminución al pasar de las décadas, siendo el mayor registro calculado en la década del 1990, mientras que la menor brecha se estimó para la década de 2030, desapareciendo por completo. Este comportamiento se debe principalmente al retroceso en las áreas agrícolas en dicho sector.

A diferencia de lo anteriormente comentado, en el sector de Futaleufú se puede observar que la menor brecha se concentra en la primera década, manteniendo un promedio decadal

constante hasta la década del 2020, el que aumenta al doble en la última década revisada. Es por esto, que es importante mencionar que la existencia de estas brechas agrícolas bajo riego son un claro indicativo de las ineficiencias presentes en el riego local, las cuales se ven influenciadas por los de sistemas de riego utilizados en los sectores bajo análisis. El implementar sistemas de riego tecnificado puede resultar en disminuir la brecha agrícola.

Tabla 5-8: Brechas agrícolas a nivel decadal sobre los sectores de Yelcho y Futaleufú de la cuenca del río Yelcho en los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).

Década	Brecha agrícola bajo riego sector Yelcho [hm ³]	Brecha agrícola bajo riego sector Futaleufú [hm ³]
1980	0,0014	0,01
1990	0,0019	0,02
2000	0,0004	0,02
2010	0,0001	0,02
2020	0,0001	0,02
2030	0,0000	0,03
2040	0,0000	0,04

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4. Brechas de información

A continuación, se presentan las principales brechas de información identificadas en el proceso de estimación de la oferta y demanda de la cuenca.

a. Información Meteorológica

Actualmente existen tres estaciones ubicadas en el sector chileno, lo cual representa una densidad aproximada de una estación cada 1430 [km²], casi 5 veces mayor a la recomendada para regiones de costa (OMM, 2020). Ninguna de las estaciones cuenta con la capacidad de medir precipitación sólida. A pesar de que más del 85% de la cuenca está por sobre los 200 m.s.n.m., ninguna estación se presenta sobre este umbral (en Chile). La falta de estaciones fluviométricas, así como la calidad en la información de estas, genera una alta incertidumbre en el uso de los productos grillados, al no tener una comparativa lo suficientemente consistente.

b. Información Fluviométrica

La estación Río Carrileufú en Cholila (Argentina) presenta la mayor extensión de mediciones fluviométricas dentro de la cuenca, con 40 años de registro hasta la actualidad, no obstante, al no pertenecer a territorio nacional y abarcar un área de medición extremadamente grande, dificulta la posibilidad de modelar y calibrar valores respecto a la misma. Entrando a territorio nacional, aguas abajo se encuentra las estaciones Río Futaleufú en La Frontera, Río Espolón en Desagüe Lago Espolón y finalmente Río Futaleufú ante junta Río Malito. Estas tres estaciones solo presentan registros a partir del año 2001 – 2002, lo cual dificulta

una correcta simulación de los caudales para los años previos al 2000.

c. Lagos

La cuenca del río Yelcho posee gran cantidad de cuerpos lacustres, de los cuales ninguno posee información detallada de los volúmenes de almacenamiento y batimetrías. Particularmente el Lago Yelcho, el que se presenta como el mayor cuerpo lacustre dentro de la cuenca en territorio nacional, no posee detalles acerca de sus características o parámetros operacionales.

5.5. SUSTENTABILIDAD

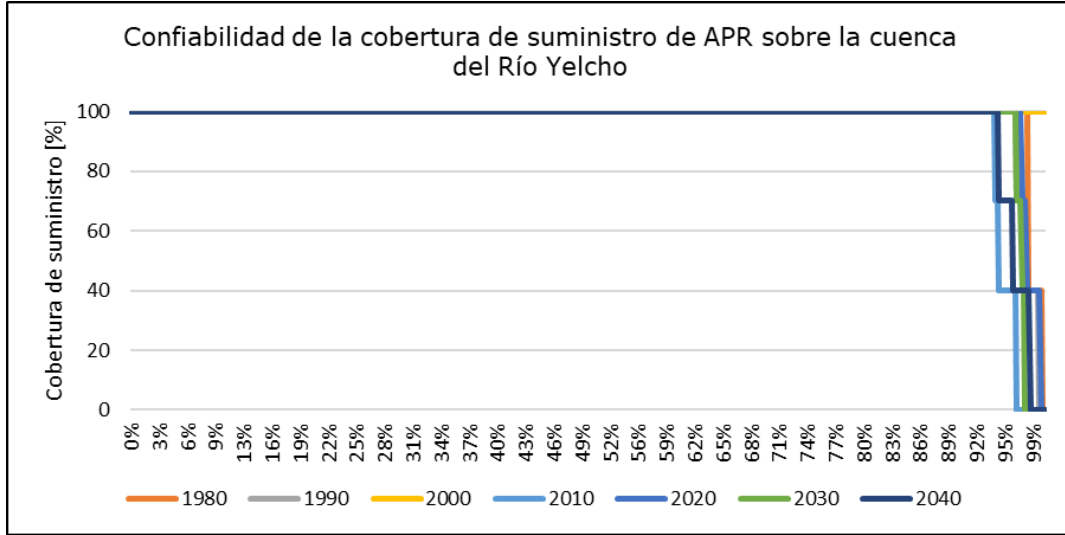
El PEGH del río Yelcho no considera una modelación hidrogeológica de cálculo numérico, sino que únicamente contempla una propuesta de modelo conceptual subterráneo, por lo que no corresponde la realización de análisis de sustentabilidad de aguas subterráneas por SHAC en la cuenca.

5.6. INDICADORES HÍDRICOS DE LA CUENCA

Como indicadores de la cuenca, se ha considerado la evaluación del porcentaje de cobertura de la demanda según uso, a través de un indicador de "confiabilidad" que permite medir la proporción de excedencia en el tiempo en que es satisfecha la demanda o porcentaje determinado de ella. A su vez, la demanda de agua potable/rural contenida en la cuenca se calcula como el producto entre la población en que se encuentra la APR/APU y la dotación diaria por persona. A continuación, se presentan los resultados para las tres principales demandas en la cuenca del río Yelcho: agua potable, agrícola y caudales de protección ambiental. Mayor detalle se puede revisar en Anexo H.1, Capítulo 5.3.

5.6.1. Cobertura de Agua Potable Rural

En la Figura 5-8 se presenta la curva de confiabilidad de cobertura del suministro de Agua Potable Rural sobre la cuenca del río Yelcho bajo los escenarios Histórico y Futuro Base (1980 - 2050). Se aprecia, como la primera década (línea roja) posee la mayor tasa confiabilidad en la cobertura de suministro hídrico, con un 100% de cobertura de suministro el 98% de las veces. Bajo el mismo análisis, en segundo lugar, se posiciona la confiabilidad de suministro presente en la década de 1990 (línea verde), con un 100% el 97% de las veces. A su vez, el indicador correspondiente a la década del 2040 (línea azul) presenta un 100% de cobertura de suministro hídrico un 94% de las veces. Finalmente, el período donde las coberturas de los sistemas de APR estuvieron más deficientes se registra en la década del 2010 (línea celeste), donde un 100% de la cobertura del suministro hídrico se obtuvo un 94% de las veces, situación que se puede atribuir al historial de sequías presentes en el país, ya que dicha década corresponde al período de mega-sequía ocurrido en Chile.

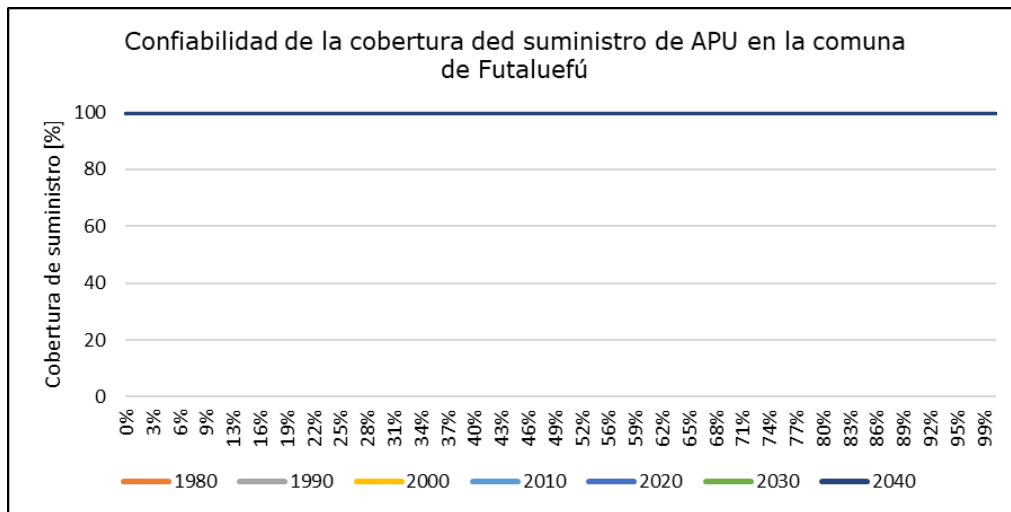


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-8: Cobertura de suministro de APR sobre la cuenca del río Yelcho a nivel decadal. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).

5.6.2. Cobertura de Agua Potable Urbana

La cobertura de APU y su confiabilidad a lo largo de todo el período de evaluación (1980 – 2050) se presenta a continuación en la Figura 5-9, la que muestra la confiabilidad en la cobertura del suministro de APU, donde se puede apreciar como la confiabilidad se mantiene al 100% a través de las décadas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-9: Confiabilidad de la cobertura de suministro a nivel de promedios decadales en el sistema de APU ubicado en la comuna de Futaleufú. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2050).

Cabe destacar que la inexistencia de brechas y una completa cobertura en el sistema de APU de la comuna de Futaleufú principalmente se debe a dos factores. El primero de ellos viene directamente ligado a la pequeña magnitud de clientes registrados en la comuna, los cuales al año actual se registran en total 850 aproximadamente y al 2050 no se espera que haya más de 1.200. El segundo se debe a la amplia disponibilidad hídrica del sector. Los cauces que abastecen a la sanitaria (independiente de los DAA que esta tenga asociados) se mueven en magnitudes extremadamente grandes de flujo superficial, lo cual dispondría de suministro a los sistemas de APU sin contratiempos.

5.6.3. Cobertura Agrícola

Las demandas agrícolas fueron calculadas como las demandas evapotranspirativas de los cultivos presentes en la cuenca en función de su evapotranspiración potencial (PET), donde las entregas dependen de la existencia de derechos de agua para extraer las demandas. El detalle a nivel decadal de la cobertura (o satisfacción) de la demanda agrícola se muestra en la Tabla 5-9. En esta se puede observar que la cobertura se mantiene prácticamente constante, con una cobertura promedio del 91%, tanto en el período Histórico, como Futuro Base.

Tabla 5-9: Cobertura agrícola a nivel decadal sobre la Cuenca del Río Yelcho.

Década	Cobertura
1980	91%
1990	91%
2000	92%
2010	91%
2020	91%
2030	92%
2040	90%

Fuente: Elaboración propia.

5.6.4. Demanda Ambiental

En este apartado se presentan los valores de demanda relativos a las necesidades de carácter ambiental. Se considera como demanda ambiental a los parámetros correspondientes a "Caudal de reserva para protección ambiental" como también a "Caudal ecológico mínimo", determinados en aquellas estaciones de la red fluviométrica de la DGA de la cuenca que representaran ecosistemas de interés ambiental. Más detalle en Anexo H.1, capítulo 5.3.6.

Los puntos de interés seleccionados fueron:

- REDLE: Río Espolón en desagüe Lago Espolón.
- RAARY: Río Amarillo ante junta Río Yelcho.
- RMADLY: Río Michimahuida ante Desagüe Lago Yelcho.
- DLY: Desagüe Lago Yelcho.

a. Cobertura y Exigencia No Satisfecha: Caudal Ecológico Mínimo

La exigencia no satisfecha se estimó en base a la diferencia entre el caudal ecológico mínimo y el caudal mensual pasante por la estación fluviométrica correspondiente. Los resultados indican que las exigencias de un caudal ecológico mínimo para la conservación de ecosistemas logran ser satisfechas en un 100% en los 4 puntos de interés seleccionados, para los períodos Histórico y Futuro Base.

Para realizar un análisis sobre las coberturas de demanda ambiental, se relaciona inversamente la disponibilidad del caudal pasante sobre el punto de interés y el caudal ecológico mínimo. Al igual que la exigencia no satisfecha, se tiene un 100% de cobertura a la demanda ecológica impuesta, lo cual se traduce en una disponibilidad hídrica y cobertura del 100% en todos los meses. Para mayores detalles, ver Anexo H.1, acápite 5.3.6.

b. Cobertura y Exigencia No Satisfecha: Caudal de Reserva Ambiental

La Exigencia No Satisfecha (ENS) se estimó en base a la diferencia entre el caudal de reserva para protección ambiental y el caudal mensual pasante por la estación fluviométrica correspondiente. En la Tabla 5-10 se observan mayores exigencias no satisfechas de caudal. Se observa un claro patrón de aumento en las exigencias no satisfechas en el período Futuro Base, sobre el análisis realizado a los 4 puntos de interés ambiental. Se aprecia un aumento en la exigencia no satisfecha, especialmente en meses invernales ente julio – agosto. Uno de los posibles factores que influyen este comportamiento correspondería al comportamiento en la hidrología sobre la cuenca, en que los caudales medios anuales (QMA) sobre los puntos de interés disminuyen en promedio un 15% respecto al período Histórico, lo cual explicaría por qué se incumplirían en mayor medida las exigencias ambientales impuestas por un caudal de reserva ambiental en el período proyectado (2020 – 2050).

Para realizar un análisis sobre las coberturas de demanda ambiental, se relaciona inversamente la disponibilidad del caudal pasante sobre el punto de interés y el caudal de reserva ambiental. La Tabla 5-11 muestra el comportamiento en la cobertura de demanda ambiental para el caudal de reserva ambiental en cada mes. Se observa, a nivel general, que las coberturas estimadas disminuyen considerablemente respecto al período Histórico de evaluación, lo cual, como fue mencionado, se debe principalmente a los cambios en la hidrología sobre la cuenca, en donde se observa como el flujo superficial sobre los puntos

de evaluación disminuiría aproximadamente en un 15% respecto al período histórico, trayendo como consecuencia menores coberturas. En promedio, sobre cada punto de interés ambiental, se estimaron disminuciones de un 10 a 8% sobre las coberturas anuales entre ambos períodos de evaluación.

Tabla 5-10: Exigencia no satisfecha para el caudal de Reserva Ambiental a nivel de promedios mensuales en [m³/s]. Análisis correspondiente a los períodos Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050).

Mes	REDLE vs Q _{res}		RAARY vs Q _{res}		RMADLY vs Q _{res}		DLY vs Q _{res}	
	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base
ENE	9	3	0	0	0	0	0	0
FEB	3	2	0	0	0	0	0	0
MAR	15	23	0	1	0	3	0	0
ABR	15	20	0	2	0	4	0	30
MAY	13	22	0	2	1	5	6	72
JUN	15	25	1	3	2	5	62	153
JUL	14	36	1	4	3	10	31	183
AGO	19	36	1	4	2	16	0	172
SEP	10	9	0	1	4	9	8	137
OCT	15	18	0	0	2	0	0	51
NOV	16	19	0	1	1	3	0	57
DIC	11	19	0	1	0	3	0	35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-11: Comparativa entre las coberturas de demanda ambiental para el caudal de Reserva Ambiental a nivel de promedios mensuales. Análisis correspondiente al período Histórico y Futuro Base (1980 – 2020 y 2020 – 2050).

Cobertura de demanda ambiental [%]								
Mes	REDLE vs Q _{eco}		RAARY vs Q _{eco}		RMADLY vs Q _{eco}		DLY vs Q _{eco}	
	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base	Histórico	Futuro Base
ENE	79%	92%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
FEB	90%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
MAR	72%	56%	100%	93%	98%	84%	100%	100%
ABR	76%	68%	99%	81%	98%	80%	100%	94%
MAY	82%	71%	97%	84%	97%	84%	99%	89%
JUN	80%	67%	92%	79%	93%	85%	92%	81%
JUL	84%	58%	94%	76%	92%	73%	96%	78%
AGO	83%	66%	96%	77%	95%	67%	100%	81%
SEP	87%	88%	99%	95%	92%	82%	99%	86%
OCT	78%	73%	98%	97%	95%	100%	100%	93%
NOV	74%	69%	100%	89%	98%	90%	100%	91%
DIC	79%	66%	99%	87%	99%	88%	100%	94%

Fuente: Elaboración propia.

5.7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el presente acápite se presenta el análisis de sensibilidad de la condición base, considerando distintos escenarios de gestión. Estos escenarios corresponden a los escenarios futuros basado en acciones que podrían o no suceder. Para la cuenca del río Yelcho se han definido 5 escenarios, que se mencionan a continuación. Luego de esto se presenta la simulación asociada a cada escenario, con el resumen de brecha hídrica. Mayores antecedentes se pueden revisar en Anexo H.1 Capítulo 5.5.

- Escenario 1: Futuro Base con Derecho de Aprovechamiento de Aguas.
- Escenario 2: Mejoramiento en los Sistemas de Agua Potable.
- Escenario 3: Exigencia de Caudal Ecológico Mínimo.
- Escenario 4: Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental.

5.7.1. Escenario: Futuro Base con Derechos de Aprovechamiento

En este escenario para poder evaluar adecuadamente el comportamiento hidrológico por cambio climático en los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca, en primera instancia no se consideraron los DAA en el período Histórico y Futuro Base, es por esta razón que se evaluó su inclusión en un escenario de gestión específico y separado del Futuro Base. De esta forma, una vez incluidos los DAA dentro de cada nodo de APR modelado, las coberturas promedio en cada sistema para ambos períodos, con y sin DAA, se muestran en la Tabla 5-12, mientras que las brechas promedio estimadas bajo ambas evaluaciones, se presenta en la Tabla 5-13.

Tabla 5-12: Coberturas promedio en los sistemas de APR/SSR para los períodos Histórico (s/DAA) y Futuro Base (s/DAA y c/DAA).

Sistema	Histórico s/DAA (1980 – 2020)	Futuro s/DAA (2020 – 2050)	Futuro c/DAA (2020 – 2050)	Diferencia Futuro s/DAA y c/DAA
APR El Amarillo	98%	95%	95%	0%
Pob Rural No APR	97%	95%	95%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-13: Brecha promedio en [hm³/año] de los sistemas de APR/SSR para los períodos Histórico (s/DAA) y Futuro Base (s/DAA y c/DAA).

Sistema	Histórico s/DAA (1980 – 2020)	Futuro s/DAA (2020 – 2050)	Futuro c/DAA (2020 – 2050)	Diferencia Futuro s/DAA y c/DAA
APR El Amarillo	0,0006	0,0012	0,0012	0
Pob Rural No APR	0,001	0,002	0,002	0

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5-12, muestra como ambos sistemas de APR/SSR presentan una disminución en sus coberturas respecto al período Histórico de evaluación. Lo anterior se refleja en el aumento de la brecha de suministro (Tabla 5-13). Este se debe fenómeno, principalmente, a los efectos producidos por el crecimiento poblacional, en la mayor cantidad de sistemas, deficiencia en la infraestructura de los sistemas de APR, disminución en las precipitaciones y aumentos en las temperaturas a medida que pasan los años.

El análisis realizado concluye que los DAA otorgados por la Dirección General de Aguas (DGA) a cada uno de los usos ligados al saneamiento, agua potable, bebida y uso doméstico son suficientes para abastecer a las localidades presentes dentro de la Cuenca del Río Yelcho, no obstante, esto no indica que el suministro sea 100% cubierto a lo largo de todo el año, ya que siguen presentes los problemas de infraestructura y captación, en períodos críticos (estivales e invernales).

5.7.2. Escenario 2: Mejora en Sistemas de Agua Potable

Una vez establecido que las brechas ocurridas eran de carácter hídrico, se continuó con la calibración de los umbrales de cobertura para cada uno de los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca. Tal calibración fue realizada a partir a los umbrales definidos en el proceso de participación PAC, de esta forma, las coberturas calibradas se presentan a continuación en la Tabla 5-14 y Tabla 5-15.

Tabla 5-14: Nuevas Coberturas de suministro de los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca de Río Yelcho, en los períodos "Futuro Base" y "Futuro con mejoramiento en sistemas de APR".

Sistema	Futuro s/mejora (2020 – 2050)	Futuro c/mejoramiento (2020 – 2050)	Diferencia
APR El Amarillo	91%	98%	7%
Pob Rural No APR	90%	99%	9%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-15: Nuevas brechas de suministro de los sistemas de APR/SSR sobre la cuenca de Río Yelcho, en los períodos "Futuro Base" y "Futuro con mejoramiento en sistemas de APR".

Sistema	Futuro Base (2020 – 2050)	Futuro c/mejoramiento (2020 – 2050)	Diferencia
APR_ElAmarillo	0,0023	0,0005	0,0018
PobRural_NoAPR	0,0037	0,0003	0,0035

Fuente: Elaboración propia.

Para lograr el aumento de cobertura y disminución de brechas se debiera propender al mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, el que puede estar directamente relacionado con obras de tipo estructural en algunos casos o de gestión, en otros. Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es la mejora necesaria en aquellos sistemas en donde la intermitencia del suministro se deba a la población flotante en épocas estivales, o al aumento en el turismo.

Otro ejemplo de mejoras es sobre la existencia de algunos sistemas de APR/SSR donde las redes de cañerías se encuentran expuestas a la intemperie, lo que resulta perjudicial para suministrar el recurso hídrico cuando las temperaturas están por debajo de los 0 [°C] provocando congelamientos e impidiendo el paso del agua hasta los arranques correspondientes.

5.7.3. Escenario 3: Exigencia de Caudal Ecológico Mínimo

En este acápite se examinan los resultados de coberturas y exigencias no satisfechas en los puntos de interés ambiental. Los resultados permiten concluir que las exigencias se satisfacen en todos los meses, presentando coberturas del 100% en todo el período de evaluación. Este es un comportamiento altamente esperable por dos principales razones, la primera de ellas se relaciona con las bajas magnitudes que presentan los caudales ecológicos respecto a los caudales medios pasantes (sobre los puntos de interés), correspondiendo a un 80% menos en promedio, por lo que se vuelve altamente alcanzable suplir dichas exigencias para caudales tan bajos. La segunda razón se relaciona con la zona de análisis, debido a que cada uno de los puntos de interés seleccionados pertenecen a zonas donde el recurso hídrico es abundante, satisfaciendo consigo estas pequeñas exigencias impuestas a lo largo de los años. Para más detalles, ver anexo H.1, acápite 5.3.3.

5.7.4. Escenario 4: Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental

La Tabla 5-16 y Tabla 5-17 detallan las exigencias de caudal no satisfechas sobre cada punto a nivel mensual y las coberturas de estos. Las exigencias no satisfechas más altas fueron registradas en los meses de invierno, entre junio y septiembre, equivalentemente en dichos meses se encuentran las coberturas más bajas. De manera general, el comportamiento es bastante similar al obtenido en el escenario de gestión anterior, no obstante, se hace indispensable poner especial interés en pequeños cambios registrados que resultan interesantes. Al comparar los escenarios respecto al Futuro Base, se verifica que el exigir un caudal de reserva ambiental sobre los puntos de interés seleccionados resultó mejorar las exigencias no satisfechas y con ello las coberturas, si se compara con las obtenidas bajo el escenario "Exigencia de Caudal Ecológico Mínimo" e incluso en algunos meses con las originales estimadas a partir del escenario "Futuro Base".

Tabla 5-16: Comparativa de exigencias no satisfechas de Caudal de Reserva Ambiental entre escenarios "Futuro Base" y "Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental" sobre los puntos de interés ambiental, promedios mensuales[m³/s].

Mes	RAARY		RMADLY		REDLE		DLY	
	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}
E	1	1	3	3	7	6	30	30
F	1	1	2	2	5	4	10	9
M	1	1	3	3	8	8	16	16
A	1	1	2	2	6	7	15	16
M	2	2	5	5	14	13	52	50
J	2	2	5	5	15	16	69	70
J	3	3	8	8	21	21	127	127
A	2	2	11	11	18	18	130	129
S	1	1	6	6	12	11	93	94
O	1	1	3	3	10	10	41	41
N	1	1	3	3	8	10	54	55
D	1	1	4	4	10	10	39	40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-17: Comparativa de coberturas de Caudal de Reserva Ambiental entre escenarios "Futuro Base" y "Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental" sobre los puntos de interés ambiental, promedios mensuales.

Mes	RAARY		RMADLY		REDLE		DLY	
	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}	Futuro Base	Exigencia Q _{res}
E	85%	85%	83%	83%	83%	84%	94%	94%
F	91%	91%	89%	89%	83%	85%	97%	98%
M	87%	87%	81%	81%	75%	75%	96%	96%
A	88%	88%	87%	87%	87%	84%	96%	96%
M	85%	85%	84%	84%	78%	80%	91%	92%
J	83%	83%	83%	83%	77%	75%	90%	90%
J	81%	81%	76%	76%	71%	70%	84%	84%
A	85%	85%	74%	74%	79%	79%	85%	85%
S	92%	92%	86%	86%	84%	85%	90%	90%
O	93%	93%	91%	91%	82%	81%	94%	94%
N	88%	88%	87%	87%	82%	79%	92%	92%
D	85%	85%	82%	82%	77%	76%	93%	93%

Fuente: Elaboración propia.

Al observar la Tabla 5-17, la exigencia no satisfecha sobre el punto "Desagüe Lago Yelcho" en el mes de mayo, es de 52 [m³/s] para el escenario "Futuro Base", mientras que para el escenario "Exigencia de Caudal de Reserva Ambiental" es de 50 [m³/s], disminuyendo en dos unidades. Si ambos valores los comparamos con la exigencia no satisfecha bajo el escenario "Exigencia de Caudal Ecológico Mínimo" (Anexo H.1, Tabla 5.5-6) donde se obtuvo un valor de 52 [m³/s], se verifica la mejoría al exigir un caudal de reserva. Este

comportamiento resulta bastante interesante de analizar, debido a que se puede verificar que el escenario de gestión implementado realmente permite mejorar el comportamiento y cumplimiento hídrico en los puntos de interés evaluados.

5.8. MERCADO DE AGUAS

Un mercado de aguas puede definirse como las interacciones entre compradores y vendedores de algún tipo de título de propiedad de agua para usarla, asignándole a este, un precio determinado mediante el libre intercambio. Tendiendo esto en consideración, en los puntos siguientes se muestra el desarrollo del análisis del mercado de DAA para las cuenca del río Yelcho. En el Anexo F, se expone la metodología utilizada para el análisis realizado, mientras que en el Subanexo J.15 se presenta la base de datos de DAA y los cálculos realizados.

5.8.1. Fuentes de información consideradas para el análisis

El análisis que a continuación se presenta considera las siguientes fuentes de información:

- Inscripciones de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Informadas por Conservadores de Bienes Raíces. Este archivo se encuentra disponible en <https://snia.mop.gob.cl/ciudadaniacr/>.
- Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA. Este archivo se encuentra disponible en https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

5.8.2. Integración registros DGA y contenidos en RPA del CBR

Para este análisis solo se consideran aquellas transferencias de Derechos de Aprovechamiento de Aguas que fueron realizadas vía mercado (aporte, compraventa, dación en pago, permuta, adjudicación en remate, entre otros). Aquellas clasificadas como de "no mercado" (herencias, constitución, regularización, dominio, entre otros) no forman parte del análisis.

Para la integración o cruce de bases de datos provenientes de las fuentes antes nombradas, se utilizaron campos comunes de ambas que permitieran obtener la información deseada. Para lo anterior, se utilizó el campo "Número CBR actual" de la planilla del conservador de bienes raíces e el campo "Numero CBR" proveniente desde los DAA registrados en DGA. A partir de este cruce se pudo relacionar la información proveniente de la planilla DGA relacionada a Comuna, Uso del Agua y Cuenca. De esta forma, se procedió a filtrar por comuna de Chaitén, Futaleufú y Palena. Posteriormente, se filtro por los CBRs de Chaitén y Futaleufú.

Una vez que se realizaron los cruces de información y filtros antes nombrados, se encontró que los CBR con jurisdicción a las comunas de la cuenca del río Yelcho, no presentaban transacciones de mercado. Posteriormente, intentando encontrar datos fidedignos que permitieran analizar el mercado de aguas, se procedió a utilizar solo la base de datos proveniente desde los CBR. Al depurar dicha BDD se pudo encontrar un total de 47 registros de transacciones. Al visualizar la columna de "valor de transacción" se pudo constatar que solo 3 transacciones informaban valor, los demás campos de la columna están vacíos o con valor 0 (cero). Finalmente, esas tres transacciones no contaban con caudal asignado, razón por la cual no se pudo realizar una estimación del mercado del agua de la cuenca del río Yelcho.

Dada la brecha de información antes relatada, con el objetivo de entregar una estimación de las transacciones de mercado, se ampliará la zona geográfica a una cuenca vecina del río Yelcho, que corresponden a la cuenca del río Puelo. Lo anterior, permitirá tener una visualización general de como se han comportado las transacciones de DAA en la zona. Es así que, según lo informado en el PEGH de la cuenca del río Puelo (estudio paralelo en desarrollo), se entregará la estimación del valor del agua.

5.8.3. Estimación del valor del agua

a. Aguas superficiales

De las 48 transacciones revisadas de la cuenca del río Puelo, y después de realizar los filtros mencionados en el acápite anterior, se pudo verificar que cuatro corresponden a compraventa. Es así que los resultados obtenidos para el mercado de aguas superficiales del río Puelo indican una media y mediana por caudal de 124,22 UF/l/s y 3,72 UF/l/s, respectivamente (Tabla 5-18). Los valores a partir de los cuales se calculó la media y mediana fluctúan entre 1,59 UF/l/s y 546,04 UF/l/s.

Tabla 5-18: Resultados valor de aguas superficiales

Transacciones	4
Media [UF/l/s]	198,57
Mediana [UF/l/s]	123,32

Fuente: PEGH Río Puelo (2022).

6. ACCIONES

El portafolio de acciones para la cuenca del río Yelcho surge de una planificación estratégica que se respalda en el diagnóstico previamente expuesto (capítulos 2 al 5) y en la revisión de la oferta de acciones público-privada actualmente existente. Donde las iniciativas finales provienen de un ejercicio de co-construcción entre el equipo multidisciplinario de especialistas que ha abordado los capítulos previos, y los actores que han participado en las actividades de Participación Ciudadana (PAC) con las comunidades y servicios públicos, a través de quienes se han identificado brechas y/o problemáticas hídricas en la cuenca. La metodología detallada se puede revisar en el Anexo F.

A continuación, se expone la estructura del Plan, donde se describen los ejes generales de acción, las tipologías y temáticas de acciones, que buscan dar una respuesta a las brechas y/o problemáticas hídricas identificadas. Seguido de ello, se describe cada una de las iniciativas a incorporar en el Plan de Acción de la cuenca de la cuenca del río Yelcho, como resultado del diagnóstico previamente expuesto.

6.1. GENERALIDADES

La visión del Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca del río Yelcho es lograr la seguridad hídrica a nivel de la cuenca. Donde la comprensión del concepto de seguridad hídrica proviene la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N°21.455, junio/2022), que la define como: la posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación.

Para propender hacia una seguridad hídrica basada en la conceptualización recién expuesta, se definen cuatro ejes, que se desprenden de la definición antes expuesta. A saber:

- Eje de Seguridad Hídrica para las Personas: eje de acción que comprende avanzar en el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud y subsistencia.
- Eje de Seguridad Hídrica para el Desarrollo Socioeconómico: eje de acción cuyo objetivo es avanzar en el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, para desarrollo socioeconómico.
- Eje de Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos: eje de acción que comprende avanzar en el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, para promover la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación.

- Eje de Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas: eje de acción cuyo objetivo es avanzar en el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, para conservación y preservación de los ecosistemas.

El Plan de Acción se ha desarrollado de acuerdo con estos cuatro ejes, donde la misión es cumplir con las iniciativas que se definen en cada eje, aportando en su conjunto a cumplir con los objetivos del presente estudio que se refieren a lograr la seguridad hídrica y sostenibilidad de la cuenca. El modelo conceptual que representa la interacción entre visión, misión, ejes y acciones, se presenta en la en la Figura 6-1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-1: Modelo conceptual de la estructura del Plan

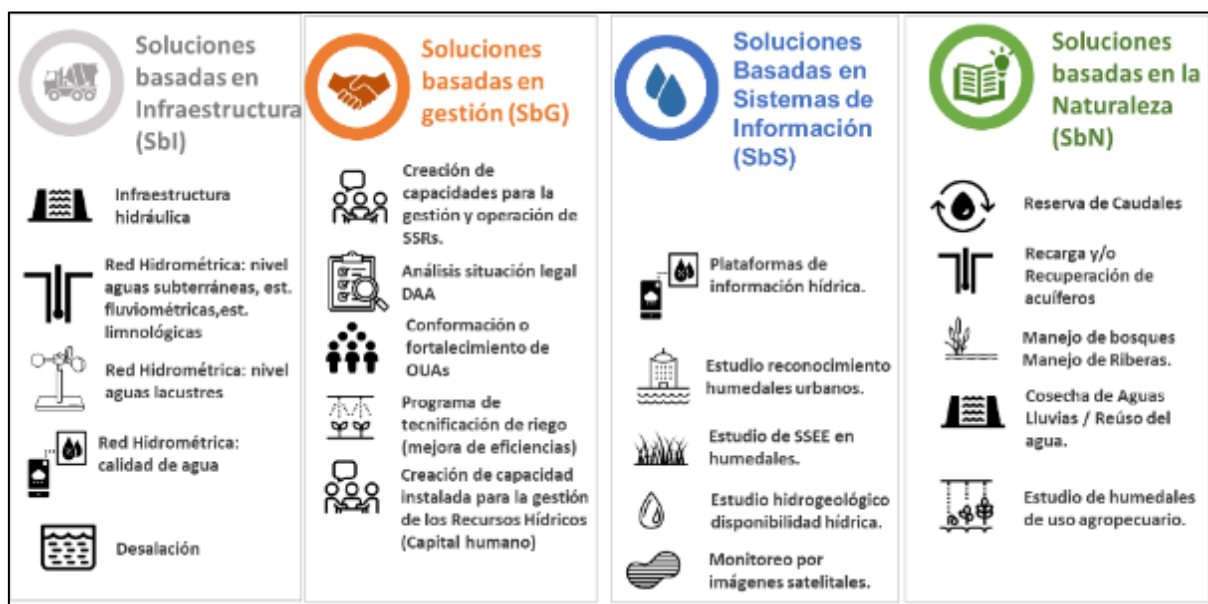
La síntesis de diagnóstico permite realizar un análisis de brechas, problemáticas y/o necesidades, que son validadas en distintas etapas del proceso de PAC. Para las principales brechas se propone una solución a través de iniciativas, que finalmente conforman el portafolio de acciones del presente Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca del río Yelcho. El desarrollo metodológico del PEGH Cuenca del río Yelcho se muestra en el Anexo F.

Por su parte, las acciones del Plan se clasifican en cuatro (4) tipologías, de acuerdo a las posibles acciones, ya sean basadas en la naturaleza, basadas en infraestructura, basadas en gestión o basadas en sistemas de información. Estas tipologías se definen a continuación:

- Solución basada en la naturaleza (SbN): Son aquellas acciones que permiten incrementar la disponibilidad de agua para satisfacción de la demanda basadas en la intervención y/o manejo de los propios recursos naturales.

- Solución basada en la gestión (SbG): Corresponden a acciones en torno a gobernanza y medidas relativas a la propia gestión del recurso y ecosistema hídrico.
- Solución basada en la infraestructura (SbI): Son aquellas iniciativas en términos generales de tipo constructivo
- Solución basada en sistemas de información (SbS): Generalmente asociadas a estudios que generan y/o procesan información, apoyando la toma de decisiones asociadas a la gestión del recurso hídrico.

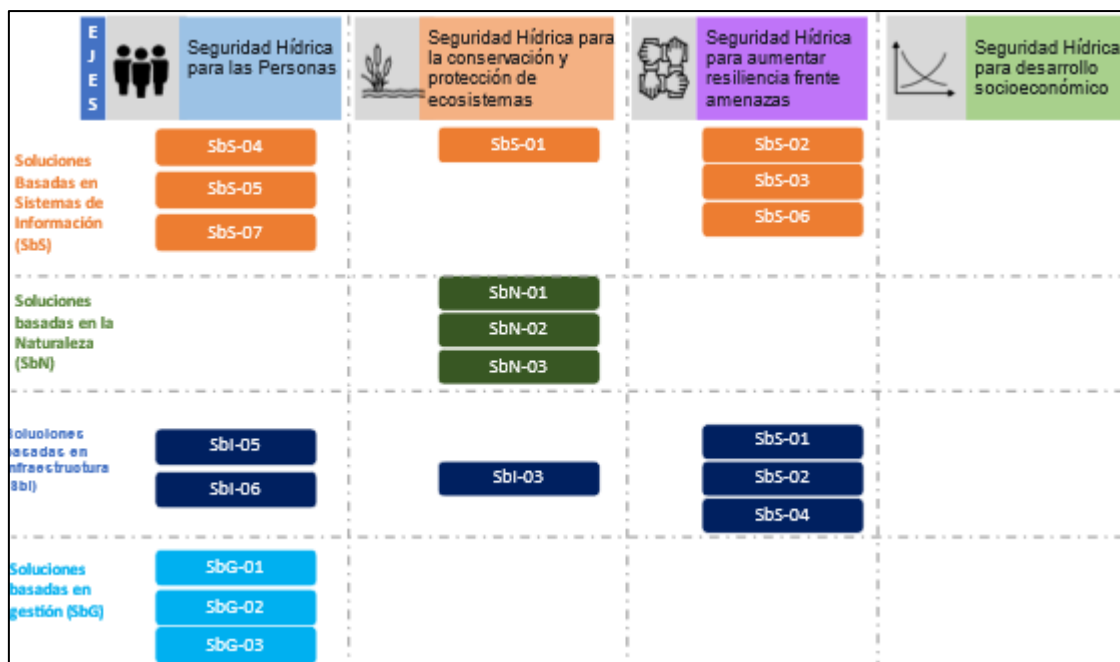
En la Figura 6-2 se presentan las temáticas de iniciativas asociadas a las tipologías de soluciones antes descritas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-2: Tipologías y temáticas de las iniciativas del Plan de Acción

Para cada una de estas tipologías de acciones (SbN, SbG, SbI, SbS) se revisan varias iniciativas, seleccionando aquellas que resuelven o aportan en resolver las brechas, problemáticas o necesidades identificadas en el diagnóstico. La Figura 6-3 resume el portafolio de acciones que se incluyen al Plan de Acción de la cuenca del río Yelcho, donde cada acción se asocia al principal eje de seguridad hídrica al que aporta, ya que hay algunas acciones que pueden aportar a más de un eje de seguridad hídrica. La revisión de la cartera de acciones actual se incluye en el Anexo J.9 (Fichas IDI).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-3: Diagrama de medidas del Plan de Acción en la cuenca Río Yelcho

En Anexo K, y su subanexo K.1 y K.2, se presenta el análisis de las iniciativas estudiadas. Específicamente se presenta una evaluación y análisis de las iniciativas, que contiene una síntesis del diagnóstico con la identificación de brechas que dan origen a la acción finalmente propuesta; en Subanexo K.1 se compilan todas las fichas de las acciones del presente PEGH, mientras que en el Subanexo K.2 se detalla la evaluación económica de cada acción. A continuación, se muestra el análisis de las iniciativas y las acciones del Plan de Acción según dicha tipología.

6.2. SOLUCIÓN BASADA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SBS)

Las soluciones basadas en sistemas de información del Plan de Acción son estudios que ayudan a generar nueva información relacionada a los recursos hídricos de la cuenca del río Yelcho o procesar información existente, y que reducen las brechas observadas en la descripción de esta. A continuación, se presenta el conjunto de acciones que componen las SbS, organizadas según temáticas.

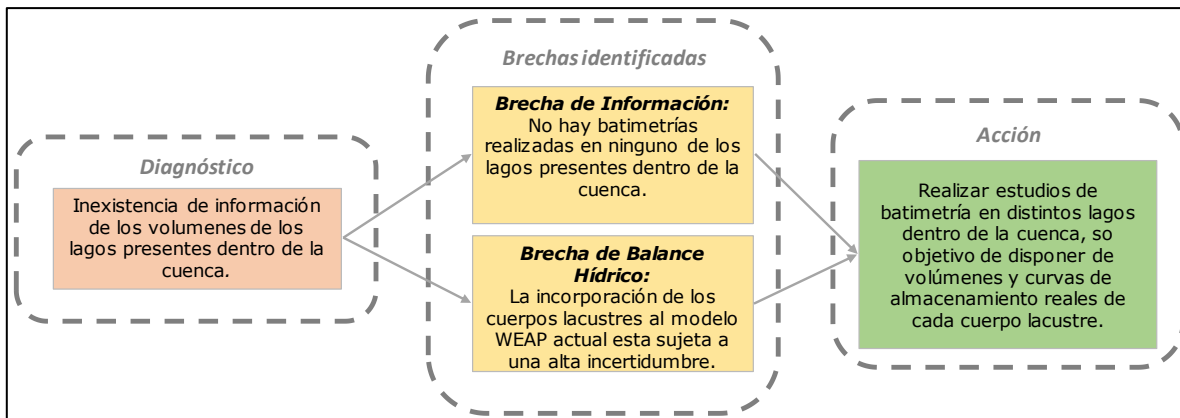
6.2.1. Estudio de Lagos

a. **Acción N° SbS-01. Estudios de Batimetría de Lagos en la cuenca del río Yelcho.**

Dentro de los límites (binacionales) que comprende la cuenca del río Yelcho, se contabilizan 10 cuerpos lacustres considerables en términos de superficie, de los cuales ninguno posee información o estudios de batimetrías conocidos a la fecha. En vista de la importancia de los lagos dentro de la regulación hídrica de los ríos que se encuentran inmediatamente aguas abajo de ellos, es que se vuelve imperante contar con información en detalle (y actualizada) de la batimetría de estos (profundidad y volumen). Esta información permitirá mejorar la comprensión de su rol regulador frente a eventos extremos de exceso hídrico, a través de la reducción de incertidumbre en la modelación hidrológica superficial.

Se considera relevante contar con un levantamiento batimétrico del principal cuerpo lacustre de la cuenca, el lago Yelcho. Este lago, en términos de superficie, presenta aproximadamente 115 km² de extensión, y se nutre aguas arriba del afluente que proviene desde el Río Futaleufú. Este lago es el principal regulador en la respuesta hídrica del río Yelcho. Por otra parte, se considera importante contar con el levantamiento batimétrico del lago Espolón, que tiene incidencia directa sobre el comportamiento aguas abajo del río Espolón, siendo este río uno de los tributarios principales del río Futaleufú, de los ríos más grandes e importantes de la cuenca. El conocimiento de las características y dimensiones físicas en estos dos puntos propuestos permitirá establecer un contexto hídrico más detallado sobre la cuenca.

Actualmente, al no existir información de batimetrías en la zona, se recae en una brecha de modelación, ya que, a la hora de intentar ingresar cada uno de los cuerpos lacustres al modelo WEAP, la incertidumbre de los resultados aumenta considerablemente, y en algunos casos disminuyendo los desempeños obtenidos en las respuestas simuladas y la calibración del modelo, sin representar adecuadamente la regulación de estos cuerpos de agua sobre la respuesta hidrológica de la cuenca. Para abordar esta brecha, se propone la acción SbS-01. En la Figura 6-4 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-1 se muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-4: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-01

Tabla 6-1: Ficha resumen Acción N° SbS-01

ACCIÓN N°:	SbS-01
Nombre de la Acción:	Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del Río Yelcho.
Brecha identificada:	No se posee información detallada acerca de la batimetría de los lagos dentro de la cuenca del Río Yelcho, y en consecuencia, no se puede realizar un estimativo de sus volúmenes de almacenamiento. Dentro de los límites (binacionales) que comprende la Cuenca del Río Yelcho, se contabilizan 10 cuerpos lacustres considerables en términos de superficie, de los cuales ninguno posee información o estudios de batimetrías conocidos a la fecha. En vista de la importancia de los lagos dentro de la regulación hídrica de los ríos que se encuentran inmediatamente aguas debajo de ellos, es que se vuelve imperante contar con información en detalle (y actualizada) de la batimetría de estos (profundidad y volumen).
Objetivo(s) de la Acción:	Elaboración de estudios batimétricos sobre los lagos Espolón y Yelcho, pertenecientes a la cuenca, en territorio nacional. El Lago Espolón, es relevante porque tiene incidencia directa sobre el comportamiento aguas abajo del Río Espolón, siendo este río uno de los tributarios principales del Río Futaleufú, que a su vez es el río más importante de la cuenca. Por su parte, el Lago Yelcho, con una extensión aproximada de 115 km ² , es el principal regulador en la respuesta hídrica de la cuenca del Río Yelcho. El conocimiento de las características y dimensiones físicas en estos dos lagos permitirá establecer un contexto hídrico más detallado sobre la cuenca.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en Sistemas de Información
Temática:	Redes de medición hidrometeorológica

Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Modelación (Anexo H.1, capítulo 6, inciso 6.2 - Brechas)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Largo plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Obras Públicas (MOP), centros de investigación.
Entidad(es) responsable(s):	Dirección de Aguas (DGA), División de Hidrología; Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA)
Actor(es) co-ejecutor(es):	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
Tipo de financiación:	Pública.
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
La acción contempla el levantamiento batimétrico de (1) Lago Yelcho (E: 707.702, N: 5.215.811), y (2) Lago Espolón (E: 745.887, S: 5.210.298) [coordenadas en WGS1984, Huso 18S]. Se espera que para garantizar una adecuada distribución espacial de los datos del lago, la medición se realice bordeando la costa de los lagos de forma concéntrica hasta alcanzar una profundidad superior a la cota del lago. También, se recomienda que las mediciones sean estratégicas. La medición puede ser realizada por medio de un <i>Z-Boat</i> , o dispositivo de medición similar.	

Fuente: Elaboración propia.

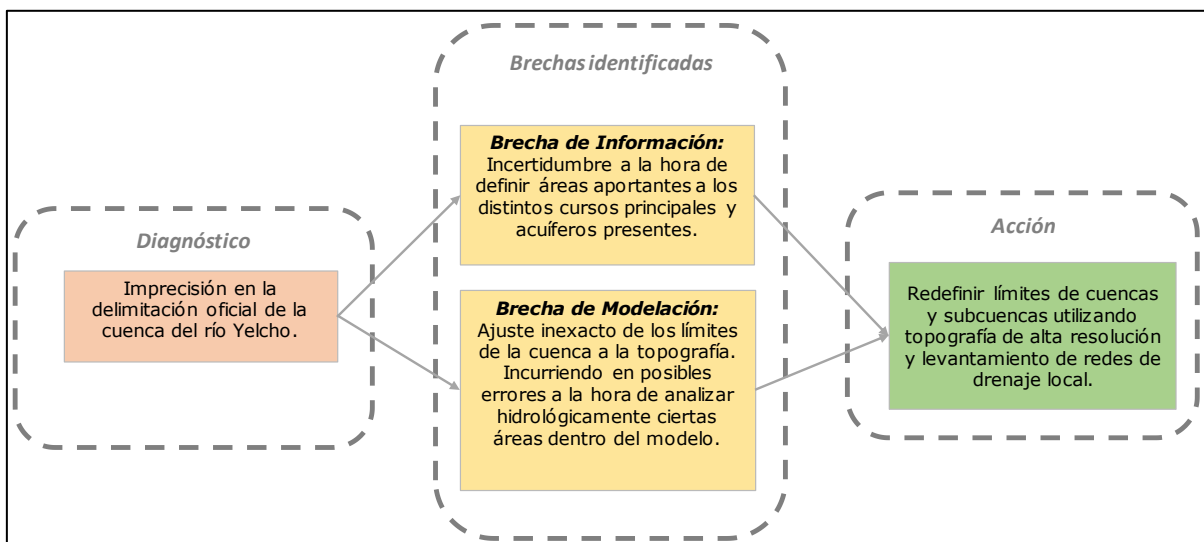
6.2.2. Actualización de cartografía de base

a. Acción N° SbS-02. Estudio para la definición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.

Dentro de los límites que comprende la cuenca del río Yelcho, se contabiliza una gran cantidad de cauces, siendo unos de tipo primario, secundarios o tributarios y en algunos casos de tipo terciario, como esteros y pequeñas vertientes. Dentro de los más importantes cauces destacan Río Yelcho, Futaleufú, Espolón, Amarillo, Michimahuida, Frey, Rivadavia, Percey, entre otros. No obstante, existe una cantidad mayor de tributarios a estos ríos, los cuales (en mayor o menor medida) controlan el comportamiento hídrico con sus aportes. Es a partir de esto que se vuelve prioritario tener un conocimiento detallado y consistente de los antecedentes y características del terreno a la hora de delimitar cada una de las subcuencas. De esta forma, se propone como objetivo principal de la acción, realizar un estudio para la redefinición oficial de la cuenca (y subcuencas) DGA-DARH del Río Yelcho, considerando en su delimitación afluentes principales, secundarios, cuerpos lacustres de especial importancia, alteraciones topográficas, glaciares, estaciones fluviométricas, etc. Lo cual permitirá realizar representaciones ajustadas de los procesos hidrogeológicos ocurridos dentro de la cuenca.

Se menciona que las diferencias entre ambos productos utilizados (delimitaciones hechas por DGA-DARH y las propias efectuadas por el equipo de modelación) pueden llegar a generar ciertas brechas que repercuten en la comprensión de la respuesta hidrológica de la cuenca, es decir en la modelación hidrológica de la(s) zona(s) de interés, debido a los ajustes "inexactos" (o más bien dicho, diferentes) de los límites de la cuenca a la topografía, aumentando muchas veces las incertidumbres a la hora de analizar hidrológicamente ciertas áreas dentro del modelo y en especial los principales cauces dentro de cada subcuenca.

En la Figura 6-5 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-2 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-5: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-02

Tabla 6-2: Ficha resumen Acción N° SbS-02

ACCIÓN N°:	SbS-02
Nombre de la Acción:	Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.
Brecha identificada:	Las subcuencas BNA delimitadas no coinciden con las cuencas obtenidas según la topografía actualizada (ALOS PALSAR), por lo que se sugiere una redefinición de los límites de las subcuencas y la cuenca (en términos de contorno) del Río Yelcho. Dentro de los límites que comprende la cuenca, se contabiliza una gran cantidad de cauces, siendo unos de tipo primario, secundarios o tributarios y en algunos casos de tipo terciario, como esteros y pequeñas vertientes. Dentro de los más importantes cauces destacan Río Yelcho, Futaleufú, Espolón, Amarillo, Michimahuida, Frey, Rivadavia, Percy, entre otros. No obstante, existe una cantidad mayor de tributarios a estos ríos, los cuales en gran medida controlan el comportamiento hídrico con sus aportes. Inexactitudes en cuanto a las delimitaciones actuales de las subcuencas del Río Yelcho llevan a incertidumbres en el

<p>cálculo y modelación de los recursos hídricos debido a la sub o sobreestimación del área aportante en ciertos casos. Con un adecuado producto delimitado, se espera corregir errores e incongruencias en términos hidrológicos. Es a partir de esto que se reconoce la brecha de conocimiento detallado y consistente de los antecedentes y características del terreno a la hora de delimitar cada una de las subcuencas.</p>	
Objetivo(s) de la Acción:	
<p>Estudio para la delimitación detallada de las subcuencas dentro de los límites que comprende la cuenca del Río Yelcho, considerando afluentes principales, secundarios, cuerpos lacustres de especial importancia, alteraciones topográficas, glaciares, estaciones fluviométricas, etc. Lo cual permitirá realizar representaciones ajustadas de los procesos hidrogeológicos ocurridos dentro de la cuenca.</p>	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en Sistemas de Información
Temática:	Sistemas de Información
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Modelación. Anexo H (acápite 6.2.2) o Informe (acápite 5.3.1.1).
Características generales:	
Alcance geográfico:	Regional: Cuencas y subcuencas de la región de Los Lagos
Horizonte de implementación:	Largo plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	OUIAs - DGA - DOH - MOP - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	Dirección General de Aguas (DGA), Departamento de Administración de Recursos Hídricos.
Actor(es) co-ejecutor(es):	-
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>Para la delimitación detallada de las subcuencas dentro de los límites que comprende la cuenca del Río Yelcho, es de especial interés identificar el modo en que se desarrollará el producto esperado, ya que se debe disponer de un adecuado modelo de elevación digital (con una resolución máxima de 30 metros, por ejemplo, el producto actual de NASADEM) que permita identificar de manera detallada cada una de las variaciones topográficas, direcciones y acumulaciones de flujo del sector. Sumado a lo anterior, se espera que se consideren puntos de importancia hidrológica en la delimitación, como por ejemplo confluencias de los principales ríos, cuerpos lacustres y estaciones fluviométricas como punto de cierre de cada subcuenca.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3. Estudios en materia de Glaciares

a. Acción N° SbS 03. Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.

En los escenarios futuros de cambios climáticos determinados por el IPCC6, los glaciares seguirán experimentando reducciones significativas y la desaparición de los que son más pequeños, lo cual afectará los caudales de origen glaciar, que en el largo plazo debieran comenzar a disminuir, afectando a su vez a los servicios ecosistémicos que aportan los glaciares a nuestra sociedad (Milner et al., 2017), es decir servicios de abastecimiento (e.g. caudales), regulación (e.g. riesgos) y culturales (e.g. turismo deporte e identidad). En la cuenca del río Yelcho debieran esperarse cambios drásticos en los centros englaciados relevantes al caudal.

Actualmente, en la cuenca del río Yelcho hay inventarios de glaciares de la Dirección General de Aguas (años 2015 y 2022), y estudios de variaciones areales y frontales, sin embargo, existen al menos dos centros englaciados de consideración, Volcán Michinmahuida y Nevado del Yelcho. También se han estudiado algunos eventos hidrológicos extremos tales como el aluvión gatillado en la parte sur del Nevado del Yelcho y que alcanzó la localidad de Santa Lucía, ésta última localizada fuera de la cuenca del río Yelcho. Los glaciares de la cuenca han sido incluidos además en algunos modelos globales de espesor de hielo, los que no cuentan con validación a nivel local. Es decir, hay un conocimiento general y datos localizados para los últimos años, todo lo cual requiere incrementarse, en particular en los procesos de balances de masa y estimación precisa del volumen de hielo. Estos glaciares seguirán experimentando reducciones significativas de área en las próximas décadas de acuerdo con los modelos predictivos existentes para estos cuerpos de hielo, lo que necesariamente afectará los caudales en el largo plazo y la provisión de servicios ecosistémicos. Además, estos glaciares pueden ser afectados por el volcanismo presente en la región, que al derretir nieve y hielo pueden generar flujos rápidos tipo lahares de alta peligrosidad, por ello es necesario determinar volúmenes de hielo por centro montañoso para aportar a estudios de riesgo volcánico.

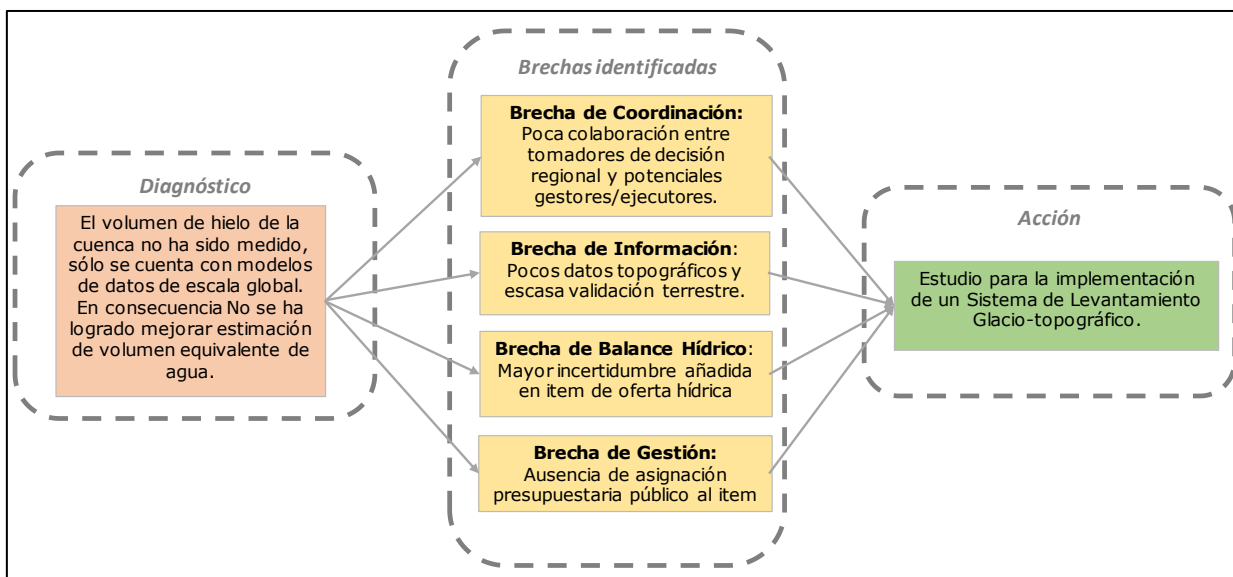
Con esta síntesis de diagnóstico se puede señalar como brecha principal el conocimiento escaso del volumen de hielo allí almacenado y su evolución en el largo plazo frente al cambio climático. Esto se debe a que no se han realizado levantamientos geodésicos o topográficos a nivel de cuenca, sólo existiendo modelos globales para este tipo de información. Para abordar esta brecha, se propone la acción SbS-03.

Para abordar la acción adecuadamente, en el contexto de un plan de gestión hídrica, se propone basarse en la Estrategia Nacional de Glaciares, específicamente en el monitoreo jerárquico "Nivel 3". Se trata de un levantamiento de la topografía superficial con sistemas tipo escáner Láser Aerotransportado y fotogrametría, además de aplicación de mediciones con sistemas de radar para determinar la topografía subglacial, estructura interna y características del hielo. Realizado mediante adaptación y empleo en plataformas aerotransportadas (helicóptero) y validación terrestre. La acción se centra en monitorear el centro montañoso más importante en términos de área englaciada, con repetición al cabo

de un par de años para determinar cambios volumétricos del hielo en el periodo de estudio. Se propone la incorporación de actores locales para difusión y actualización de información glaciológica y cartografía en zonas de miradores o senderos existentes en centros englaciados a ser monitoreados.

Esto se fundamenta en el hecho que conocer con precisión el volumen de hielo almacenado que se traduce en su real aporte a las fuentes superficiales, como variará en el futuro y estimar una probable cesación en el largo plazo, son preguntas fundamentales de resolver en una cuenca con respaldo nivel-glaciario, como es el caso del río Yelcho, permitiendo abordar de mejor manera, por ejemplo, la planificación de gestión del recurso y la realización de medidas de adaptación de infraestructuras. El conocimiento derivado de la ejecución de la presente acción traerá beneficios igualmente en lo social y cultural a nivel de la cuenca, tales como la recreación y el sentido de pertenencia patrimonial natural, que indirectamente ayudarán a la conservación de glaciares y a sus efectos transmitidos en el propio plan de gestión de la cuenca. Esto es parte también de los lineamientos esenciales de la transición Socio-Ecológica y Transición Hídrica Justa impulsados por el Ministerio del Medio Ambiente.

En la Figura 6-6 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-3 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-6: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-03

Tabla 6-3: Ficha resumen Acción N° SbS-03

ACCIÓN N°:	SbS-03
Nombre de la Acción:	
Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.	
Brecha identificada:	
Escaso conocimiento del volumen de hielo almacenado en la cuenca.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Elaboración de estudio que permita determinar las características topográficas superficiales y subglaciales, y sus cambios.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en Sistemas de Información
Temática:	Sistemas de información
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Caracterización de glaciares presentes en la cuenca.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Regional. Unidad administrativa a intervenir: DGA Los Lagos.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	10 años
Actor(es) Beneficiario(s):	MOP, MMA, MINAGRI, MINENERGIA
Entidad(es) responsable(s):	DGA, Unidad de Glaciología y Nieve.
Actor(es) co-ejecutor(es):	SERNAGEOMIN; Centros de investigación y expertos privados.
Tipo de financiación:	Alianza público-privada
Fuente de financiación:	DGA-MMA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Se trata de un plan de monitoreo glaciológico de mediana intensidad que incluye levantamiento extensivo de la topografía superficial con sistemas tipo escáner Láser Aerotransportado y fotogrametría, además de aplicación de mediciones con sistemas de radar para determinar la topografía subglacial, estructura interna y otras características del hielo. Realizado mediante adaptación y empleo en plataformas aerotransportadas (helicóptero) y validación terrestre, en el glaciar Amarillo, que puede considerarse el glaciar piloto de la cuenca. Incorporación de actores locales para difusión y actualización de información glaciológica y cartografía en zonas de miradores o senderos existentes en centros englaciados a ser monitoreados y la coordinación con CONAF en aquellos glaciares incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.4. Estudio hidrogeológico

Generados el diagnóstico y las instancias PAC, esta iniciativa que se muestra a continuación se considera estratégica.

a. Acción N° SbS-06. Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.

La cuenca del río Yelcho presenta poca información sobre la geología, donde la carta geológica se encuentra un nivel de detalle poco representativo, debido a la escala. Por otro lado, la información es muy limitada sobre estudios de recursos aguas subterráneas, además no presenta información sobre vulnerabilidad acuífera en la cuenca.

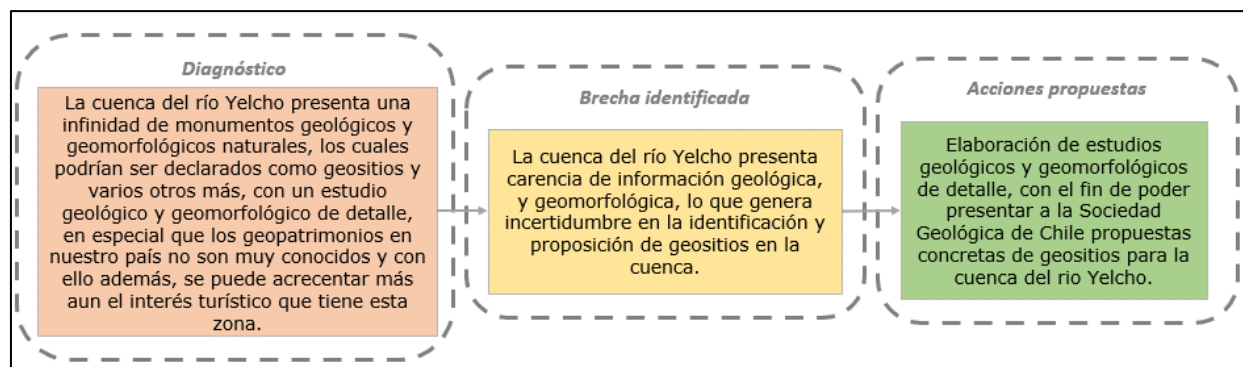
En efecto, la carta geológica utilizada para la caracterización del estudio es de escala de 1:1.000.000, siendo la carta de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), con su Mapa Geológico de Chile del año 2003, no existiendo una fuente de información primaria para la cuenca.

La cuenca no presenta algún estudio que defina las UHs, o la zona acuífera en detalle, utilizando como fuente secundaria para el estudio, el Mapa Geológico de Chile (SERNAGEOMIN, 2003) escala 1:1.000.000 en conjunto con el Mapa Hidrogeológico de Chile (CONAPHI, 1986) escala 1:2.500.000, donde se elaboró un mapa hidrogeológico del sector a escala 1:1.000.000, donde se definieron unidades de importancia hidrogeológica, en base las categorías de permeabilidad definidas en el Mapa Hidrogeológico citado.

Tampoco se disponen de estudios de vulnerabilidad acuífera. Sernageomin, desarrolló el año 2008, un levantamiento hidrogeológico a escala 1:250.000, que incluyó el estudio de la distribución y cantidad de los recursos de agua subterránea, el que cubrió parte importante de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos, dejando fuera la zona cordillerana, donde se ubica la cuenca del río Yelcho.

Para abordar estas brechas de información, se propone la elaboración de estudios de recursos aguas subterráneas, que tengan un enfoque de generar información sobre Geología, Geomorfolología, Hidrogeología y Vulnerabilidad a un nivel de detalle para la cuenca, además que sea complementario a la información sobre los SHAC, permitiendo un desarrollo óptimo y un mejor entendimiento del sistema que está presente en la cuenca. Asimismo, se propone realizar un análisis crítico sobre las condiciones hídricas que se encuentran presentes, tanto con el análisis de la interacción con las demás zonas acuíferas que limitan la cuenca como la zona acuífera transfronteriza.

En la Figura 6-7 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-4 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-7: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-06

Tabla 6-4: Ficha resumen Acción N° SbS-06

ACCIÓN N°:	Sbs-06
Nombre de la Acción:	
	Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.
Brecha identificada:	
	La cuenca del río Yelcho presenta carencia de información geológica, y geomorfológica, lo que genera incertidumbre en la identificación y proposición de geositios en la cuenca, los cuales constituirían un mayor atractivo turístico en la zona.
Objetivo(s) de la Acción:	
	Generación de información geológica y geomorfológica de detalle en la cuenca del Río Yelcho.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en Sistemas de Información
Temática:	Sistemas de información
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Caracterización geológica y geomorfológica de la cuenca.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Regional: Cuencas y subcuencas de la región de Los Lagos
Horizonte de implementación:	Largo plazo
Vida útil de la acción:	Indefinida
Actor(es) Beneficiario(s):	Usuarios de la cuenca, Chile, centros asociados al turismo, Centros de investigación, entre otros.

Entidad(es) responsable(s):	SERNAGEOMIN
Actor(es) co-ejecutor(es):	Sociedad Geológica de Chile
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	GORE-SERNAGEOMIN
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Se identifican las siguientes componentes a desarrollar:	
<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de registro detallado de la Geología y Geomorfología de la cuenca, a escalas adecuadas. • Levantar geositios dentro de la cuenca del río Yelcho • Presentar propuesta geositios a Sociedad Geológica de Chile. 	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.5. Estudios y levantamiento de información respecto a la calidad del agua

a. **Acción N° Sbs-04. Aumento cantidad de parámetros de calidad de aguas superficiales, estandarización de metodologías de análisis, adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) adecuado para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca.**

En las bases de datos de calidad del agua superficial que la DGA tiene para la cuenca del río Yelcho existen pocos datos de iones y nutrientes, cuyos registros no presentan continuidad temporal, o no se registran en la actualidad, o han sido medidos con diferentes metodologías analíticas, lo cual dificulta el análisis iónico del agua, el estado trófico del cuerpo de agua, o la evaluación de esta mediante un índice o indicador de calidad del agua.

Por otro lado, el índice de calidad del agua utilizado por DGA y publicado en el informe del Estado del Medio Ambiente, solo utiliza 5 parámetros (pH, CE, OD, Nitrógeno y fósforo), permitiendo agregar más parámetros de acuerdo a las características particulares de cada cuenca, sin embargo, se requiere un análisis preliminar que determine el indicador adecuado para cada cuerpo de agua o al menos para la cuenca. Por otro lado, es difícil determinar indicadores adecuados ya que no existen Normas Secundarias de Calidad Ambiental, o registros temporales largos y actualizados, o una adecuada cantidad de datos para aplicar los percentiles 5 y 95 al set de datos. Además, el ICA propuesto es aplicado anualmente, sin embargo, la baja cantidad de datos puede inducir a errores en la determinación de la calidad del agua (si hay solo 1 dato y este supera al percentil 95, la CA es no buena). Las categorías del ICA son solamente 2; Buena con valores sobre 80% de cumplimiento y No buena con valores bajo el 80% de cumplimiento. El ICA no aplica a lagos y lagunas.

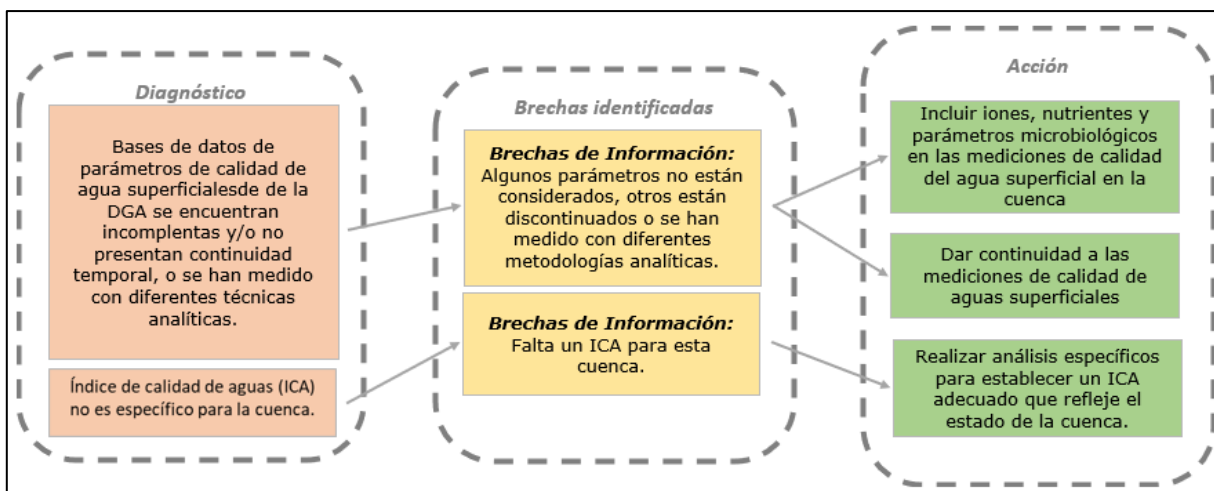
No hay registros de datos microbiológicos, como coliformes fecales, coliformes totales o *E. coli* en las bases de datos de la DGA, lo cual es importante porque, aunque las mediciones son en la fuente, algunos sectores pueden ser utilizados en actividades que impliquen contacto directo con el agua.

Con esta síntesis de diagnóstico, se identifica como brecha a la escasa información de calidad de agua superficial en la cuenca. Por lo anterior, se propone los siguientes alcances en las siguientes acciones:

Por lo anterior, se propone las siguientes acciones:

- Incorporar parámetros microbiológicos, como coliformes fecales, coliformes totales o *E. coli* en las mediciones de calidad de aguas superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Yelcho.
- Incorporar parámetros tendientes al análisis de composición iónica en las mediciones de calidad de aguas superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Yelcho y que no se encuentran considerados, como carbonato y bicarbonato.
- Completar la medición de parámetros que permiten determinar el estado trófico de los en todos cuerpos de agua lacustres, es decir, nitrógeno total, fósforo total, transparencia de la columna de agua y concentración de clorofila-a.
- Dar continuidad temporal a la toma de muestras, realizando el monitoreo para todos los parámetros al menos dos veces al año. Esto se debe a que para determinar la calidad del agua de la cuenca se requiere realizar un análisis que permita determinar cuáles parámetros son los que se deben considerar en cada estación de monitoreo, con una inspección detallada de los datos históricos que requieren que no estén interrumpidos, considerar estacionalidad y un número mínimo de mediciones como para determinar adecuadamente indicadores de calidad del agua.
- Estandarización de metodologías de análisis de los parámetros de calidad de aguas superficiales, privilegiando los que tengan menor límite de detección. Se debe capacitar al personal encargado en la manipulación de las muestras y uso de equipamientos para evitar errores en las mediciones.
- Implementar un índice de calidad de aguas (ICA) adecuado para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca. El ICA utilizado actualmente está pensado a nivel nacional y no de cuenca. En ausencia de NSCA, se debe determinar cuáles parámetros de calidad de agua deben ser considerados mediante la determinación de indicadores. Se recomienda aplicar los índices cada 3-5 años, ya que actualmente se aplica anualmente y dado el bajo número de datos (1-4 anuales), es muy fácil cometer errores en la clasificación de la calidad del agua. En el mismo sentido, es recomendable aumentar el número de categorías de calidad de agua.

En la Figura 6-8 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-5 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-8: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-04

Tabla 6-5: Ficha resumen Acción N° SbS-04

ACCIÓN N°:	SbS-04
Nombre de la Acción:	Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca
Brecha identificada:	Escasa información de parámetros de calidad de agua superficial en la cuenca.
Objetivo(s) de la Acción:	Ampliación de la cantidad de información de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas, seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas.
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,3
Tipología de la solución:	Solución basada en sistemas de información
Temática:	Sistemas de información
Tipo de acción:	Indirecta
Origen de la acción:	Caracterización ambiental de la cuenca (Diagnóstico. Anexo J.10.1)

Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	
Actor(es) Beneficiario(s):	OÚAs - DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recurso Hídricos - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recurso Hídricos, y División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<ul style="list-style-type: none"> ● Incorporar parámetros microbiológicos, como coliformes fecales, coliformes totales o <i>E. coli</i> en las mediciones de calidad de aguas superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Yelcho. ● Incorporar parámetros tendientes al análisis de composición iónica en las mediciones de calidad de aguas superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Yelcho y que no se encuentran considerados, como carbonato y bicarbonato. ● Incorporar la medición de parámetros que permiten determinar el estado trófico de los cuerpos de agua lacustres, es decir, nitrógeno total, fósforo total, transparencia de la columna de agua y concentración de clorofila-a. ● Dar continuidad temporal a la toma de muestras, realizando el monitoreo para todos los parámetros al menos dos veces al año. Esto se debe a que para determinar la calidad del agua de la cuenca se requiere realizar un análisis que permita determinar cuáles parámetros son los que se deben considerar en cada estación de monitoreo, con una inspección detallada de los datos históricos que requieren que no estén interrumpidos, considerar estacionalidad y un número mínimo de mediciones como para determinar adecuadamente indicadores de calidad del agua. ● Estandarización de metodologías de análisis de los parámetros de calidad de aguas superficiales, privilegiando los que tengan menor límite de detección. Se debe capacitar al personal encargado en la manipulación de las muestras y uso de equipamientos para evitar errores en las mediciones. ● Implementar un índice de calidad de aguas (ICA) adecuado para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca. En ausencia de NSCA, se debe determinar cuáles parámetros de calidad de agua deben ser considerados mediante la determinación de indicadores. Se recomienda aplicar los índices cada 3-5 años, ya que actualmente se aplica anualmente y dado el bajo número de datos (1-4 anuales), es muy fácil cometer errores en la clasificación de la calidad del agua. En el mismo sentido, es recomendable aumentar el número de categorías de calidad de agua. ● Complementar los análisis de estado trófico de cuerpos de agua con bioindicadores, tales como macroinvertebrados, macrófitos y fitoplancton. 	

Fuente: Elaboración propia.

b. Acción N° SbS-05. Difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.

La plaga Didymo, producida por la diatomea *Didymosphenia geminata*, fue registrada en forma oficial, por primera vez en el año 2010 y a nivel nacional, en los ríos Futaleufú y Espolón. Actualmente se encuentra declarada como plaga en 7 subsubcuencas de la cuenca del río Yelcho por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en el marco del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, D.S. (MINECON) N° 345/2005 y sus modificaciones.

Esta diatomea prolifera rápidamente en ríos de aguas frías y pobres en nutrientes, como los que se encuentran en la cuenca del río Yelcho. Si bien no afecta a la salud humana, genera floraciones donde la capa de Didymo puede llegar a tener un espesor superior a los 20 cm, lo que genera alteraciones fisicoquímicas y biológicas en el ecosistema, además de un impacto visual que afecta a las actividades turísticas (Res. Ex. 719/2021). Esta diatomea genera una disminución en el oxígeno disponible, deprime las poblaciones de microinvertebrados y peces, modifica principalmente el ecosistema de ríos y lagos. Otros sectores afectados son el de la energía (hidroeléctrica), agrícola, industrial y residencial, debido a que el alga puede bloquear tomas de aguas y cañerías afectando la conducción de agua (Gobierno Regional de Los Lagos, 2011).

La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, mantiene en la actualidad un programa permanente de monitoreo, ejecutado por IFOP, mientras que el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, ha implementado diversas medidas tendientes a evitar su dispersión, con estaciones de desinfección en los sectores con importantes actividades de pesca deportiva, de acuerdo a la Res. Ex. N° 1070 de 2014, la cual estableció el Programa de Vigilancia, Detección y Control de la especie plaga en comento, de acuerdo al D.S. (MINECON) N° 345 de 2005.

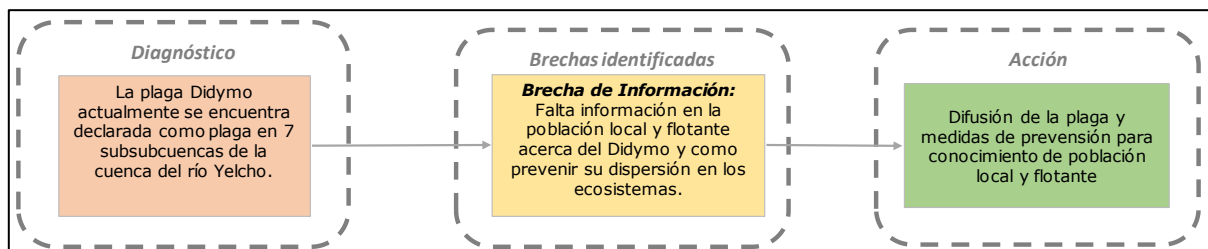
SERNAPESCA tiene una plataforma online con amplia información relacionada con la plaga, así como un plan de acción y control para prevenir la dispersión de esta especie, a otros cuerpos de agua del país, a través del Programa de vigilancia, detección y control de la plaga *Didymosphenia geminata*. Entre las medidas aplicadas, están las restricciones al traslado de aparejos de pesca recreativa, desinfección de embarcaciones y ejecución de campaña de difusión y educación de la comunidad, distribuyendo afiches y trípticos informativos en los municipios, clubes, lodges de pesca y otras organizaciones que desarrollan actividades en los ríos y lagos de la zona sur², no obstante, en la comunidad existe la percepción de poca difusión de la problemática y de cómo abordarla.

Para la brecha de la presencia de la plaga Didymo, se propone la creación de un programa orientado a la prevención, educación y difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo; así como apoyo local para la difusión que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) mantiene en su plataforma online. Las Municipalidades y otras OSC deberían apoyar en la difusión, por ejemplo, entregando el material generado por las otras

² <http://didymo-desarrollo.sernapesca.cl/index.php>

instituciones en colegios, oficinas de turismo, lugares de recreación y pesca y realizando educación ambiental al mismo tiempo.

En la Figura 6-9 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-6 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-9: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-05

Tabla 6-6: Ficha resumen Acción N° SbS-05

ACCIÓN N°:	SbS-05
Nombre de la Acción:	Programa de difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.
Brecha identificada:	Falta información en la población local y flotante acerca del Didymo y cómo prevenir su dispersión en los ecosistemas.
Objetivo(s) de la Acción:	Difusión y transferencia de conocimiento sobre la plaga Didymo y las medidas de prevención para controlar su propagación.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,3 – 15,8
Tipología de la solución:	Solución basada en Sistemas de Información
Temática:	Conservación y protección del medio ambiente.
Tipo de acción:	Indirecta
Origen de la acción:	Caracterización ambiental de la cuenca (Diagnóstico. Anexo J.10.6)

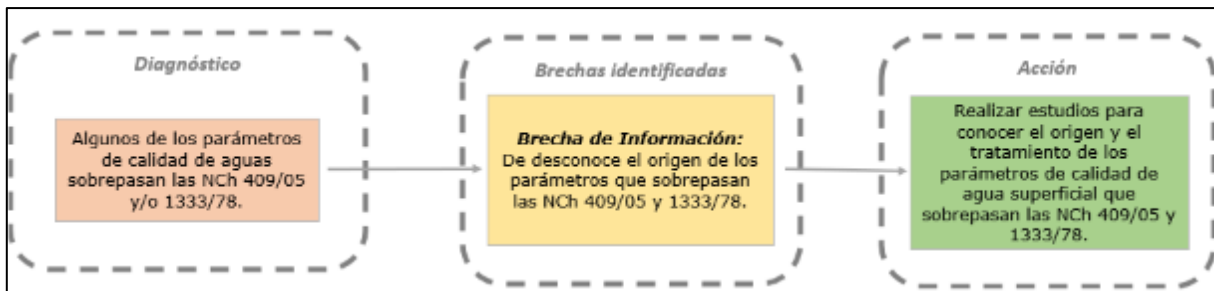
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Corto plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	Sociedad Civil - Sector turismo
Entidad(es) responsable(s):	SERNAPESCA - Mnpios - OSC - CONAF
Actor(es) co-ejecutor(es):	Dirección Regional de Aguas - Centros de investigación - SAG
Tipo de financiación:	Pública – privada
Fuente de financiación:	SERNAPESCA-MINCiencias
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo. Apoyo local, a través de Municipalidades, SAG y Organizaciones Civiles, para la difusión que el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) mantiene en su plataforma online.	

Fuente: Elaboración propia.

c. Acción N° SbS-07. Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.

Las mediciones de calidad de agua actuales (periodo 2019 – 2020) han mostrado que el boro, el hierro total y el pH, presentaron incumplimientos en una o más mediciones para la NCh 1333/78, mientras que el hierro total y el pH, presentaron incumplimientos para la NCh 409/05. Históricamente, además se ha encontrado que el mercurio, manganeso total y molibdeno han superado la NCh 1333/78 en alguna oportunidad, mientras que se agrega el mercurio total, el plomo total, manganeso total y plomo total a los incumplimientos de la NCh 409/05. Actualmente, se desconoce el origen real de los metales medidos por sobre las normas y solamente se especula que su origen es natural. Del mismo modo no existen explicaciones empíricas para las variaciones del pH, más allá de las que se pueden suponer de acuerdo a los parámetros que podrían modificarlo.

La escasa información de parámetros de calidad de agua superficial que sobrepasan normas de calidad del agua se considera una brecha, para la que se propone la presente acción. Esto con el fin de realizar estudios para conocer el origen y el tratamiento de los parámetros de calidad de agua superficial que actualmente no están cumpliendo con las normas chilenas de calidad de agua NCh 1333/78 y NCh 409/05. En la Figura 6-10 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-7 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-10: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbS-07

Tabla 6-7: Ficha resumen Acción N° SbS-07

ACCIÓN N°:	SbS-07
Nombre de la Acción:	Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.
Brecha identificada:	Escasa información del origen de los parámetros de calidad de agua superficial que sobrepasan normas de calidad del agua.
Objetivo(s) de la Acción:	Estudio para conocer el origen y posibles tratamientos de metales, metaloides y parámetros fisicoquímicos que incumplen las normas chilenas de calidad de aguas NCh 1333/78 y 409/05.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad hídrica para las Personas, Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas.
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,3
Tipología de la solución:	Solución basada en la naturaleza
Temática:	Infraestructura hidráulica - Obras mayores y/o menores, redes de medición hidrometeorológica y calidad del agua
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Caracterización ambiental de la cuenca. (Diagnóstico. Anexo J.10.1)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	
Actor(es) Beneficiario(s):	OUs - DGA - MOP - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	MOP - DGA

Actor(es) co-ejecutor(es):	Centros de investigación
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>Los parámetros que sobrepasan las normas de calidad ambiental NCh 409/05 y NCh 1333/78 son el boro, hierro total, mercurio total, pH, plomo total y molibdeno total. En primer lugar, en un corto plazo, se debe realizar una inspección de la base de datos para determinar si existen errores de tipeo al ingresar los valores en las plataformas del MOP-DGA, así como de la precisión de los equipos y metodologías de medición y de los límites de detección utilizados para descartar que estos se encuentren muy cerca de los límites que imponen las normas mencionadas. En segundo lugar, se debe considerar que los datos provienen de solo 2 estaciones de calidad de aguas superficiales, una de ellas ubicada en la frontera con Argentina (río Futaleufú en la Frontera), por lo que será necesario contar con datos del río desde el sector argentino. La otra estación se es Río Yelcho en Desagüe lago Yelcho, de modo que se deben priorizar la evaluación de fuentes de contaminación que pueden estar afectando a estas áreas. En caso de que, en los nuevos puntos de medición incorporados recientemente por la DGA, así como en los nuevos puntos sugeridos en este plan de acciones persisten las tendencias de estos parámetros a sobrepasar las normas, se debe incluir los mismos análisis en un mediano plazo. En tercer lugar, se debe tener en cuenta un análisis más global, ya que la cuenca no se encuentra aislada de otras cuencas y se deben tomar y analizar muestras representativas en posibles fuentes de contaminación naturales de la cuenca y de otras que puedan influir en ella, tales como en cuerpos de aguas influidos por los volcanes Michinmahuida, Apagado, Hornopirén y Chaitén. Además, se deben analizar las fuentes antrópicas y su posible relación con los parámetros que sobrepasan las normas. La cuenca del río Yelcho es poco intervenida en este sentido, sin embargo, es necesario evaluar el impacto de las empresas sanitarias presentes en Chaitén y Futaleufú.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

6.3. SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA (SBN)

Las medidas relacionadas a este punto reúnen iniciativas que afectan positivamente sobre la oferta hídrica en la cuenca, tal como la explotación de acuíferos profundos u otras acciones similares (recarga artificial de acuíferos, cosecha de aguas lluvia, uso de aguas servidas tratadas, protección de humedales o riberas, entre otros).

6.3.1. Protección y conservación de los ecosistemas

a. Acción N° SbN-01. Completitud de información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.

El Inventario de Humedales 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, contiene muchos humedales donde falta información ya sea que el humedal se encuentra sin nombre, sin código, y/o sin nombre de subcuenca. Tampoco aparece asociado el nombre de la cuenca a la que pertenece cada humedal, lo que dificulta el uso práctico de la información. Adicionalmente, la información de la superficie (en hectáreas) que abarca cada humedal no es fácilmente descargable, ya que al hacerlo en archivos Excel o CSV se pierden los separadores de miles y decimales, y dada la enorme cantidad de humedales presentes en

la cuenca se hace imposible para un usuario que no maneje herramientas disponer de esos datos. Por su parte, el geoportal SIMBIO, donde hay información de áreas protegidas de relevancia, solamente diferencia los humedales ríos, cuerpos y otros humedales, por lo que no es posible reconocer humedales como turberas, mallines, deltas, marismas, embalses, tranques, etc. Por otro lado, considera a las turberas como ecosistemas terrestres y la sección de humedales se encuentra en construcción

El Ministerio del Medio Ambiente realizó en el año 2018, un estudio de valoración de los servicios ecosistémicos de ecosistemas continentales a nivel nacional y de cuencas, dentro de las cuales no se encuentra la cuenca del río Yelcho. Adicionalmente, la valoración, realizada por un panel de expertos, no incluyó todos los tipos de ecosistemas acuáticos, por ejemplo, no contempla a las turberas y mallines. Por otro lado, la valoración disponible es de provisión potencial, faltando una valoración económica de los SSEE.

Para la región de Los Lagos recientemente se realizó un estudio que levantó información para generar un inventario de turberas mediante su identificación, delimitación y evaluación de su condición (MMA, datos no publicados), sin embargo, este estudio entrega información interpretativa que requiere ser complementado y corroborado con análisis en terreno. Estas turberas proveen importantes servicios ecosistémicos, sin embargo, son explotadas para ser comercializados, donde el pompón es uno de los tres principales Productos Forestales no Madereros (PFNMs) exportado por Chile, habiendo aumentado 3 veces su extracción desde el año 2000 (Salinas Sanhueza et al., 2021). Los mismos autores señalan que *“No existen registros de colecta de turba como sustrato, sólo la evidencia de recolección del musgo como material vegetal. Por lo tanto, la cosecha de musgo o pompón, como es conocido por las personas del medio rural, constituye una actividad productiva extractiva, cuyo grado de perturbación en el ambiente es desconocido; y falta información científica, pero se observan evidencias empíricas del deterioro ambiental por parte de la comunidad y las instituciones del Estado”*.

Además de la extracción, aunque en menor medida, las turberas de Sphagnum son perturbadas por factores como el drenaje, incendios y el cambio de uso del suelo para la habilitación de tierras para la producción agrícola y forestal (Turetsky et al. 2015 fide in Carrillo y Pacheco, 2021). Estas presiones dan origen a las turberas antropogénicas o pomponales, las cuales son las más frecuentes en la región de Los Lagos, a diferencia de las turberas naturales (Carrillo y Pacheco, 2021). La fuerte presión extractiva del musgo Sphagnum impacta negativamente los ecosistemas naturales de los cuales forman parte, los que difícilmente vuelven a ser funcionales (retención de agua, secuestro de carbono, etc.), debido a la lenta recuperación de las áreas, conllevando a pérdida de la diversidad de especies y genética (Díaz & Silva, 2018).

Al día de hoy la regulación de la extracción del musgo Sphagnum nace del hecho que en Chile la extracción de este no está prohibida y tampoco necesitaba de algún permiso o autorización ambiental, al contrario de la explotación de la turba que sí requiere autorización ambiental vía su ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Álvarez Piñones y Domínguez, 2021) de acuerdo a la Ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y al Reglamento de Evaluación de impacto Ambiental por considerarse

un producto minero. Por otro lado, el Ministerio de Agricultura está facultado para generar acciones. En efecto, necesariamente por mandato de la ley, dicho ministerio debe promover actividades para la protección de los recursos naturales señalados. Por ende, el Ministerio de Agricultura se encuentra facultado para abordar la explotación de un recurso natural renovable, como el musgo *Sphagnum*. Adicionalmente, el Ministerio de Agricultura puede dictar normativas que le proponga el Servicio Agrícola Ganadero, de acuerdo a sus objetivos de protección, mantención e incremento de la salud vegetal y la protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país. El Decreto Supremo 25 del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones en el DS 14 del Ministerio de Agricultura establece las condiciones para la cosecha del musgo *Sphagnum magellanicum* y que es el SAG el organismo encargado de su fiscalización. Sin embargo, en esta última se eliminan importantes restricciones que ayudan a preservar las turberas, como son; realizar la corta 5 cm sobre el nivel del agua, que la hebra cosechada no debe superar los 15 cm, lo que no asegura que el musgo siga vivo cuando sea cosechado; presentar un plano georreferenciado en formato digital donde consigne el predio, el área del Plan y las parcelas de cosecha donde se excluyan zonas arboladas y orillas de cauces o cuerpos de agua, lo cual genera problemas para conocer si se superponen predios, si se abarcan zonas arboladas u orillas de cauces o cuerpos de agua; incluir un registro del nivel freático de la turbera, con lo cual no se podrá conocer su variabilidad estacional y su disponibilidad para la regeneración del musgo; los plazos para realizar nuevas cosechas, los cuales se acortaron y no permiten asegurar la recuperación del musgo (Álvarez Piñones y Domínguez, 2021). Actualmente existe un nuevo proyecto de ley para la regulación de la extracción del musgo *Sphagnum magellanicum* o pompón el cual se encuentra en 3° trámite constitucional en la cámara del Senado.

En resumen, en base a la síntesis de diagnóstico acá expuesta, se identifican las siguientes brechas de información y protección de humedales continentales.

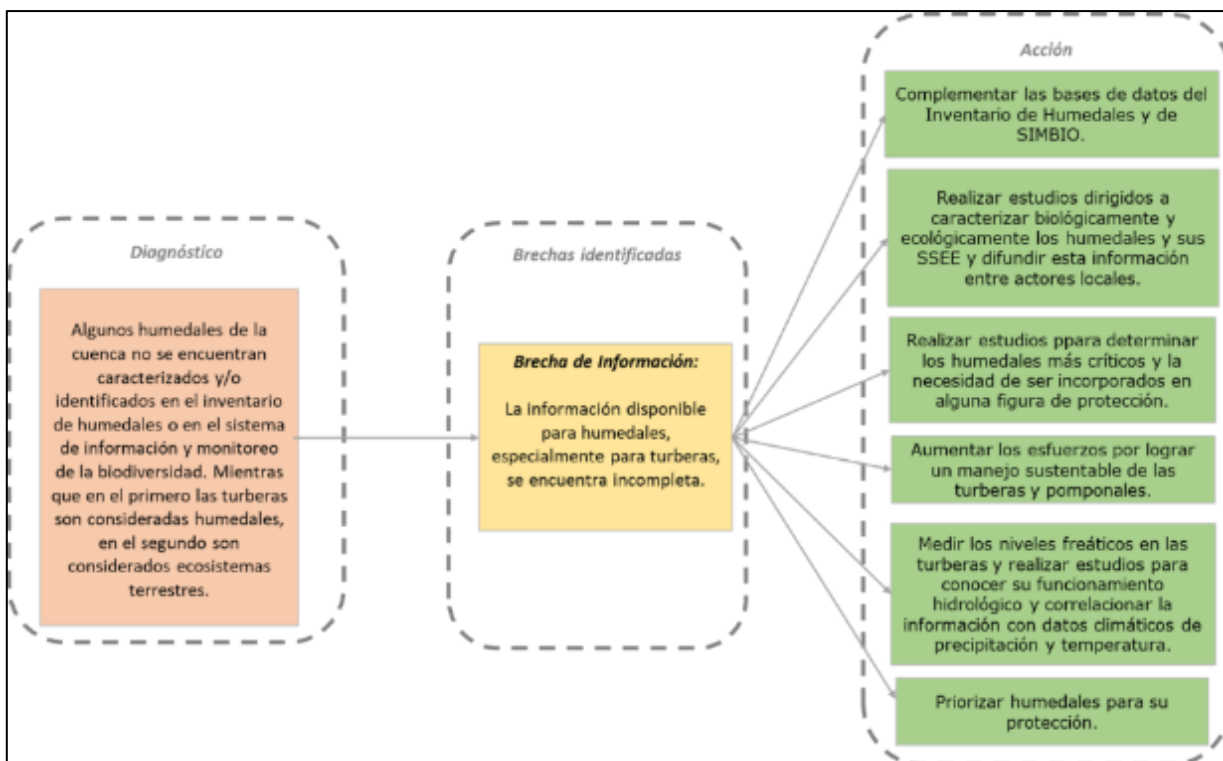
- La información disponible para los humedales se encuentra desactualizada o incompleta.
- Falta información sobre la cantidad y tipo de turberas, la superficie que ocupan, la composición florística y faunística.
- No existe valorización de los servicios ecosistémicos de los ecosistemas acuáticos.
- Falta información de la composición florística y faunística.
- En general, no existen estudios de calidad del agua y biodiversidad en humedales.
- Falta de información científica que revele el grado de perturbación generado en turberas y bosque siempre verde de coigüe asociado a estas.
- No hay caracterizaciones detalladas de la hidrología de las turberas y de los efectos del cambio climático.

- Perturbación y deterioro ambiental de los ecosistemas turberas.
- Desconocimiento de la importancia ecológica de las turberas por parte de la comunidad.
- Uso no sustentable del recurso.
- Deficiencias en la regulación legislativa actual para la extracción del musgo *Sphagnum magellanicum*.
- No existen criterios de priorización de turberas para ser protegidas.
- No existen reglamentos para la protección de humedales rurales.
- Frente a las brechas identificadas, se propone como acción el desarrollo de un plan de manejo que englobe los siguientes aspectos:
- Complementar el Sistema Nacional de Humedales. El MMA debe completar la información de nombres, códigos y ubicación de los humedales de la cuenca. Se sugiere agregar una columna que identifique las cuencas. Además, se deberá mejorar la versión descargable de los datos en formato Excel o CSV para que se puedan obtener las superficies sin errores de puntuación (de miles y decimales). También se sugiere complementar la información descargable del Geoportal SIMBIO del MMA, con los tipos de humedales que no están considerados.
- El MMA y el MINCiencia deberán promover proyectos para realizar estudios para caracteriza la calidad del agua, la biodiversidad y el estado ecológico de los humedales.
- Universidades, centros de investigación, MMA y MINCiencia deben desarrollar investigaciones para identificar y caracterizar las presiones y amenazas que experimentan los humedales de la cuenca.
- Selección de humedales principales, para elaborar análisis los Servicios Ecosistémicos que proveen los humedales de la cuenca del río Yelcho y su valoración económica, comenzando por los cuerpos de agua más importantes de la cuenca, es decir lago Yelcho, lago Espolón, lago Yelcho (ZOIT), río Yelcho (ZOIT), río Espolón, río Futaleufú, río Michimahuida (ZOIT), lago Lonconao (Fronterizo).
- El MMA y MINCiencia deben promover investigaciones científicas y/o técnicas para identificar las turberas de la cuenca, georreferenciándolas y definiendo su superficie la composición y estado ecológico, determinando el grado de perturbación de estas y de la vegetación y fauna terrestre y acuática asociada. Validación en terreno de la superficie realmente ocupada por las turberas. Destinar fondos para investigaciones que revelen el impacto de la extracción del musgo sobre estos ecosistemas.

- Modificar las normativas del DS 25 y sus modificaciones que la extracción del musgo *Sphagnum*, tales como, la obligatoriedad de medir los niveles freáticos mensualmente en las turberas y realizar estudios para conocer su funcionamiento hidrológico y correlacionar la información con datos climáticos de precipitación y temperatura. Información que será útil para conocer la estacionalidad y disponibilidad del agua, sus efectos sobre la biología del musgo y del ecosistema en general, así como el análisis a estrategias para hacer frente al cambio climático. Esta acción la realiza en Congreso de Chile.
- Difundir el conocimiento generado por las investigaciones científicas y/o técnicas a las partes interesadas y comunidad en general para lograr comprensión de la importancia ecológica de las turberas, del estado ecológico en que se encuentra estas junto a los ecosistemas en que forman parte y de las tomas de decisiones en el manejo de estos humedales.
- Desarrollar un uso sustentable de las turberas y pomponales. Para lograr un uso sustentable de los recursos que proveen estos ecosistemas se sugiere poner valor a los bienes y servicios ambientales que proveen las turberas. Promover la conservación y restauración de los pomponales, privilegiando la restauración natural, permitiendo el restablecimiento de los ciclos naturales de reciclaje de nutrientes, del agua, y de la sucesión de especies que conforman estos ecosistemas, evaluando la integridad ecológica en plazos razonables. Las tomas de decisiones deben considerar y respetar que estos recursos son parte del patrimonio cultural de la cuenca. Las tomas de decisiones también deben considerar las opiniones de los actores locales que utilizan el recurso como sustento económico para lograr consensos para llegar a un manejo sustentable, disminuyendo el mercado de *commodities* y agregando valor al producto y fortaleciendo las instancias de regulación. Para esto último, se deben considerar los consejos de expertos a cerca de las técnicas de cosechas sustentables, como la estacionalidad, método de extracción, porcentaje de extracción, entre otras medidas que puedan surgir en estudios futuros. Para fines económicos, se aconseja considerar las técnicas de cultivo y propagación artificial de musgos del género *Sphagnum* (Carrillo y Pacheco, 2021), en invernaderos o terrenos indicados para ello. En caso de utilizar estos cultivos para restaurar los ecosistemas, debe ser asistido por profesionales idóneos, a fin de no alterar los procesos ecológicos naturales, la composición de las especies de plantas que acompañan al pompón y por ende a la fauna que depende de ella.
- Realizar estudios tendientes a detectar los humedales más críticos y analizar la necesidad de incorporarlos dentro de alguna figura de protección.
- Promover investigaciones científicas y/o técnicas para conocer la composición y estado ecológico de las turberas, determinando el grado de perturbación de estas y de la vegetación y fauna terrestre y acuática asociada. Validación en terreno de la superficie realmente ocupada por las turberas. Destinar fondos para investigaciones que revelen el impacto de la extracción del musgo sobre estos ecosistemas.

- Regular la obligatoriedad de medir los niveles freáticos mensualmente en las turberas y realizar estudios para conocer su funcionamiento hidrológico y correlacionar la información con datos climáticos de precipitación y temperatura. Información que será útil para conocer la estacionalidad y disponibilidad del agua, sus efectos sobre la biología del musgo y del ecosistema en general, así como el análisis a estrategias para hacer frente al cambio climático.
- Difundir el conocimiento generado por las investigaciones científicas y/o técnicas a las partes interesadas y comunidad en general para lograr comprensión de la importancia ecológica de las turberas, del estado ecológico en que se encuentra estas junto a los ecosistemas en que forman parte y de las tomas de decisiones en el manejo de estos humedales.
- Desarrollar un uso sustentable de las turberas y pomponales. Para lograr un uso sustentable del recurso se sugiere poner valor a los bienes y servicios ambientales que proveen estos ecosistemas. Promover su conservación y restauración, privilegiando la restauración natural, permitiendo el restablecimiento de los ciclos naturales de reciclaje de nutrientes, del agua, y de la sucesión de especies que conforman las turberas y pomponales, evaluando la integridad ecológica en plazos razonables. Las tomas de decisiones deben considerar y respetar que estos recursos son parte del patrimonio cultural de la cuenca. Las tomas de decisiones también deben considerar las opiniones de los actores locales que utilizan el recurso como sustento económico para lograr consensos para llegar a un manejo sustentable del recurso, disminuyendo el mercado de *commodities* y agregando valor al producto y fortaleciendo las instancias de regulación. Para esto último, se deben considerar los consejos de expertos acerca de las técnicas de cosechas sustentables, como la estacionalidad, método de extracción, porcentaje de extracción, entre otras medidas que puedan surgir en estudios futuros. Para fines económicos, se aconseja considerar las técnicas de cultivo y propagación artificial de musgos del género *Sphagnum* (Carrillo y Pacheco, 2021), en invernaderos o terrenos indicados para ello. En caso de utilizar estos cultivos para restaurar los ecosistemas, debe ser asistido por profesionales idóneos, a fin de no alterar los procesos ecológicos naturales, la composición de las especies de plantas que acompañan al pompón y por ende a la fauna que depende de ella.
- Realizar estudios tendientes a detectar los humedales más críticos y analizar la necesidad de incorporarlos dentro de alguna figura de protección.

En la Figura 6-11 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-8 se muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-11: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-01

Tabla 6-8: Ficha resumen Acción N° SbN-01

ACCIÓN N°:	SbN-01
Nombre de la Acción:	Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.
Brecha identificada:	<ul style="list-style-type: none"> • La información disponible para los humedales de la cuenca del río Yelcho se encuentra desactualizada o incompleta en las bases de datos del MMA. • No existe una valorización de los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Yelcho. • Existe desconocimiento de la composición florística y faunística de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Yelcho. • Falta de información científica que revele el grado de perturbación generado en turberas y bosque siempre verde de coigüe asociado a estas debido a su extracción sin regulación. • En general, no existen estudios de calidad del agua y biodiversidad en los humedales de esta cuenca. • No hay caracterizaciones detalladas de la hidrología de las turberas de la cuenca del río Yelcho y de los efectos del cambio climático. • Existen estudios que indican la existencia de perturbación y deterioro ambiental de los ecosistemas turberas.

<ul style="list-style-type: none"> • Hay desconocimiento de la importancia ecológica de las turberas por parte de la comunidad de la cuenca del río Yelcho. • Existen estudios que indican la existencia de un uso no sustentable del recurso. • Existen deficiencias en la regulación legislativa actual para la extracción del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> en la cuenca del río Yelcho. • No existen criterio de priorización de turberas que deben ser protegidas con mayor urgencia. • A nivel Nacional, y por lo tanto también a nivel de esta cuenca, no existen reglamentos para la protección de humedales rurales. 	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumento del conocimiento y protección de humedales y de los servicios ecosistémicos que proveen en la cuenca, con especial atención a turberas.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,6 – 11,4 – 12,8 – 15,1 – 15,6 – 15,9
Tipología de la solución:	Solución basada en sistemas de información.
Temática:	Sistemas de información.
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Diagnóstico de componente de medio ambiente (Anexo J.11.2 y J.11.4)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	Centros de investigación privados y públicos - DGA - consultoras ambientales - MMA - Municipalidades - comunidades locales - turismo.
Entidad(es) responsable(s):	MMA - DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos.
Actor(es) co-ejecutor(es):	Centros de investigación privados y públicos - consultoras ambientales - Municipalidades - comunidades locales - turismo.
Tipo de financiación:	Público
Fuente de financiación:	MMA-MINCiencias
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Frente a las brechas identificadas, se propone como acción el desarrollo de un plan de manejo que englobe los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Complementar el Sistema Nacional de Humedales y la información de humedales presentada en SIMBIO del MMA. • Promover proyectos para realizar estudios para caracteriza la calidad del agua, la biodiversidad y el estado ecológico de los humedales. • Desarrollar estudios de las presiones y amenazas sobre los humedales. • Analizar los Servicios Ecosistémicos que proveen los humedales de la cuenca del río Yelcho y su valoración económica en lago Yelcho, lago Espolón, lago Yelcho (ZOIT), río Yelcho (ZOIT), río Espolón, río Futaleufú, río Michimahuida (ZOIT), lago Lonconao (Fronterizo). 	

- Promover investigaciones científicas y/o técnicas para identificar las turberas y conocer su estado ecológico e impactos por actividades extractivas.
- Modificar las normativas que regulan la extracción del musgo Sphagnum.
- Difundir información sobre turberas y musgo Sphagnum en los actores locales.
- Desarrollar un uso sustentable de las turberas y pomponales.
- Realizar estudios tendientes a detectar los humedales más críticos y analizar la necesidad de incorporarlos dentro de alguna figura de protección.

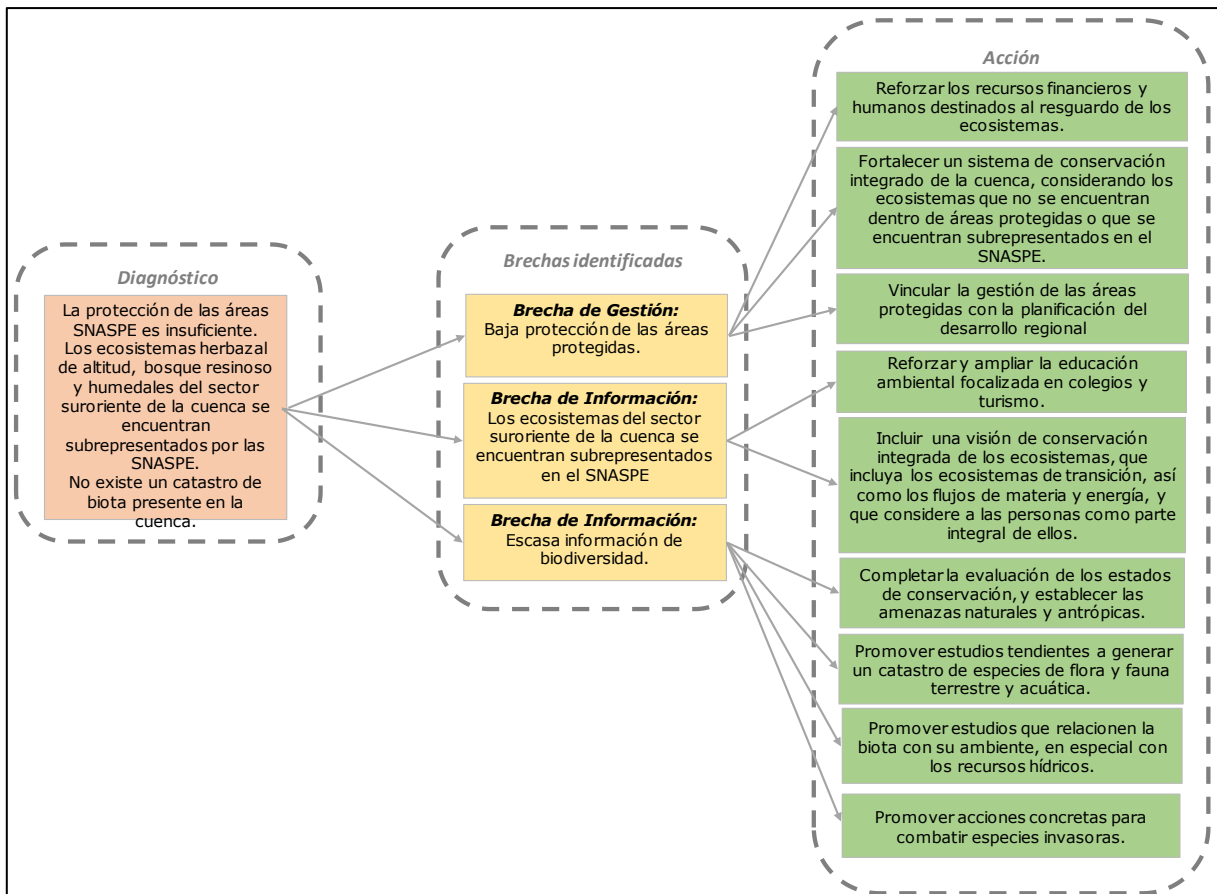
Fuente: Elaboración propia.

b. Acción N° SbN-03. Protección de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.

La cuenca del río Yelcho presenta 2 Parques Nacionales, 1 Reserva Nacional y 1 Bien Nacional Protegido, destinados a proteger la biodiversidad y ecosistemas, sin embargo, no se debe subestimar la importancia de preservar la biodiversidad de la Patagonia chilena fuera de sus grandes parques (Armesto et al., 2021). Los ecosistemas terrestres herbazal de altitud, bosque resinoso y los humedales del sector suroriente de la cuenca se encuentran subrepresentados por las áreas protegidas. Los ecosistemas de la región presentan amenazas como el cambio climático, especies invasoras, aumento del turismo, presión inmobiliaria, entre otras actividades productivas. Sin embargo, se cuenta con reducidos niveles de implementación para la conservación de las áreas protegidas, con una ausencia total en los sistemas de agua dulce; entre sus déficits se cuenta por lo general la ausencia de planes de manejo bien desarrollados, insuficientes monitoreos, limitados recursos financieros y humanos para alcanzar una protección real (Armesto et al., 2021). Además, hasta el día de hoy y hasta que se consolide el Servicio Nacional de Biodiversidad y Áreas Protegidas, la protección está a cargo de diferentes instituciones y la información se encuentra dispersa, con incompleta clasificación de los estados de conservación de los ecosistemas.

Por otro lado, falta una visión de conservación integrada e inclusiva agua-tierra-sociedad que no considere a los ecosistemas acuáticos y los terrestres y de la sociedad como independientes, ya que lo que pase en uno de estos componentes afecta a los otros. Al mismo tiempo, no se consideran las interacciones entre los diversos ecosistemas (flujos de agua, materia y energía). Tal visión no ha sido utilizada para el diseño y selección de áreas protegidas en Chile.

En la Figura 6-12 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-9 se muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-12: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-03

Tabla 6-9: Ficha resumen Acción N° SbN-03

ACCIÓN N°:	SbN-03
Nombre de la Acción:	Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.
Brecha identificada:	<ul style="list-style-type: none"> • Baja protección real de las áreas protegidas. • Algunos ecosistemas se encuentran subrepresentados en el SNASPE. • Escasa información de biodiversidad.
Objetivo(s) de la Acción:	Aumento de la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.

Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	11,4 – 12,8 – 15,5
Tipología de la solución:	Solución basada en la naturaleza, Solución basada en sistemas de información.
Temática:	Conservación y protección del medio ambiente
Tipo de acción:	Indirecta
Origen de la acción:	Caracterización componente de medio ambiente (Diagnóstico. Anexo J.11.6)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Largo plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	Centros de investigación privados y públicos - DGA - consultoras ambientales - turismo - SAG
Entidad(es) responsable(s):	MMA - MINCiencia
Actor(es) co-ejecutor(es):	
Tipo de financiación:	Público
Fuente de financiación:	MMA-MINCiencias
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Completar la evaluación de los estados de conservación, y establecer las amenazas naturales y antrópicas. • Reforzar los recursos financieros y humanos. Aumentar las capacitaciones a personal encargado. Capacitar a voluntarios para realizar educación ambiental en áreas protegidas, a cargo, por ejemplo, de organizaciones no gubernamentales. • Fortalecer un sistema de conservación integrado de la cuenca, considerando los ecosistemas que no se encuentran dentro de áreas protegidas o que se encuentran subrepresentados en el SNASPE. • Avanzar hacia una visión de conservación integrada, que incluya los ecosistemas de transición, así como los flujos de materia y energía, y que considere a las personas como parte integral de ellos. • Vincular la gestión de las áreas protegidas con la planificación del desarrollo regional, lo cual implica la planificación del manejo de actividades humanas dentro y alrededor de las áreas protegidas y ecosistemas sensibles. • Reforzar y ampliar la educación ambiental focalizada, especialmente dirigida a turistas de áreas protegidas, usuarios de servicios ecosistémicos, colegios en todos los niveles de escolaridad, empresas, etc. • Promover estudios tendientes a generar un catastro de especies de flora y fauna terrestre y acuática, así como de otros grupos funcionales, como algas, hongos y líquenes, incluyendo lugar de registro, abundancia y/o cobertura (según corresponda). • Promover estudios que relacionen la biota con su ambiente, en especial la relación con los recursos hídricos, incluyendo amenazas naturales (cambio climático, catástrofes como 	

erupciones volcánicas, inundaciones, entre otros) y antrópicas (por ejemplo, introducción de especies exóticas como <i>Ulex europeus</i> , fragmentación y pérdida de hábitats, animales asilvestrados, caza ilegal, entre otros).
--

Fuente: Elaboración propia.

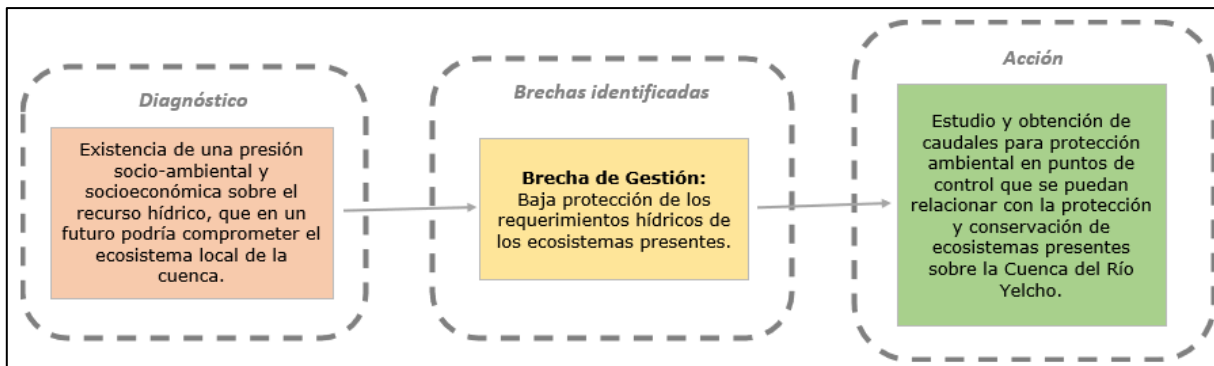
6.3.2. Constitución de reservas

a. **Acción N° SbN-02. Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la cuenca del río Yelcho**

La cuenca del Río Yelcho destaca en la región de los lagos por su baja intervención antrópica (existente, pero en bajos niveles en algunos puntos). Además, se caracteriza por su riqueza hídrica, con origen mixto en algunos sectores (pluvial y nival) y simple en otros (pluvial). Junto con ello, se percibe la existencia de sectores poblados como Futaleufú, El Malito, entre otros, los cuales se encuentran en constante crecimiento, provocando consigo que la demanda del recurso aumente considerablemente, lo cual en un futuro podría comprometer el ecosistema local de la cuenca. Es por esta razón, que, como objetivo principal de la acción, se propone disponer de información detallada de los caudales de protección ambiental sobre aquellos puntos que son de especial interés y conservación ambiental y que requieran de una reserva de agua. Se propone como puntos de reserva de caudal, Desagüe del Lago Yelcho, Río Amarillo ante junta Río Yelcho, Río Michimahuida ante junta Río Yelcho y finalmente Río Espolón en Desagüe Lago Espolón. Sumado a lo anterior, se espera que las estimaciones realizadas sobre la cuenca consideren factores ambientales y ecosistémicos específicos y únicos del área de estudio, basados en la presencia de sitios prioritarios, zonas protegidas (SNASPE), zonas prioritarias (según bienes nacionales), la presencia de derechos de aprovechamiento (CPA), identificando donde se generan las mayores presiones de demanda, humedales (mallines y turberas de orden 4) y zonas de interés turístico (ZOIT), basadas en riqueza natural con fines especiales y con gran cantidad de atractivos turísticos naturales.

Se menciona que, a la fecha de realizado este estudio, se informó sobre la presentación de una solicitud de reserva del río Yelcho para la conservación ambiental y desarrollo local de la cuenca, la cual aún no ha sido ingresada, pero está siendo analizada por las autoridades pertinentes.

En la Figura 6-12 se presenta el análisis desde el diagnóstico y su relación con la solución propuesta; en la Tabla 6-9 se muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-13: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbN-02

Tabla 6-10: Ficha resumen Acción N° SbN-02

ACCIÓN N°:	SbN-02
Nombre de la Acción:	
Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.	
Brecha identificada:	
La cuenca del río Yelcho destaca en la región de los lagos por su baja intervención antrópica (existente, pero en bajos niveles), por sus bellezas naturales, por su riqueza hídrica, y por ser un destino de naturaleza para los turistas. Junto con ello, se percibe la especulación sobre cambio de uso de suelo y el uso del recurso hídrico, ya sea por aumento de la cantidad de loteos, aumento de población en sectores poblados como Futaleufú, El Malito, entre otros, así como por las propias solicitudes de DAA por parte de inmobiliarias y forestales. Todo esto genera una presión socioambiental sobre el recurso hídrico, con lo cual en un futuro podría comprometer el ecosistema local de la cuenca, si no existieran instrumentos de reserva para la protección de los ecosistemas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Elaboración de estudios técnicos por parte de la DGA para definir reserva de caudales para la preservación de ecosistemas presentes. Se propone como puntos de reserva de caudal al Desagüe del Lago Yelcho, Río Amarillo ante junta Río Yelcho, Río Michimahuida ante junta Río Yelcho y finalmente Río Espolón en Desagüe Lago Espolón. En consecuencia, de lo anterior, también se propone que las estimaciones realizadas sobre la cuenca consideren factores ambientales y ecosistémicos específicos y únicos del área de estudio.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6
Tipología de la solución:	Solución basada en la Naturaleza
Temática:	Redes de medición

Tipo de acción:	Indirecta
Origen de la acción:	Modelación
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	10 años.
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Obras Públicas (MOP), centros de investigación.
Entidad(es) responsable(s):	Dirección General de Aguas (DGA) - División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	Dirección Regional de Aguas, Región de Los Lagos.
Tipo de financiación:	Pública.
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Se propone el levantamiento de un estudio enfocado a la reserva de caudales para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca en los siguientes puntos:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Desagüe Lago Yelcho (E: 707.702, N: 5.215.198) 2) Río Amarillo ante junta Río Yelcho (E: 703.401, N: 5.228.012) 3) Río Michimahuida ante junta Río Yelcho (E: 705.520, N: 5.223.596) 4) Río Espolón en Desagüe Lago Espolón (E: 748.197, N: 5.210.859) 	
Se propone partir evaluando la pertinencia de estos puntos. Para ello se debe considerar que la presente propuesta considera se basa en una revisión de los requerimientos ambientales y presiones en la cuenca por medio de la siguiente información: Zonas protegidas (SNASPE: reservas, parques, monumentos, etc.); Zonas Prioritarias (según Bienes Nacionales); Derechos de aprovechamiento (CPA), identificando donde se generan las mayores presiones de demanda; Humedales (mallines y turberas, de orden 4); y Zonas de Interés Turístico (ZOIT), basadas en riqueza natural con fines especiales y con gran cantidad de atractivos turísticos naturales. Cada uno los puntos de interés ambiental propuestos deben considerar como mínimo 3 de los 5 puntos anteriormente detallados.	

Fuente: Elaboración propia.

6.4. SOLUCIONES BASADAS EN LA INFRAESTRUCTURA

Este punto incorpora el análisis de menores y las que tienen relación a mejoras en el nivel de tecnificación y revestimiento de canales. Durante la fase de diagnóstico se identificaron varias brechas en relación a la red hidrométrica de la cuenca del río Yelcho, las cuales se resumen en el Anexo K sobre síntesis de diagnóstico. A continuación, se indica por tipología, la existencia de acción, con su descripción.

6.4.1. Obras menores

Aquí se incluyen medidas definidas como obras menores que consideran según el Código de Aguas, aquellas relativas al riego, abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas, defensa fluvial y obras de ampliación y/o mejora de la Red Hidrométrica de la DGA.

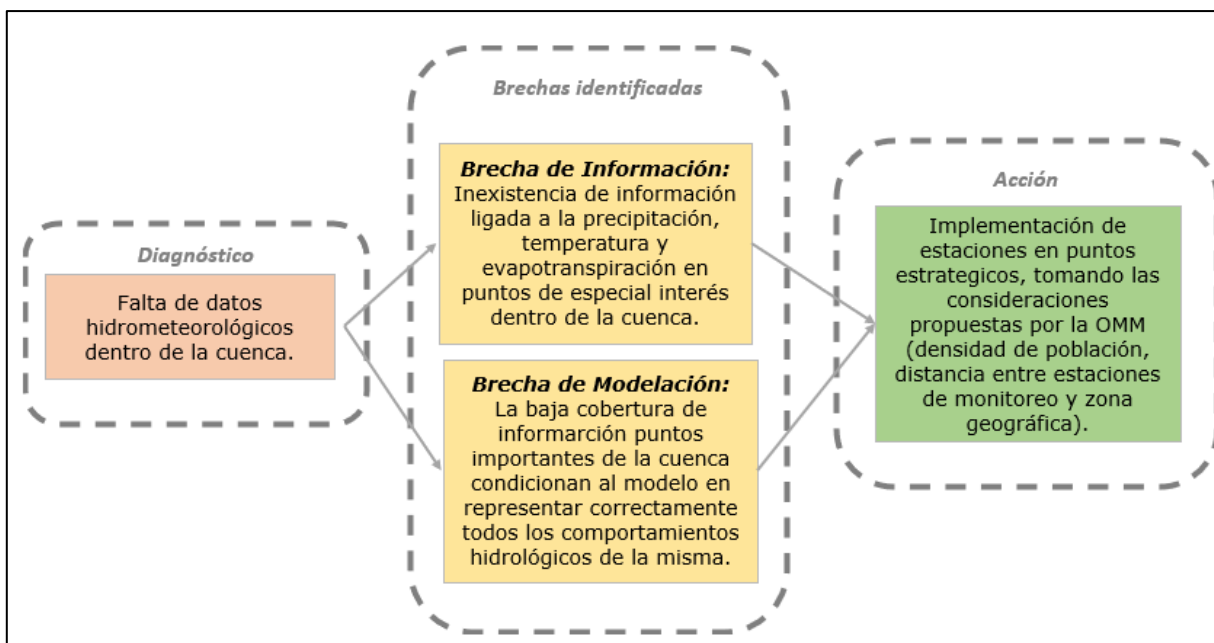
a. Red Hidrométrica de la DGA

Durante la fase de diagnóstico, se encontraron varias brechas en torno a la red hidrométrica de la cuenca del Río Yelcho. Por esto, a continuación, se presentan las medidas que se identificaron y que tienen relación a la construcción de obras de ampliación y/o mejora de la Red Hidrométrica de la DGA y también, con las brechas y/o problemáticas hídricas identificadas durante la fase de diagnóstico.

i Acción N° SbI-01. Programa para la instalación e implementación de estaciones meteorológicas en la cuenca del río Yelcho.

Actualmente dentro de la cuenca del Río Yelcho existen tres estaciones meteorológicas ubicadas en el sector chileno, lo cual representa una densidad aproximada de una estación cada 1430 [km²], casi 5 veces mayor a la recomendada para regiones de costa (la OMM sugiere una densidad mínima recomendada de 9000 km² por estación). Ninguna de las estaciones cuenta con la capacidad de medir precipitación sólida. A pesar de que más del 85% de la cuenca está por sobre los 200 m.s.n.m., ninguna estación se presenta sobre este umbral (en Chile). Sumado a lo anteriormente dicho, las estaciones existentes solo registran las variables de precipitación y/o temperatura, no existiendo registro alguno de precipitación sólida, evaporaciones, velocidad del viento y radiación solar. Es importante mencionar en términos de la calidad de la información, existen vacíos (N/A) y errores de lectura de los datos observados dentro de la cuenca, lo cual dificulta y aumenta la incertidumbre a la hora de representar correctamente el comportamiento meteorológico sobre la cuenca. También, se genera una alta incertidumbre en el uso de los productos grillados, al no tener una comparativa lo suficientemente consistente. Sumado a lo anterior, las estaciones se concentran en la parte sur de la cuenca, descubriendo por completo el sector norte de la misma. Todo esto termina condicionando al modelo en ocasiones a no representar correctamente la distribución meteorológica. A la fecha de realizado este estudio, se encuentran en proceso de implementación dos estaciones meteorológicas sobre la cuenca. La primera de ellas se implementará en Puerto Cárdenas, mientras que la segunda en Puerto Ramírez. De esta forma, para abordar esta brecha de información, se propone la acción SbI-01, con el mejoramiento de estaciones actuales e implementación de una nueva estación meteorológica sobre el punto Río Michimahuida (en cabecera).

En la Figura 6-15 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; y en la Tabla 6-12 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-14: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida N° SbI-01

Tabla 6-11: Ficha resumen Acción N° SbI-01

ACCIÓN N°:	SbI-01
Nombre de la Acción:	
Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del río Yelcho.	
Brecha identificada:	
Actualmente dentro de la cuenca del río Yelcho existen tres estaciones ubicadas en el sector chileno, lo cual representa una densidad aproximada de una estación cada 1.430 [km ²], casi 5 veces mayor a la recomendada para regiones de costa (OMM, 2020). Ninguna de las estaciones cuenta con la capacidad de medir precipitación sólida. A pesar de que más del 85% de la cuenca está por sobre los 200 msnm, ninguna estación se presenta sobre este umbral (en Chile). La falta de estaciones meteorológicas, así como la calidad en la información de estas, genera una alta incertidumbre en el uso de los productos grillados, al no tener una comparativa lo suficientemente consistente. Sumado a lo anterior, las estaciones se concentran en la parte sur de la cuenca, descubriendo por completo el sector norte de la misma.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Instalación y puesta en marcha de una estación de monitoreo en el sector aledaño a la cabecera del Río Amarillo, aproximadamente en coordenadas Este 708.632 y Norte 5.250.830 (WGS1984, Huso 18S). Esta estación permitirá contar con al menos una estación sobre los 200 msnm, en un punto de interés tanto por estar en un parque nacional, como por estar aguas arriba del Sistema Sanitario Rural El Amarillo. Se propone contar con registros pluviométricos como termométricos, así como monitorear otras variables de interés como la precipitación sólida, evaporación, velocidad del viento, humedad y radiación.	

Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en la infraestructura hídrica
Temática:	Redes de medición hidrometeorológica
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Anexo H.1, capítulo 6, inciso 6.2 (Brechas)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	30 años
Actor(es) Beneficiario(s):	OUs - DGA - DOH - MOP - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	DGA, División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	DMC-INIA
Tipo de financiación:	Pública.
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>En la cuenca del río Yelcho se identifican carencias de información debido a la inexistencia de estaciones meteorológicas en el sector norte de la cuenca. Se propone la instalación de una estación de monitoreo en el sector aledaño a la cabecera del Río Amarillo, donde toma mayor relevancia por la presencia del parque nacional y por poseer un Sistema de Servicios Sanitario aguas abajo del punto propuesto (SSR El Amarillo). Este punto cumpliría con los intereses de conservación y consumo humano dentro de la cuenca. La ubicación exacta de la estación a implementar es la siguiente (coordenadas en WGS1984, Huso 18S): Cabecera del río Amarillo (E: 708.632, N: 5.250.830). Se espera que la estación pueda estar capacitada para medir las siguientes variables: Precipitación líquida y sólida (pluviómetro y nivómetro); Temperatura; Velocidad del viento a 2 [m]; Radiación solar; y Evaporación (se espera que mediante un tanque evaporímetro o dispositivo equivalente).</p> <p>Una correcta instalación de la estación meteorológica permitirá tener una buena calidad de datos, por lo que es de suma importancia tener en cuenta los consejos de distintas instituciones meteorológicas, así como escoger un adecuado lugar para su instalación. Respecto a la ubicación, se debe evitar que haya elementos que obstruyan los sensores, como paredes, árboles, arbustos o cualquier objeto cercano que pueda modificar la correcta lectura de las variables registradas por la estación. Es muy importante mantener las estaciones en zonas de temperatura ambiente y alejada de fuentes de calor o frío artificial, lo cual alteraría las mediciones. En cuanto a las características técnicas específicas de instalación, se propone seguir las guías de instalación oficial del NOAA y de <i>Wunderground</i>.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

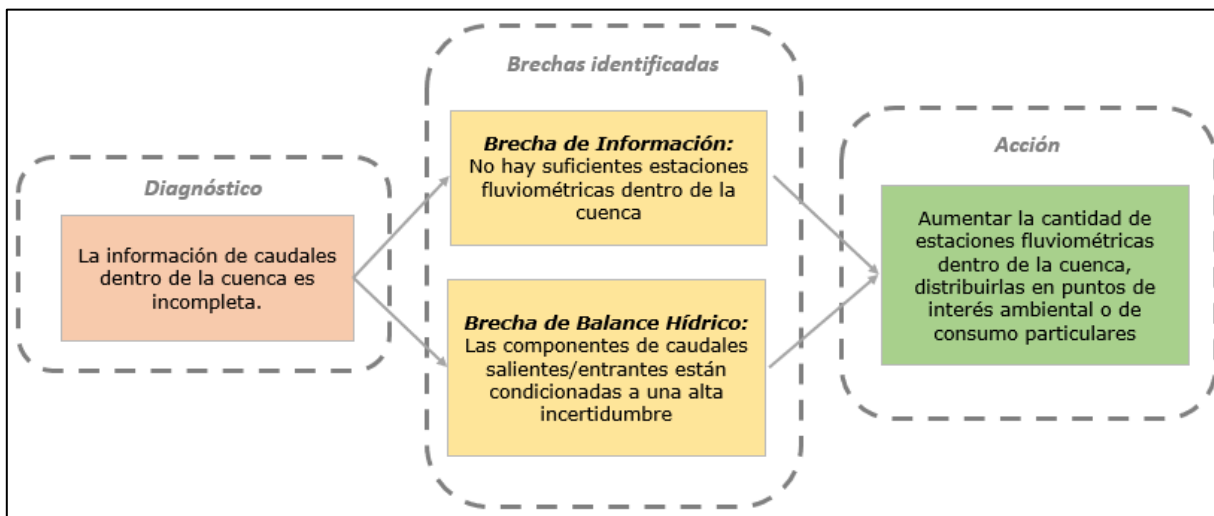
ii Acción N°SbI-02. Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del río Yelcho.

La Cuenca del Río Yelcho actualmente presenta cuatro estaciones fluviométricas, de las cuales solo tres pertenecen a territorio nacional (a cargo de la DGA) y la restante a territorio argentino. La estación Río Carrileufú en Cholila (Argentina) presenta la mayor extensión de mediciones fluviométricas dentro de la cuenca, con 40 años de registro hasta la actualidad, no obstante, al no pertenecer a territorio nacional y abarcar un área de medición extremadamente grande, se vuelve carente de interpretabilidad a la hora de modelar y calibrar valores respecto a la misma. Entrando a territorio nacional, aguas abajo se encuentran las estaciones Río Futaleufú en La Frontera, Río Espolón en Desagüe Lago Espolón y finalmente Río Futaleufú ante junta Río Malito. Estas tres estaciones solo presentan registros a partir del año 2001 – 2002, lo cual dificulta una correcta simulación de los caudales para los años previos al 2000. Si bien la densidad de estaciones es adecuada (según la OMM, donde indica que para zonas de costa la densidad mínima entre estaciones no debe superar los 2.750 km²), actualmente existen puntos de gran interés hidrológico y ambiental que se encuentran sin registros y descubiertos.

Con lo anterior se releva una brecha de modelación, debido a que no se posee una certeza de las componentes de ingreso/salida (caudales) de la cuenca, lo cual sujeta y condiciona al modelo a incurrir en altas incertidumbres, como, por ejemplo, sobre o subestimaciones a la hora de calcular los balances hídricos de la cuenca. Por todo ello, se propone la presente acción, con el mejoramiento e implementación de nuevas estaciones fluviométricas en los siguientes puntos de interés hidrológico:

- 1) La estación fluviométrica Desagüe Lago Yelcho se implementaría con la finalidad de conocer los niveles de caudal a la salida del lago, inexistentes actualmente, por lo cual se vuelve necesaria su implementación. No obstante, se propone como una posible estación tentativa, ya que debido a la geomorfología del sector y los antecedentes de violentas crecidas (que ya han deshabilitado estaciones anteriormente instaladas por ENDESA) es que se vuelve algo complejo de implementar una estación en este punto, por lo que se propone un estudio de implementación.
- 2) La estación fluviométrica Cabecera Río Amarillo, se implementaría con la finalidad de poder aforar y conocer los aportes por deshielo de la lengua glaciar del Michimahuida. Permitiendo así, poder establecer tasas de deshielo y aporte superficial de la lengua glaciar, entre otras equivalencias provechosas que daría paso la instalación de la estación.
- 3) La estación fluviométrica Desembocadura Río Yelcho, correspondiente al punto de desembocadura de la cuenca, permitiría aforar y conocer los flujos superficiales del río Yelcho. Actualmente, no se cuenta con secciones de aforo del río principal de esta cuenta. Esta implementación facilitaría el cálculo del balance y calibración de flujos superficiales a la salida de la cuenca.

En la Figura 6-14 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-11 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-15: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida N°SbI-02

Tabla 6-12: Ficha resumen Acción N° SbI-02

ACCIÓN N°	SbI-02
Nombre de la Acción:	Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del río Yelcho.
Brecha identificada:	La cuenca del río Yelcho actualmente presenta cuatro estaciones fluviométricas, de las cuales solo tres pertenecen a territorio nacional (a cargo de la DGA) y la restante a territorio argentino. La estación Río Carrileufú en Cholila (Argentina) presenta la mayor extensión de mediciones fluviométricas dentro de la cuenca, con 40 años de registro hasta la actualidad, no obstante, al no pertenecer a territorio nacional y abarcar un área de medición extremadamente grande, se vuelve carente de interpretabilidad a la hora de modelar y calibrar valores respecto a la misma. Entrando a territorio nacional, aguas abajo se encuentran las estaciones Río Futaleufú en La Frontera, Río Espolón en Desagüe Lago Espolón y finalmente Río Futaleufú ante junta Río Malito. Estas tres estaciones solo presentan registros a partir del año 2001 – 2002, lo cual dificulta una correcta simulación de los caudales para los años previos al 2000. Si bien la densidad de estaciones es adecuada (según la OMM, donde indica que para zonas de costa la densidad mínima entre estaciones no debe superar los 2.750 km ²), actualmente existen puntos de gran interés hidrológico y ambiental que se encuentran sin registros y descubiertos.
Objetivo(s) de la Acción:	Instalación y puesta en marcha de estaciones fluviométricas de control en los siguientes 3 puntos estratégicos de la cuenca (coordinadas en WGS1984 Huso 18S): (1) Desagüe Lago Yelcho (E: 707.192, N: 5.216.423); (2) Lengua Glaciar Michimahuida (E: 708.825, N: 5.249.912); y, (3) Desembocadura río Yelcho (E: 685.138, N: 5.239.906).

Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en la infraestructura hídrica
Temática:	Redes de medición fluviométrica
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Anexo H.1, capítulo 6, inciso 6.2 (Brechas)
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	30 años
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs - DGA - DOH - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	DGA, División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	-
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>En la cuenca del río Yelcho a pesar de la densidad actual de estaciones fluviométricas (4) se observa una falta de información relativa a caudales observados, especialmente en sectores de conservación ambiental, como, por ejemplo, en la lengua del glaciar Michimahuida y la desembocadura del lago Yelcho. Se propone instalar las siguientes estaciones fluviométricas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La estación fluviométrica Desagüe Lago Yelcho se implementaría con la finalidad de conocer los niveles de caudal a la salida del lago, inexistentes actualmente, por lo cual se vuelve necesaria su implementación. No obstante, se propone como una posible estación tentativa, ya que debido a la geomorfología del sector y los antecedentes de violentas crecidas (que ya han deshabilitado estaciones anteriormente instaladas por ENDESA) es que se vuelve algo complejo de implementar una estación en este punto, por lo que se propone un estudio de implementación. 2) La estación fluviométrica Cabecera Río Amarillo, se implementaría con la finalidad de poder aforar y conocer los aportes por deshielo de la lengua glaciar del Michimahuida. Permitiendo así, poder establecer tasas de deshielo y aporte superficial de la lengua glaciar, entre otras equivalencias provechosas que daría paso la instalación de la estación. 3) La estación fluviométrica Desembocadura Río Yelcho, correspondiente al punto de desembocadura de la cuenca, permitiría aforar y conocer los flujos superficiales del río Yelcho. Actualmente, no se cuenta con secciones de aforo del río principal de esta cuenta. Esta implementación facilitaría el cálculo del balance y calibración de flujos superficiales a la salida de la cuenca. 	

Las especificaciones técnicas de instalación deben considerar estudios de terreno que permitan una correcta vida útil de la estación en términos de integridad, calidad y accesibilidad. Se debe tener un especial cuidado en que los sectores de instalación no sean propensos a inundación, o se encuentren en laderas donde ocurra socavación, imposibilitando a la estación en su correcto registro.

Fuente: Elaboración propia.

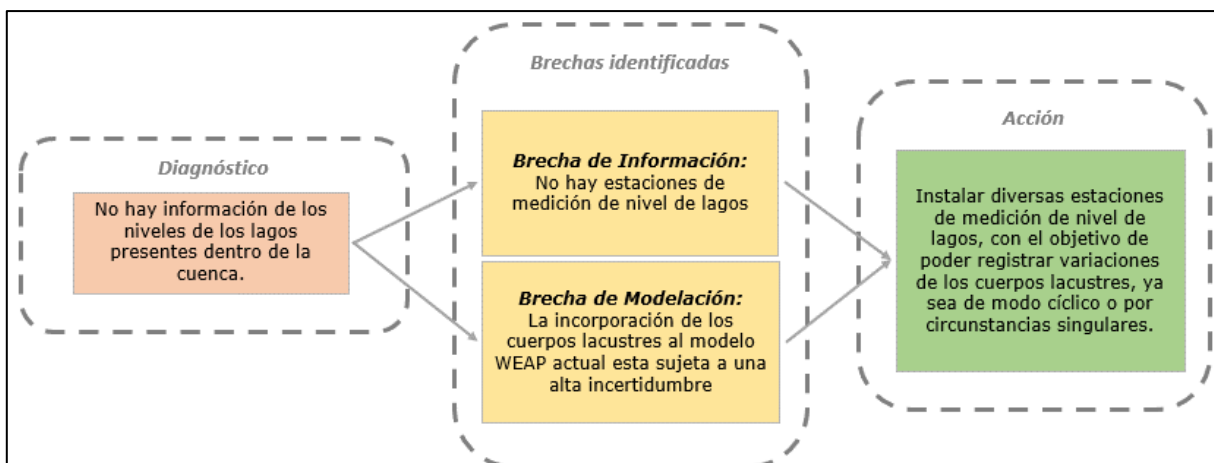
iii Acción N°SbI-03. Instalación e Implementación de nuevas Estaciones de Nivel de Lagos.

La cuenca del río Yelcho contiene 2 importantes lagos dentro de los límites nacionales, Lago Yelcho y Espolón. Ninguno de estos lagos presenta registro de sus niveles a través del tiempo, lo cual dificulta un correcto análisis, interpretación y modelación de sus comportamientos físicos dentro de la cuenca. Esto constituye una brecha de información y en consecuencia, una brecha en la modelación por la dificultad de incorporar los cuerpos lacustres al modelo WEAP. Esto aumenta la incertidumbre, debido a que en el estudio se debió recurrir a ejercicios teóricos de modelación, lo cual dificulta una correcta representación de estos.

A base de la importancia de los lagos dentro de la regulación hídrica de los ríos aguas debajo de ellos, se vuelve necesario llevar un adecuado registro de los niveles de estos. Esta es una de las razones que impulsa uno de los principales objetivos de la acción, implementar estaciones de monitoreo que registren los niveles de los lagos que repercuten directamente con los principales cauces y tributarios de la cuenca. De esta forma, se plantea la instalación sobre los lagos Yelcho y Espolón, los cuales inciden directamente sobre el comportamiento de los ríos Yelcho, Espolón y Futaleufú.

A la fecha de realizado este estudio, las autoridades pertinentes de la cuenca se encuentran en proceso de implementar dos estaciones de medición de niveles sobre los Lagos Yelcho y Espolón. Para abordar esta brecha, se propone la implementación de nuevas estaciones de niveles de lagos con medición frecuente.

En la Figura 6-16 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-13 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-16: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-03

Tabla 6-13: Ficha resumen Acción N° SbI-03

ACCIÓN N°:	SbI-03
Nombre de la Acción:	Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del río Yelcho.
Brecha identificada:	La cuenca del río Yelcho contiene 2 importantes lagos dentro de los límites nacionales, lago Yelcho y Espolón. Ninguno de estos lagos presenta registro de sus niveles a través del tiempo, lo cual dificulta un correcto análisis, interpretación y modelación de sus comportamientos físicos dentro de la cuenca.
Objetivo(s) de la Acción:	Instalación y puesta en marcha de estaciones de monitoreo que registren los niveles de agua en el lago Yelcho y lago Espolón, los cuales inciden directamente sobre el comportamiento de los ríos Yelcho, Espolón y Futaleufú.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para la Conservación y Protección de los Ecosistemas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	13
Tipología de la solución:	Solución basada en la infraestructura hídrica
Temática:	Redes de medición de niveles de lagos
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Anexo H.1, capítulo 6, inciso 6.2 (Brechas)

Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	30 años
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs - DGA - DOH - MOP - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	DGA, División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).
Tipo de financiación:	Pública.
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Se propone la instalación de estaciones de medición de niveles en los siguientes lagos, donde la ubicación exacta de cada uno, en sistema de coordenadas WGS1984 Huso 18S es la siguiente:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Lago Yelcho (E: 707.702, N: 5.215.811) 2) Lago Espolón (E: 745.887, S: 5.210.298) 	
Las especificaciones técnicas de instalación deben considerar estudios en terreno que permitan una correcta vida útil de la estación en términos de integridad, calidad y accesibilidad. Se debe tener un especial cuidado en que los sectores de instalación no se encuentren en zonas de crecidas, lo cual podría resultar en un problema estructural, deshabilitando la estación, y en algunos casos hasta de forma permanente.	

Fuente: Elaboración propia.

iv Acción N° SbI-04. Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.

En las cuencas de río Yelcho, existe baja cobertura de pozos con información, existen 14 derechos de aguas subterráneas en la cuenca que se encuentran concentrados en la localidad de Futaleufú, de los cuales 8 corresponden a pozos con profundidades entre 1-10 y con excepción de tres pozos que presentan profundidades de 22, 70 y 104 metros de profundidad, mientras que las norias que corresponde a 4 DAA subterráneas se encuentran someras, y solo 2 no presentan información.

En cuanto a la estratigrafía, los pozos no presentan información, lo cual dificulta la calibración de la geofísica al no tener estratigrafía de referencia. Además, los pozos con presentan limitada información de niveles piezométricos, Niveles dinámicos y estáticos, con la inexistencia de datos de parámetros acuíferos (como transmisividad hidráulica (T); coeficiente de almacenamiento(S), Coeficientes de permeabilidad (K) y rendimientos específicos). Además, la poca información existente no es homogénea a la cuenca, lo que esto genera incertidumbre en la identificación de unidades hidrogeológicas, espesores de acuíferos y en la determinación de las condiciones de flujo de los recursos subterráneos. La generación de nuevas fuentes de medición y control son fundamentales para analizar los

SHACs de la cuenca del río Yelcho, reduciendo las brechas de información existentes.

El diagnóstico acá expuesto permite señalar que existe una brecha de información, que genera una incertidumbre en la identificación de unidades hidrogeológicas, y los parámetros hidráulicos de los SHAC de la cuenca de río Yelcho.

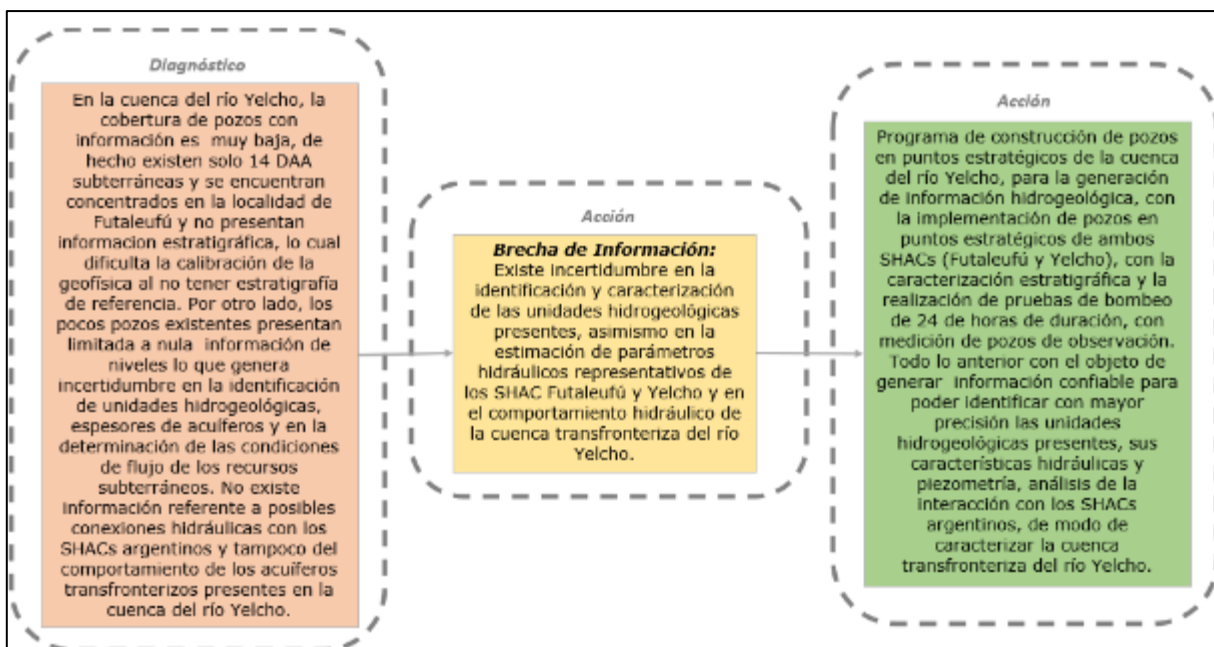
Para abordar esta brecha, se propone diseñar y ejecutar un programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica, con la implementación de pozos en puntos estratégicos de ambos SHACs (Futaleufú y Yelcho), con la caracterización estratigráfica y la realización de pruebas de bombeo de 24 de horas de duración y con medición de pozos de observación. Además, con medición de piezometría en ambos SHACs. Todo lo anterior con el objeto de generar más información para identificar con mayor precisión las unidades hidrogeológicas presentes y sus características hidráulicas.

Para la implementación de estos pozos se proponen las siguientes ubicaciones, que constan de 4 puntos de monitoreo dentro de los SHAC (SY= SHAC YELCHO; SF= SHAC FUTALEUFU):

- SY-03: Desembocadura del Río Yelcho; ubicación [686.382 m E] - [5.239.365 m S].
- SY-06: Salida lago Yelcho; ubicación [708.730 m E] - [5.216.631 m S].
- SF-05: Sector El Limite (límite fronterizo Chile-Argentina); ubicación [273.747 m E] - [5.215.399 m S].
- SF-04: Entrada lago Yelcho; ubicación [727.966 m E] - [5.188.230 m S].

Adicionalmente se debe mencionar que en la cuenca del río Yelcho existen solo 13 DAA y en torno a la localidad de Futaleufú en el SHAC Futaleufú, mientras que no existen DAA en el SHAC Yelcho, por lo que existe deficiencia de información sobre pozos, generando una mayor incertidumbre debido a la información faltante, por lo que la complementación de información permitiría tener un mejor conocimiento de cómo funcionan los sistemas acuíferos en los SHAC de Futaleufú y Yelcho.

En la Figura 6-17 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-14 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-17: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-04

Tabla 6-14: Ficha resumen Acción N° SbI-04

ACCIÓN N°:	SbI-04
Nombre de la Acción:	Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.
Brecha identificada:	Existe incertidumbre en la identificación y caracterización de las unidades hidrogeológicas presentes, asimismo en la estimación de parámetros hidráulicos representativos de los SHAC Futaleufú y Yelcho y en el comportamiento hidráulico de la cuenca transfronteriza del río Yelcho.
Objetivo(s) de la Acción:	Construcción de cuatro (4) pozos en puntos estratégicos de ambos SHACs, con la caracterización estratigráfica, realización de pruebas de bombeo de 24 de horas de duración y con medición de pozos de observación. Y construcción de piezómetros para generar piezometría en ambos SHACs. Todo lo anterior con el objeto de generar mayor información para identificar con mayor precisión las unidades hidrogeológicas presentes, sus características hidráulicas y caracterización de la cuenca transfronteriza del río Yelcho.

Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para aumentar resiliencia frente amenazas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,4
Tipología de la solución:	Solución basada en la infraestructura hídrica
Temática:	Infraestructura hidráulica - Obras mayores y/o menores, redes de medición hidrometeorológica y calidad del agua
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Anexo H2 Modelo Hidrogeológico Conceptual
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	20 años
Actor(es) Beneficiario(s):	DGA, Municipalidades.
Entidad(es) responsable(s):	DGA, Departamento de Protección y Recursos Hídricos, y Departamento de Estudios y Planificación.
Actor(es) co-ejecutor(es):	DOH
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA-GORE
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>Construcción de pozos estratigráficos para generar mayor información con el fin de identificar con mayor precisión las unidades hidrogeológicas presentes.</p> <p>Construcción de pozos en puntos estratégicos de ambos SHAC (R. Futaleufú y R. Yelcho), con la realización de pruebas de bombeo de 24 de horas de duración y con medición de pozos de observación.</p> <p>Construcción de piezómetros para generar piezometría en ambos SHACs.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

v Acción N° SbI-05. Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas.

En la cuenca del río Yelcho no existen antecedentes de calidad de aguas subterráneas. La DGA elaboró en 2021 el estudio "Diagnóstico de la calidad de aguas subterráneas de la Región de Los Lagos", en el cual se incluyeron antecedentes de los pozos APR en la región, donde no se incluyó la cuenca del río Yelcho, debido a la inexistencia de pozos APR en ella. Asimismo, la existencia de pozos en el SHAC es nulo y los DAA existentes en el SHAC Futaleufú en relación a información a calidad de aguas es muy escasa a casi nula. Con esta síntesis de diagnóstico se identifica como brecha en la cuenca del río Yelcho, la inexistencia de estaciones de calidad de aguas subterráneas, lo que se traduce en una limitada presencia de pozos y la inexistencia de información de IC, lo que dificulta la precisión de información para aguas subterráneas.

Frente a esto, se propone como acción, instalar estaciones de calidad de aguas subterráneas que sean representativos de los SHAC Futaleufú y Yelcho.

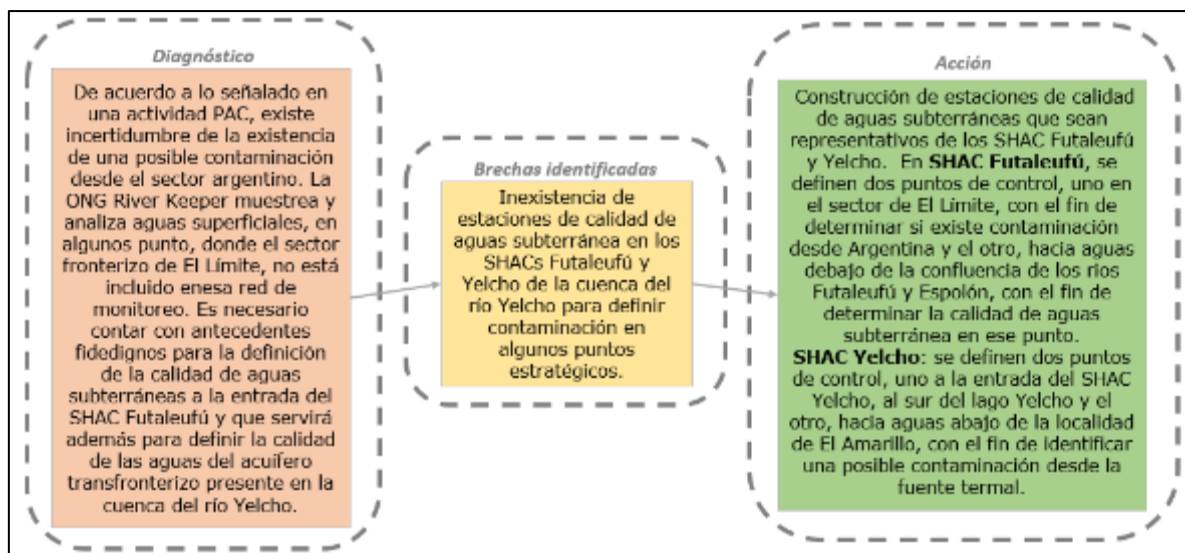
SHAC Futaleufú: se definen tres puntos de control, uno en el sector de El Límite internacional, con el fin de determinar si existe contaminación desde Argentina, indicada en PAC Futaleufú, el segundo, hacia aguas abajo de la confluencia de los ríos Futaleufú y Espolón, con el fin de determinar la calidad de aguas subterránea en ese punto y el tercero en el río Malito, con el fin de monitorear posibles contaminaciones como actual fuente de algunos habitantes del sector. A continuación, las ubicaciones:

- SF-01: Sector El Límite (límite fronterizo Chile con Argentina); ubicación [274.478 m E] - [5.214.161 m S]
- SF-02: Confluencia entre R. Futaleufú y R. Espolón; ubicación [267.781 m E] - [5.212.202 m S]
- SF-03: Río Malito; ubicación [733.172 m E] - [5.182.882 m S]

SHAC Yelcho: se definen dos puntos de control, uno que se encuentra hacia la desembocadura del Río Yelcho, cercano a la localidad de Chaitén y el otro, hacia aguas abajo de la localidad de El Amarillo, con el fin de identificar una posible contaminación desde la fuente termal, A continuación, se presentan las ubicaciones de las estaciones:

- SY-01: Desembocadura Río Yelcho; ubicación [685.637 m E]- [5.238.997 m S].
- SY-02: Zona termal (El Amarillo); ubicación [705.455 m E]- [5.234.843 m S].

En la Figura 6-18 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-15 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-18: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-05

Tabla 6-15: Ficha resumen Acción N° SbI-05

ACCIÓN N°:	SbI-05
Nombre de la Acción:	Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas
Brecha identificada:	En la cuenca del Río Yelcho, existe baja cobertura de antecedentes de calidad de agua subterránea, por lo que la generación de nuevas fuentes de medición es fundamental para analizar la calidad del agua subterránea, reduciendo así las brechas de información existentes.
Objetivo(s) de la Acción:	Construcción de pozos de monitoreo en puntos estratégicos para generar información de calidad de aguas en SHAC Futaleufú y Yelcho.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,4
Tipología de la solución:	Solución basada en la infraestructura hídrica
Temática:	Infraestructura hidráulica - Obras mayores y/o menores, redes de medición hidrometeorológica y calidad del agua
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Acápite 1.4 de Anexo H2 Modelo Hidrogeológico Conceptual

Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal
Horizonte de implementación:	Mediano plazo
Vida útil de la acción:	20 años
Actor(es) Beneficiario(s):	Habitantes de la cuenca, turistas, <i>River Keeper</i> , entre otros.
Entidad(es) responsable(s):	DGA, División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	SERNAGEOMIN
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA-GORE
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>Construcción de estaciones de calidad de aguas subterráneas que sean representativos de los SHAC Futaleufú y Yelcho.</p> <p>SHAC Futaleufú: se definen dos puntos de control, uno en el sector de El Límite, con el fin de determinar si existe contaminación desde Argentina, indicada en PAC Futaleufú y el otro, hacia aguas debajo de la confluencia de los ríos Futaleufú y Espolón, con el fin de determinar la calidad de aguas subterránea en ese punto.</p> <p>SHAC Yelcho: se definen dos puntos de control, uno a la entrada del SHAC Yelcho, al sur del lago Yelcho y el otro, hacia aguas abajo de la localidad de El Amarillo, con el fin de identificar una posible contaminación desde la fuente termal.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

vi Acción N°SbI-06. Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.

En la cuenca del río Yelcho solamente hay 2 estaciones de calidad de agua superficial (ver anexo 4.1.4 y anexo J.10.1). A pesar de que es una cuenca poco intervenida, se considera que hay poca información para realizar un diagnóstico de la calidad de aguas superficiales a nivel de cuenca. Así, la brecha identificada corresponde a la escasa información de calidad de agua superficial en la cuenca.

Para abordar esta brecha, se proponen los siguientes alcances para la presente acción:

- Ampliación de la red hidrométrica DGA mediante el diseño y la implementación de dos (2) estaciones de calidad de aguas superficiales en ríos: siendo una de ellas en río Futaleufú en confluencia con río Espolón (presencia de soluciones individuales y colectivas para el acceso a agua para bebida, demandas para uso de energía, industrial, agrícola, APU), b) río Yelcho después de confluencia con río Amarillo (presencia de APRs, demandas para uso de energía, industrial, agrícola).

- Implementar 3 estaciones de calidad de agua en cuerpos lacustres: 1 estación de calidad de agua en lago Lonconao (en el centro del lago) y en el lago Yelcho 1 estación en embarcadero, ya que se ha observado aumento desmedido de plantas en la orilla del lago y otra en el centro del lago y 1 estación en Laguna Lonconao, ya que es de importancia para la comunidad de Futaleufú conocer el estado de esta laguna.

Cabe destacar que recientemente, desde el año 2022, la DGA implementó nuevas estaciones en el centro de los lagos Espolón y Yelcho, motivo por el cual no se proponen estaciones para esos puntos en esta acción.

Estas nuevas estaciones de la DGA más las propuestas permitirán aumentar el rango geográfico que abarcan las mediciones que tienen a conocer la calidad del agua superficial de la cuenca.

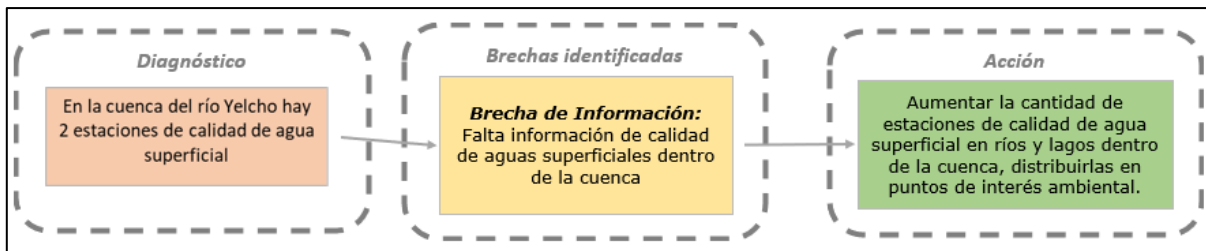
Para las mediciones en las estaciones en lagos ubicadas en el centro de los cuerpos lacustres y se deben considerar distintas profundidades que reflejen las características de los estratos superficie, medio y fondo.

La cantidad de profundidades se deberá determinar luego de un análisis batimétrico para determinar la profundidad máxima y un sondeo de temperatura, densidad, oxígeno disuelto y salinidad para determinar estratificación de la columna de agua. Las mediciones deberán ser realizadas 2 veces al año, en estaciones contrastantes por tratarse de lagos dimícticos. La metodología sugerida es utilizar sondas tipo CTDO que preferentemente puedan medir otros parámetros además de los mencionados anteriormente, como son clorofila-a, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, intensidad de la energía radiante, pH, REDOX, turbidez.

Alternativamente, si el acceso a la estación de la DGA es difícil, se pueden instalar boyas con sensores de registro continuo, en tiempo real, conectados a una plataforma online vinculada con la DGA.

La toma de muestras de parámetros físicos y químicos en lagos deberá tomarse desde una embarcación en cada profundidad determinada en el análisis batimétrico y de circulación o estratificación previo. Los materiales y métodos de muestreo, preservación y traslado de las muestras deberán tomarse de acuerdo al Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la DGA (2007).

En la Figura 6-19 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-16 se presenta la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-19: Flujograma de la brecha y solución asociada a la medida SbI-06

Tabla 6-16: Ficha resumen Acción N° SbI-06

ACCIÓN N°:	SbI-06
Nombre de la Acción:	Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.
Brecha identificada:	Escasa información de calidad de agua superficial en la cuenca.
Objetivo(s) de la Acción:	Mejoramiento de la cantidad de información de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho a través de la ampliación en 5 estaciones de medición, 2 en ríos y 3 en lagos.
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6,3.
Tipología de la solución:	Solución basada en la naturaleza
Temática:	Infraestructura hidráulica - Obras mayores y/o menores, redes de medición hidrometeorológica y calidad del agua
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	Caracterización ambiental de la cuenca.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Largo plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs - DGA - MOP - Entidades privadas de investigación
Entidad(es) responsable(s):	DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos, y División de Hidrología.
Actor(es) co-ejecutor(es):	MMA

Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DGA
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
Ampliación de la red hidrométrica en la cuenca del río Yelcho mediante el diseño y la implementación en 5 estaciones de calidad de aguas superficiales: <ul style="list-style-type: none"> • 2 estaciones en ríos: río Futaleufú en confluencia con río Espolón. • 3 estaciones en cuerpos lacustres: 1 estación de calidad de agua en lago Lonconao (en el centro del lago) y en el lago Yelcho 1 estación en embarcadero; y 1 estación en Laguna Lonconao, ya que es de importancia para la comunidad de Futaleufú conocer el estado de esta laguna. <p>Solamente la estación en Laguna Lonconao se plantea para corto plazo, las demás estaciones se proponen a largo plazo.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

6.5. SOLUCIÓN BASADA EN LA GESTIÓN (SBG)

La solución basada en la gestión reúne una serie de iniciativas dirigidas a mejorar la coordinación en la planificación y la ejecución de acciones en torno al recurso hídrico. Incluye aspectos sociales como fortalecimiento y formalización de grupos de trabajo, capital humano, gobernanza e institucionalidad.

6.5.1. Capital humano

A continuación, se indican las herramientas necesarias para formar y reforzar el uso sustentable de los recursos hídricos por parte de los usuarios de agua presentes en la zona de la cuenca.

a. **Acción N° SbG-03. Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.**

En la cuenca del río Yelcho existen actualmente dos SSR, El Malito y El Amarillo, ambos con fuente de abastecimiento superficial. El primero ha sido implementado recientemente y acaba de entrar en operación, encontrándose en el proceso de traspaso hacia el comité; mientras que el SSR El Amarillo es más antiguo, y presenta varias dificultades de gestión, mantención y reinversión, así como dificultades en la gestión que requiere el análisis de muestras de calidad de aguas, especialmente el microbiológico, por aislamiento y dificultad en transporte. En particular hay una preocupación por el traspaso de APR a SSR, con todos los requerimientos burocráticos que pueden aumentar sus problemas de gestión. Así también se releva que no cuentan con soluciones sanitarias, de tratamiento de sus aguas servidas.

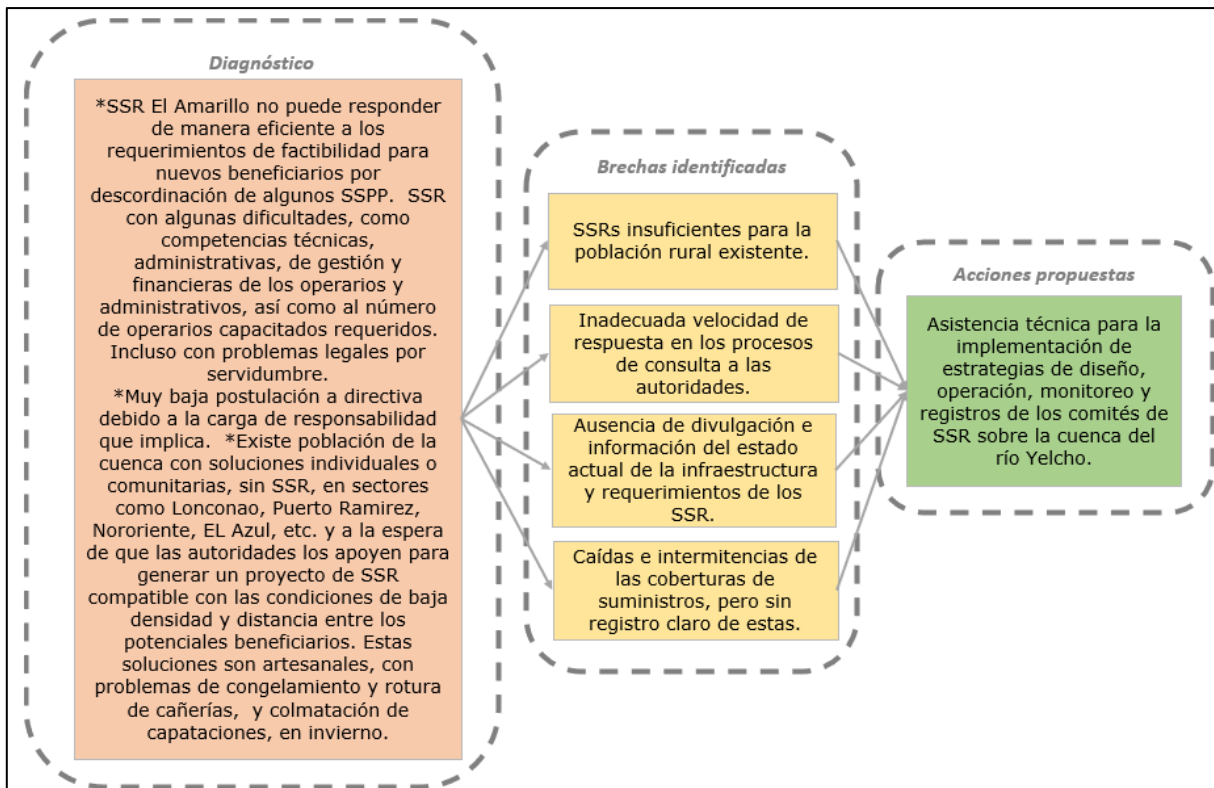
Adicionalmente se destaca, desde las actividades PAC, que existe un número importante de población no atendida por los SSR existentes, en localidades como Lonconao, Sector Azul y Puerto Ramírez, entre otros. Localidades donde las familias tienen soluciones individuales o colectivas, pero no adecuadamente potabilizada, y con problemas de abastecimiento en verano por escasez de las fuentes utilizadas, y en invierno a veces por congelamiento de cañerías y rotura de estas. Así mismo, sus soluciones sanitarias en algunos casos se componen por casetas sanitarias, y en otros no existen.

Tanto para el SSR existente como para las soluciones individuales, se evidencia también un vacío en sistema de registro, sin permitir contar con un respaldo de las condiciones de operación, ni de los períodos de agotamiento o restricción de la fuente. No obstante, al recurrir a la memoria histórica de las comunidades y comité, en El Amarillo indican que desde hace 3 años como mínimo se ha evidenciado el problema de abastecimiento al final del verano, ya que su fuente proviene de derretimiento nival. Mientras que en las soluciones particulares se identifican tres problemas recurrentes: (i) colmatación, ya que la infraestructura de captación suele ser precaria, y en gran parte del año las lluvias intensas tapan con lodo y desprendimientos sus captaciones; (ii) Sequía en verano, ya que sus fuentes se secan porque corresponden a esteros pequeños de alta montaña donde ya no se cuenta con acumulación de nieve importantes; y, (iii) rotura de cañerías en invierno por congelamiento.

Con todo ello, se destaca la dificultad de acceso a AP y saneamiento, lo que se debe principalmente a la inexistencia de factibilidad para algunos sectores; así como por las dificultades de operación y de autogestión de los SSR existentes. Hay brechas de gestión financiera que se refieren a la limitada opción de reinvertir en mejoramientos de los SSR existentes y la desconfianza de la comunidad con los SSPP en el proceso de transición que exige la ley, todo lo que dificulta la adecuada gestión y funcionamiento de estos sistemas.

Se propone entonces una acción orientada al fortalecimiento administrativo y técnico para la transición de los SSR. Que considere cursos de gestión y transparencia de SSR (dictado por DOH, DGA, Aguas Patagonia); la sistematización de formularios de registro y seguimiento. Y, por otro lado, en el marco de la misma acción, se propone elaborar un catastro de requerimientos de infraestructura en SSR existentes como en población no beneficiada y sin solución, con la identificación de nuevas fuentes de abastecimientos, desarrollo de estudios de factibilidad y diseño de infraestructura, para ejecutar finalmente la inversión en las mejoras sanitarias que requiere la población de la cuenca del río Yelcho para consumo humano.

En la Figura 6-20 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-17 muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-20: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-03

Tabla 6-17: Ficha resumen Acción N° SbG-03

ACCIÓN N°:	SbG-03
Nombre de la Acción:	
Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.	
Brecha identificada:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) SSR insuficientes para la población rural existente. 2) Problemas de congelamiento y rotura de cañerías en invierno. 3) Existencia de soluciones individuales o comunitarias, sin SSR, en sectores como Lonconao, Puerto Ramírez, nororiente, etc. y a la espera de que las autoridades los apoyen para generar un proyecto de SSR compatible con las condiciones de baja densidad y distancia entre los potenciales beneficiarios. 4) Inadecuada velocidad de respuesta en los procesos de consulta para constituir un SSR y/o para ampliar factibilidad. 5) Ausencia de divulgación e información del estado actual de la infraestructura y requerimientos de los SSR. 	

6) Falta de registro detallado respecto a la operación en SSR existente.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Asistencia técnica a la población sin SSR, a través del análisis de prefactibilidad de infraestructura para las áreas rurales, considerando SSR tradicionales o soluciones basadas en la naturaleza, como cosecha de aguas lluvias, aprovechamiento de aguas grises u otro. Elaboración de la estrategia de implementación en un corto plazo. Para SSR existente, la asistencia técnica velará por la transferencia de conocimientos para la adecuada operación y registro del SSR, así como el acompañamiento en las gestiones necesarias para el diseño e implementación de mejoramientos, ampliaciones y mantención del SSR.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6
Tipología de la solución:	Solución basada en la gestión.
Temática:	Fortalecimiento de organizaciones de usuarios.
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	La acción tiene su origen en los talleres realizados por el equipo PAC, y por los requerimientos de modelación.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Comunal: Chaitén, Palena y Futaleufú.
Horizonte de implementación:	Corto plazo
Vida útil de la acción:	Indefinido - mientras dure la aplicación y el sistema de APR/SSR
Actor(es) Beneficiario(s):	OUAs - DGA - DOH - MOP - Entidades privadas de investigación - SSR
Entidad(es) responsable(s):	DOH, Subdirección de SSR.
Actor(es) co-ejecutor(es):	SSR
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	DOH
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>1) Sectores sin SSR: Asistencia técnica a través del análisis de prefactibilidad de infraestructura para las áreas rurales sin SSR ni soluciones sanitarias, con SSR tradicional o soluciones basadas en la naturaleza, como cosecha de aguas lluvias, aprovechamiento de aguas grises u otro. Elaboración de la estrategia de implementación en un corto plazo.</p> <p>2) Sectores con SSR: (i) Asistencia técnica a través de capacitaciones y acompañamiento en las gestiones necesarias para la implementación de mejoras y ampliaciones que permitan operar en forma eficiente y otorgar factibilidad a nuevos beneficiarios, así como el acompañamiento en la transición de APR a SSR; (ii) Implementación de un sistema de registro, como un libro de anotaciones, el cual debe quedar a cargo del operador responsable. Respaldo de información con frecuencia mensual (o en cuanto suceda y quede registrada la falla) en la municipalidad que pertenece el comité; y, (iii) Contar con una red de telefonía fija que permita una mayor conectividad entre el comité y la municipalidad</p>	

asociada. Esto también permitirá tener una mayor transparencia y acceso a la información registrada, ya que uno de los principales problemas se debe a la incomunicación entre las partes (comité - municipalidad - entes modeladores).

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2. Gobernanza

A continuación, se detallan las acciones necesarias para mejorar la gestión y coordinación de los principales actores en la toma de decisiones sobre los recursos hídricos de la cuenca.

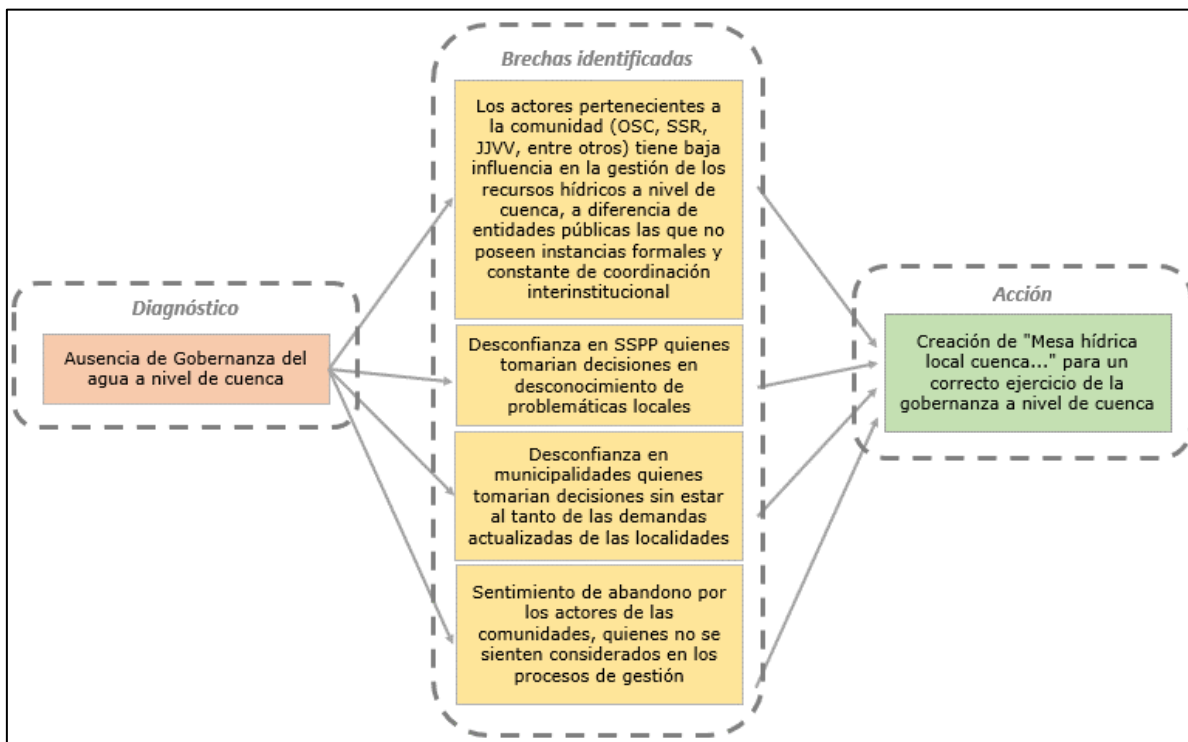
a. Acción N° SbG-01. Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho"

La cuenca del río Yelcho constituye un atractivo turístico por sus parques nacionales, zonas de belleza natural, biodiversidad, presencia de lagos, entre muchos otros atractivos naturales y costumbristas. Aun así, existen desafíos por afrontar como sucede con el abastecimiento de agua potable, la brecha entre oferta y demanda de agua, el aumento paulatino de la población (y de población flotante), aislamiento de comunidades, cambios de usos de suelo, ausencia de gobernanza del agua, entre otros que afectan el comportamiento hidrológico de la cuenca y el abastecimiento de agua para consumo humano y para los distintos usos presentes. Para afrontar dichas problemáticas se requiere de un trabajo mancomunado entre los diversos actores pertenecientes a la cuenca, donde aunar los esfuerzos en aras de la gestión de los recursos hídricos se vuelva una realidad local.

Expuesto lo anterior, y de acuerdo a lo sucedido en las diversas instancias participativas, desde la reunión de presentación al taller de resultados, se observa una descoordinación del actuar entre los servicios públicos respecto a las gestiones hechas por las entidades con injerencia hídrica, como sucede cuando se indica por parte del GORE, en la reunión de presentación, que se estaba trabajando en una mesa regional del agua, de la cual la Dirección General de Aguas no estaba al tanto, sobre la que se buscó información en el proceso, intentando mantener el contacto, sin lograr acceder a mayor información al respecto, cabe agregar también que esta mesa no fue nombrada de forma espontánea en ninguna otra reunión posterior, lo que demuestra al menos el desconocimiento de sus existencia. Similar situación se observa en la reunión de presentación de Puerto Ramírez, donde la municipalidad de Palena indicó estar al tanto de las dificultades propias de las entidades públicas para acceder presencialmente a las diversas localidades, y, por lo tanto, generar acuerdos y coordinaciones con la comunidad local.

Dada las situaciones comentadas, es que se levanta como diagnóstico la necesidad local de una instancia que permita un trabajo transversal, multidisciplinario y localista, donde tengan cabida todos los actores de la cuenca con injerencia hídrica, pertenecientes tanto a las entidades públicas, como así también a gremios, privados y sociedad civil, que permita dialogar y generar acuerdos referentes a diversas temáticas de la gestión de los recursos hídricos, permitiendo así que se abogue por una labor en aras de establecer una gobernanza del agua a nivel de cuenca, lo cual se observa como una necesidad levantada por la comunidad en las diversas instancias de participación ciudadana.

En la Figura 6-21 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-18 muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-21: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-01

Tabla 6-18: Ficha resumen Acción N° SbG-01

ACCIÓN N°:	SbG-01
Nombre de la Acción:	Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.
Brecha identificada:	Se reconoce, a través de la utilización de la herramienta FODA y Mapa de Actores, una ausencia de gobernanza del agua en la cuenca del río Yelcho donde los SSPP poseen mayor influencia en la gestión de los recursos hídricos, cuando por parte de la comunidad se les asocia un menor interés en la temática, mientras que los actores provenientes de la comunidad se ven como aquellos con mayor interés en la temática, pero con menor capacidad de influenciar sobre la misma. 1) Los actores pertenecientes a la comunidad (OSC, SSR, JJVV, entre otros) tienen baja influencia en la gestión de los recursos hídrica a nivel de cuenca, a diferencia de entidades públicas las que no poseen instancias formales y constante de coordinación interinstitucional 2) Desconfianza en SSPP quienes tomarían decisiones en desconocimiento de problemáticas locales

<p>3) Desconfianza en municipalidades quienes tomarían decisiones sin estar al tanto de las demandas actualizadas de las localidades</p> <p>4) Sentimiento de abandono por los actores de las comunidades quienes no se sienten considerados en los procesos de gestión</p>	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fomento de una correcta gobernanza del agua a nivel de cuenca, donde las demandas e iniciativas de acción de todos los actores con injerencia en la gestión de recursos hídricos (SSPP, OSC, Municipalidades, Gremios, Privados, comunidad en general), sea valorada de igual modo, y surjan desde los territorios, permitiendo hacer frente al centralismo nacional y regional.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6
Tipología de la solución:	Solución basada en la gestión.
Temática:	Gobernanza e institucionalidad.
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	La acción tiene su origen en los talleres realizados por el equipo PAC, con las herramientas FODA y Mapa de Actores.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Cuenca del río Yelcho
Horizonte de implementación:	Corto plazo
Vida útil de la acción:	Permanente
Actor(es) Beneficiario(s):	Todos los actores de la cuenca
Entidad(es) responsable(s):	DGA – GORE
Actor(es) co-ejecutor(es):	SSR, OSC, Gremios y Privados
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	GORE
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>La conformación de la Mesa Hídrica a nivel de cuenca responde a la necesidad de generar una instancia local en la cual participen los diferentes actores con injerencia hídrica de las comunidades y localidades pertenecientes a la cuenca, donde prime la gobernanza del agua, entendiéndose por esto, que todas las opiniones surgidas por los participantes de la presente instancia tengan igual valor y sean consideradas por igual al momento de tomar decisiones respecto a la gestión de los recursos hídricos.</p> <p>La acción debe considerar el trabajo preexistente realizado por el GORE, de acuerdo con la reactivación de una mesa del agua regional, de la cual ya se ha indicado que no se obtiene más información en los procesos participativos, por lo cual se debe consultar que base e información mantiene dicha instancia y que organismos se hacían presente en la misma. Con dicha información, sumado a la información levantada por el PEGH, se generan las instancias de coordinación para</p>	

convocar e invitar a participar a los diversos actores de la cuenca, por lo tanto, se hace llegar una invitación a los siguientes organismos públicos regionales (enviada por DGA):

- DGA, SEA, SEREMI MMA, CONAF, CONADI, INDAP, SEREMI MINAGRI, SERNATUR, DOH, CNR, INIA, SEREMI Economía, CORFO, SAG, Municipalidades (Chaitén, Futaleufú, Palena), GORE, DPR, DPP, SERNAGEOMIN, SISS y SEREMI Ministerio de Desarrollo Social.

A esto se suma una invitación, en la cual se debe solicitar colaboración a las municipalidades, para las organizaciones de la sociedad civil, SSR, gremios y privados interesados en participar de la Mesa Hídrica. En caso de ser muchas, se debe considerar asignar representantes por naturaleza de la organización, entiéndase por esto, representantes de las juntas de vecinos, de ONG, de Gremios y Privados, etc.

En la primera reunión, de amplia convocatoria, se deben destacar las temáticas que se estuviesen ya trabajando, la cartera de acciones de las organizaciones públicas, que guarden relación con la gestión de los recursos hídricos, la información levantada por la mesa previamente reactivada por el GORE y la información proveniente del PEGH, sobre todo aquella que refiere a la gobernanza del agua a nivel de cuenca, y como con la información levantada durante el estudio se observa que dicho concepto no se aplicaría para la cuenca, detallando a su vez las razones, consecuencias y esperando tomar medidas para reparar aquello.

Como consejo del equipo de participación ciudadana del PEGH, respecto de la temática de la gobernanza, se debe considerar instruir a todos por igual sobre un único concepto de gobernanza, el cual debe quedar establecido y comprendido por todos en la Mesa Hídrica, para trabajar sobre aquella base y parámetros, lo cual es también adaptable por los participantes de la instancia, lo cual va en el mismo sentido de lo que implica el concepto.

Las normas de funcionamiento, toma de decisiones y aspectos que apunten a la gobernanza, deberán ser definidas por este mismo organismo conforme avance su desarrollo y de acuerdo a lo que dictamine la ley. El monitoreo se hará a través de la grabación de las sesiones, más la conformación de una minuta que debe ser compartida con los presentes en la mesa, como así también con la comunidad en general a través de su subida a la página web del PEGH. Con dicho monitoreo se espera optimizar aquellas falencias que se puedan presentar en la instancia, como así también dejar establecidos los tópicos prioritarios para trabajar durante un horizonte temporal establecido en la misma mesa. Mientras que el monitoreo de acciones que se consideren a tomar quedará a cargo de la entidad que quede como responsable en el transcurso de la sesión en cuestión.

De acuerdo a lo expuesto, y por último, es menester destacar que el objetivo de la Mesa Hídrica es, a través de un trabajo mancomunado entre los actores que participen de esta, generar las planificaciones hídricas de la cuenca del río Yelcho, como así también el proponer acciones e iniciativas sobre como optimizar la gestión de recursos hídricos en la zona, buscar las fuentes de financiamiento necesarias, los métodos adecuados de implementación y monitoreo de proyectos y acciones, generar una estructura de funcionamiento que perdure en el tiempo, consistente más con una política de Estado que de gobierno, pero sin descuidar nunca un enfoque que apele por un mejoramiento constante de la gobernanza del agua a nivel local.

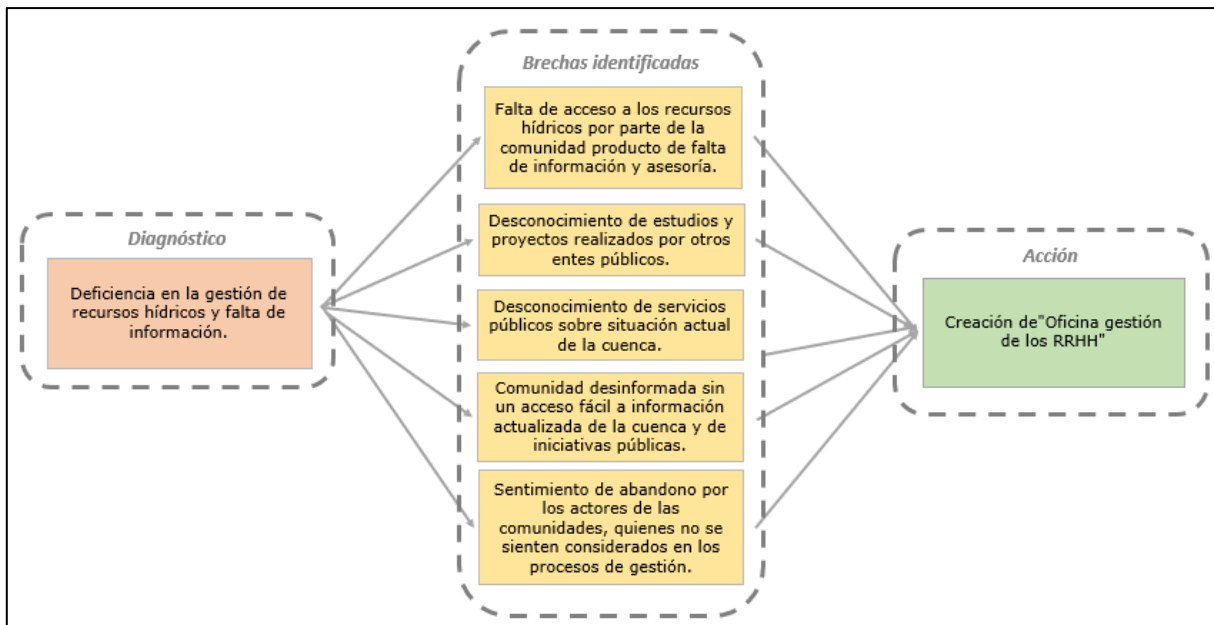
Fuente: Elaboración propia.

b. Acción N° SbG-02. Creación de una "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho"

La cuenca del río Yelcho se caracteriza por poseer actores con alto interés en temáticas hídricas, que a su vez demuestran un alto sentido de pertenencia a la cuenca, lo cual es crucial en cualquier gestión que se enfoque por generar una gobernanza del agua a nivel de cuenca, aun así, se observa una problemática constante a través de las diversas instancias participativas, con mayor énfasis en los talleres de diagnóstico realizados en las diversas localidades, la cual refiere a la limitada información que llega a la comunidad, dado que no se ha logrado establecer una bajada en los flujos de información que permita a las localidades manejar mayor cantidad de aspectos y temáticas referente a la gestión de recursos hídricos, partiendo por temáticas básicas como métodos de denuncia ante irregularidades y situaciones de naturaleza similar. A esto se suma el sentimiento de abandono que manifiestan las comunidades, como sucede con Puerto Ramírez, quienes dicen no ser visto por las entidades públicas.

Lo anterior ha llevado a organizaciones no gubernamentales a encontrar los medios para generar sus propios monitoreos con voluntarios (caso Futaleufú *Riverkeepers*), lo cual si bien se puede considerar una buena práctica por parte de dicha organización, deja entrever que existe una desconexión entre las entidades públicas con injerencia hídrica y los diversos territorios, lo cual se observa en la falta de información que llega a los actores locales, quienes a su vez levantan dicha temática como necesidad, la de una instancia local que permita dar celeridad a los flujos de información y sean un primer contacto entre los actores locales y la gestión de información de los recursos hídricos. Es dado esto que se habla de la conformación de una Oficina de Recursos Hídricos en la cuenca del río Yelcho, que tendría esta característica de ser cercana a las comunidades, pudiendo alojarse como una oficina independiente o dentro de las municipalidades (en un vínculo directo con las oficinas de medio ambiente), permitiendo una mayor celeridad y facilidad de acceso a la información referente a la gestión de los recursos hídricos, permitiendo así, que las localidades puedan convertirse paulatinamente en actores con capacidad de agenda, apelando a la gobernanza del agua a nivel local, en cuanto se mantendría a una sociedad civil informada, proactiva y con sentido de pertenencia que busca cuidar su cuenca y sus recursos.

En la Figura 6-22 se muestra el análisis proveniente del diagnóstico, con la brecha y solución asociada; en la Tabla 6-19 muestra la ficha resumen de la iniciativa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-22: Flujograma de la brecha y solución asociado a la medida SbG-02

Tabla 6-19: Ficha resumen Acción N° SbG-02

ACCIÓN N°:	SbG-02
Nombre de la Acción:	Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.
Brecha identificada:	<p>No existe una instancia u organismo encargado de identificar las necesidades hídricas de las comunidades que viven dentro de la cuenca del río Yelcho, así como tampoco para informar a la población de las opciones que posee dentro del marco vigente y apoyar en la gestión de las ofertas que existen en el espectro público/privado. La información de RRHH de distinto tipo existente en la zona se encuentra disgregada y el acceso general es muy difícil para la población en general. Esta oficina puede ser el brazo funcional de la Mesa del Agua regional que deberá posicionarse como una instancia formal y periódica de encuentro entre instituciones públicas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Falta de acceso a los recursos hídricos por parte de la comunidad producto de falta de información y asesoría. 2) Desconocimiento de estudios y proyectos realizados por otros entes públicos 3) Desconocimiento de servicios públicos sobre situación actual de la cuenca 4) Comunidad desinformada sin un acceso fácil a información actualizada de la cuenca y de iniciativas públicas 5) Sentimiento de abandono por los actores de las comunidades, quienes no se sienten considerados en los procesos de gestión

Objetivo(s) de la Acción:	
Creación de una Oficina dedicada a atender a la comunidad respecto de acciones como: orientar denuncias, otorgar información sobre proyectos o fondos disponibles, compilación de información relacionada a recursos hídricos y apoyo en la gestión de proyectos comunitarios.	
Marco conceptual de la Acción:	
Eje de Seguridad Hídrica:	Seguridad Hídrica para las Personas
Objetivo de Desarrollo Sostenible:	6
Tipología de la solución:	Solución basada en la gestión.
Temática:	Gobernanza e institucionalidad.
Tipo de acción:	Directa
Origen de la acción:	La acción tiene su origen en los talleres realizados por el equipo PAC, con las herramientas FODA y Mapa de Actores.
Características generales:	
Alcance geográfico:	Local - municipal
Horizonte de implementación:	Corto plazo
Vida útil de la acción:	Permanente
Actor(es) Beneficiario(s):	Todos aquellos actores pertenecientes a la cuenca
Entidad(es) responsable(s):	GORE
Actor(es) co-ejecutor(es):	Municipalidad
Tipo de financiación:	Pública
Fuente de financiación:	GORE-Municipalidad
Descripción de la Acción y/o especificaciones técnicas:	
<p>El Gobierno Regional debe dialogar con las municipalidades pertenecientes a la cuenca para observar en que área o departamento de dicha entidad se puede crear la Oficina para la Gestión de los RRHH, pudiendo ser parte del departamento de medio ambiente o responsabilidad de SECPLAN, dependiendo de quien lleve las temáticas hídricas o medio ambientales en la municipalidad. En dicho dialogo se debe dejar constancia que la oficina tendrá un carácter informativo y no resolutivo, todo esto para acercar la gestión de los recursos hídricos a las localidades, quienes resienten el estar aisladas, lejanas de la capital regional. La elección de incorporar la oficina a las entidades municipales obedece a que son quienes mejor conocen el territorio y a su vez son el contacto directo con la comunidad local.</p> <p>La oficina en cuestión tendrá la labor de recopilar toda la información referente a la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuenca y regional (estudios levantados, proyectos e información disponible pública), pudiendo también valerse de la solicitud directa a las entidades públicas que participarán en la Mesa Hídrica. Dicha información debe ser sistematizada y, si es requerido, adaptada en su lenguaje para la comprensión de la comunidad local, quienes son los que necesitan con urgencia un acceso fácil y comprensible a las temáticas propias de la gestión de los recursos hídricos.</p>	

Es así como la oficina debe nutrirse de información, pero también de las necesidades locales, las cuales quedarán registrada en esta instancia, para luego ser presentadas en la Mesa Hídrica, por lo que se genera una relación estrecha entre ambas medidas de acción, permitiendo fortalecer la gobernanza del agua a nivel de cuenca, al servir (la oficina) como intermediara para un flujo óptimo de información.

La oficina deberá levantar una página WEB y un sistema para entrega de información presencial, dado que en las instancias PAC se indica que no todos poseen el conocimiento digital básico, para recopilar la información desde internet. Es así como se debe trabajar en un sistema idóneo para transmitir la información recopilada, por lo cual se aconseja que se realice a través de redes sociales, página web, WhatsApp, trípticos y boletines informativos (de lo que se converse en la mesa hídrica).

Para fortalecer los lazos con la comunidad y obtener la confianza de los mismos, es pertinente que la información se pueda transmitir vía redes sociales, donde la misma comunidad colabore a transmitir cualquier dato relevante a quienes tienen dificultad de acceso, mientras que la información debe ser entregada con una periodicidad, no solo siendo una instancia reactiva, sino que preventiva y proactiva, manteniendo a su comunidad informada de cualquier cambio considerado relevante a nivel de la gestión de los recursos hídricos.

En caso de que la oficina no cuente con una respuesta óptima para la retroalimentación a la comunidad, debe encargarse de articular una respuesta con la entidad pública responsable, ya sea a través de solicitud directa o vía transparencia. Se espera que cada consulta pueda ser respondida en su justa medida, manera tal que la comunidad se mantenga informada de la situación de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

7. CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS

En el presente capítulo se expone la cartera de iniciativas para el PEGH de la cuenca del Río Yelcho, lo que incluye la evaluación económica, social y ambiental, así como la priorización, valorización y cronograma propuesto para la implementación.

7.1. SÍNTESIS DE LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS (RANKEADAS)

Las iniciativas y acciones, identificadas y priorizadas del PEGH, fueron definidas y elaboradas en base a el diagnóstico de la cuenca; los aportes del proceso de PAC; y, la opinión experta del equipo consultor que participó del plan. Para ver con mayor detalle la metodología que fue utilizada, se debe consultar el anexo F de este informe.

El diagnóstico presentó una caracterización técnica. Por otro lado, el proceso de PAC tuvo un carácter cualitativo con las ideas aportadas por los distintos actores destacados del territorio, con actividades que consideraron entrevistas, reuniones y talleres. De esto derivaron las iniciativas estratégicas que se presentaron en el Capítulo 6; en el Anexo K se presentan todos los antecedentes asociados a la síntesis de diagnóstico, análisis de brechas y propuesta de acciones, información que se reúne en las fichas resumen de cada iniciativa, donde pueden revisarse los detalles distintivos de cada una.

Todas las alternativas seleccionadas se muestran a continuación, que considera los cuatro ejes estratégicos de: solución basada en sistemas de información (Tabla 7-1), soluciones basadas en la naturaleza (Tabla 7-2), solución basada en la infraestructura (Tabla 7-3), solución basada en la gestión (Tabla 7-4), identificando la acción, su objetivo y el responsable. Se presenta un total de 19 acciones para el Plan de Acción de cuenca de río Yelcho.

Tabla 7-1: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la información (SbS)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbS-01	Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del Río Yelcho.	Elaboración de estudios batimétricos sobre los lagos Espolón y Yelcho, pertenecientes a la cuenca, en territorio nacional. El Lago Espolón, es relevante porque tiene incidencia directa sobre el comportamiento aguas abajo del Río Espolón, siendo este río uno de los tributarios principales del Río Futaleufú, que a su vez es el río más importante de la cuenca. Por su parte, el Lago Yelcho, con una extensión aproximada de 115 km ² , es el principal regulador en la respuesta hídrica de la cuenca del Río Yelcho. El conocimiento de las características y dimensiones físicas en estos dos lagos permitirá establecer un contexto hídrico más detallado sobre la cuenca.	Dirección General de Aguas (DGA), División de Hidrología; Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA)
SbS-02	Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.	Estudio para la delimitación detallada de las subcuencas dentro de los límites que comprende la cuenca del Río Yelcho, considerando afluentes principales, secundarios, cuerpos lacustres de especial importancia, alteraciones topográficas, glaciares, estaciones fluviométricas, etc. Lo cual permitirá realizar representaciones ajustadas de los procesos hidrogeológicos ocurridos dentro de la cuenca.	Dirección General de Aguas (DGA), Departamento de Administración de Recursos Hídricos.
SbS-03	Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.	Elaboración de estudio que permita determinar las características topográficas superficiales y subglaciales, y sus cambios.	DGA, Unidad de Glaciología y Nieve.

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbS-04	Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca	Ampliación de la cantidad de información de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho.	DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recurso Hídricos, y División de Hidrología.
SbS-05	Programa de difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.	Difusión y transferencia de conocimiento sobre la plaga Didymo y las medidas de prevención para controlar su propagación.	SERNAPESCA - Mnpios - OSC - CONAF
SbS-06	Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.	Generación de información geológica y geomorfológica de detalle en la cuenca del Río Yelcho.	SERNAGEOMIN
SbS-07	Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.	Estudio para conocer el origen y posibles tratamientos de metales, metaloides y parámetros fisicoquímicos que incumplen las normas chilenas de calidad de aguas NCh 1333/78 y 409/05.	MOP - DGA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-2: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la naturaleza (SbN)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbN-01	Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.	Aumento del conocimiento y protección de humedales y de los servicios ecosistémicos que proveen en la cuenca, con especial atención a turberas.	MMA - DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos.
SbN-02	Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.	Elaboración de estudios técnicos por parte de la DGA para definir reserva de caudales para la preservación de ecosistemas presentes. Se propone como puntos de reserva de caudal al Desagüe del Lago Yelcho, Río Amarillo ante junta Río Yelcho, Río Michimahuida ante junta Río Yelcho y finalmente Río Espolón en Desagüe Lago Espolón. En consecuencia, de lo anterior, también se propone que las estimaciones realizadas sobre la cuenca consideren factores ambientales y ecosistémicos específicos y únicos del área de estudio.	Dirección General de Aguas (DGA) - División de Hidrología.
SbN-03	Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.	Aumento de la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.	MMA - MINCiencia

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-3: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la Infraestructura (SbI)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbI-01	Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del Río Yelcho.	Instalación y puesta en marcha de una estación de monitoreo en el sector aledaño a la cabecera del Río Amarillo, aproximadamente en coordenadas Este 708.632 y Norte 5.250.830 (WGS1984, Huso 18S). Esta estación permitirá contar con al menos una estación sobre los 200 msnm, en un punto de interés tanto por estar en un parque nacional, como por estar aguas arriba del Sistema Sanitario Rural El Amarillo. Se propone contar con registros pluviométricos como termométricos, así como monitorear otras variables de interés como la precipitación sólida, evaporación, velocidad del viento, humedad y radiación.	DGA, División de Hidrología.
SbI-02	Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del Río Yelcho.	Instalación y puesta en marcha de estaciones fluviométricas de control en los siguientes 3 puntos estratégicos de la cuenca (coordenadas en WGS1984 Huso 18S): (1) Desagüe Lago Yelcho (E: 707.192, N: 5.216.423); (2) Lengua Glaciar Michimahuida (E: 708.825, N: 5.249.912); y, (3) Desembocadura río Yelcho (E: 685.138, N: 5.239.906).	DGA, División de Hidrología.
SbI-03	Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del Río Yelcho.	Instalación y puesta en marcha de estaciones de monitoreo que registren los niveles de agua en el lago Yelcho y lago Espolón, los cuales inciden directamente sobre el comportamiento de los ríos Yelcho, Espolón y Futaleufú.	DGA, División de Hidrología.

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbI-04	Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.	Construcción de cuatro (4) pozos en puntos estratégicos de ambos SHACs, con la caracterización estratigráfica, realización de pruebas de bombeo de 24 de horas de duración y con medición de pozos de observación. Y construcción de piezómetros para generar piezometría en ambos SHACs. Todo lo anterior con el objeto de generar mayor información para identificar con mayor precisión las unidades hidrogeológicas presentes, sus características hidráulicas y caracterización de la cuenca transfronteriza del río Yelcho.	DGA, Departamento de Protección y Recursos Hídricos, y Departamento de Estudios y Planificación.
SbI-05	Construcción de estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas	Construcción de pozos de monitoreo en puntos estratégicos para generar información de calidad de aguas en SHAC Futaleufú y Yelcho.	DGA, División de Hidrología.
SbI-06	Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.	Mejoramiento de la cantidad de información de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho a través de la ampliación en 5 estaciones de medición, 2 en ríos y 3 en lagos.	DGA, Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos, y División de Hidrología.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-4: Síntesis de acciones asociadas a Solución basada en la Gestión (SbG)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbG-01	Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.	Fomento de una correcta gobernanza del agua a nivel de cuenca, donde las demandas e iniciativas de acción de todos los actores con injerencia en la gestión de recursos hídricos (SSPP, OSC, Municipalidades, Gremios, Privados, comunidad en general), sea valorada de igual modo, y surjan desde los territorios, permitiendo hacer frente al centralismo nacional y regional.	DGA - GORE

ID	Acción	Objetivo	Responsable
SbG-02	Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.	Creación de una Oficina dedicada a atender a la comunidad respecto de acciones como: orientar denuncias, otorgar información sobre proyectos o fondos disponibles, compilación de información relacionada a recursos hídricos y apoyo en la gestión de proyectos comunitarios.	GORE
SbG-03	Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.	Asistencia técnica a la población sin SSR, a través del análisis de prefactibilidad de infraestructura para las áreas rurales, considerando SSR tradicionales o soluciones basadas en la naturaleza, como cosecha de aguas lluvias, aprovechamiento de aguas grises u otro. Elaboración de la estrategia de implementación en un corto plazo. Para SSR existente, la asistencia técnica velará por la transferencia de conocimientos para la adecuada operación y registro del SSR, así como el acompañamiento en las gestiones necesarias para el diseño e implementación de mejoramientos, ampliaciones y mantención del SSR.	DOH, Subdirección de SSR.

Fuente: Elaboración propia.

7.2. ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

Conforme a la metodología expuesta en el Anexo F, se desarrolla la evaluación económica, social y ambiental. A continuación, se presentan los resultados de esta evaluación y la priorización de inversión del Plan de Acción.

7.2.1. Evaluación económica

La evaluación económica se centra en el enfoque costo-eficiencia, utilizando como indicador el Valor Actual de Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE). El análisis de cada medida se muestra en el Anexo K.2, donde se indican los supuestos para definir los elementos de costo, el flujo de evaluación y los resultados respectivos, que se presentan tanto para CAPEX y OPEX como para CAE y VAC, en dólares, pesos, y UF.

Es importante considerar que la estimación de costos es una aproximación general, basada en referencias de licitaciones, gasto público y/o público-privado. La inversión exacta se debe calcular una vez que se definan los alcances específicos de cada iniciativa, y cuando se realicen los estudios de factibilidad y/o detalles correspondientes, lo que permitirá identificar los elementos de costos reales requeridos para la inversión. Las estimaciones acá presentadas son una aproximación referencial que permiten tener un primer acercamiento al costo del Plan de Acción. A modo de síntesis, en la Tabla 7-5 se entrega el VAC y CAE de cada acción.

Tabla 7-5: Resumen de evaluación económica de iniciativas

ID	ACCIÓN	VAC [UF]	CAE [UF]
SbS-01	Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del Río Yelcho.	4.073,00	2.038,30
SbS-02	Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.	692,30	231,10
SbS-03	Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.	5.227,50	524,50
SbS-04	Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca	21.063,80	2.113,30
SbS-05	Programa de difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.	7.809,60	783,50
SbS-06	Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.	4.900,50	2.452,40
SbS-07	Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.	4.429,20	1.478,20
SbN-01	Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.	8.118,00	1.626,50
SbN-02	Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.	2.116,70	1.059,30
SbN-03	Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.	19.921,90	3.327,30
SbI-02	Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del Río Yelcho.	1.101,60	110,50
SbI-01	Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del Río Yelcho.	12.885,30	1.292,80
SbI-03	Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del Río Yelcho.	2.552,80	1.277,60
SbI-04	Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.	8.522,50	855,10
SbI-05	Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas	2.268,70	227,60
SbI-06	Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.	8.228,00	825,50
SbG-01	Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.	9.022,90	3.011,30

ID	ACCIÓN	VAC [UF]	CAE [UF]
SbG-02	Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.	8.128,70	815,60
SbG-03	Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.	10.458,1	1.049,30

Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen, la Tabla 7-6 presenta los resultados agregados según tipología de acción, donde se puede apreciar que los costos totales evaluados a través del VAC son similares entre las tipologías, siendo levemente mayor el porcentaje de costos concentrado en las acciones de Soluciones basadas en la infraestructura. Esto se debe al alto costo que significan estas acciones en cuanto a que varias de ellas corresponden a programas con inversiones anuales durante todo el periodo de análisis (10 años). Respecto a las acciones relativas a los ejes de Soluciones basadas en sistemas de información, Soluciones Basadas en la gestión y Soluciones basadas en la Naturaleza, son de tipo no estructurales, y son de un costo levemente inferior a las SbI.

Tabla 7-6: Resumen evaluación económica por tipología de acciones

Tipología	CAPEX [UF]	OPEX [UF]	VAC [UF]	CAE [UF]
SbG	201	27.408	27.610	4.876
SbI	17.207	18.352	35.559	4.589
SbN	0	30.157	30.157	6.013
SbS	1.405	46.791	48.196	9.621
Total	18.813	122.708	141.521	25.100

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2. Evaluación social

La evaluación social se fundamenta del proceso trabajado en los talleres de Participación Ciudadana del presente estudio, que se presenta en detalle en el Anexo I. La evaluación social se realiza en función de la mayor o menor aprobación de las iniciativas durante el proceso de consulta ciudadana con la opinión de los actores relevantes de la cuenca del Río Yelcho, quienes a través de un formulario de Google form indicaron su grado de acuerdo (ver detalles en Anexo I).

Para la cuenca del río Yelcho, el resultado de la evaluación social es un 100% de aprobación de todas las iniciativas propuestas. Para efectos de la priorización se traduce esta información a un indicador social, donde el puntaje asociado a cada iniciativa se asigna a partir de los porcentajes de adhesión expresadas por los actores relevantes hasta la fecha. La puntuación va de 1 a 4, siendo la puntuación más alta cuando la iniciativa responde a validada "de acuerdo" con un porcentaje de votos mayor al 80% (color verde); y la puntuación menor responde a las iniciativas validadas "en desacuerdo" con porcentaje de votos igual o mayor al 20% (color rojo). La metodología se expone en el acápite 3.7.2 del Anexo F, teniendo una puntuación pareja de 4 para todas las iniciativas propuestas para la cuenca del río Yelcho.

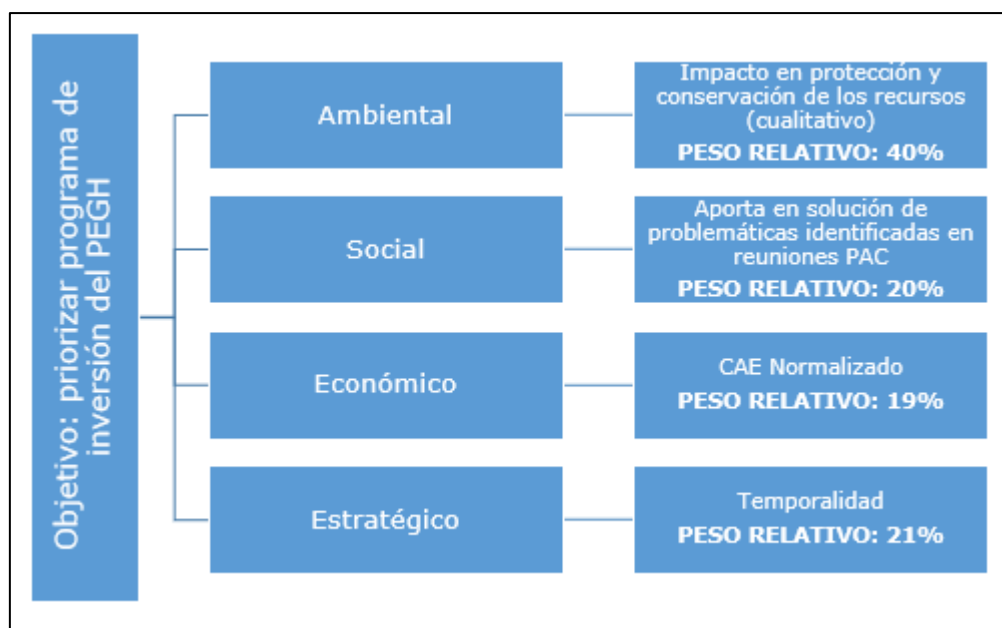
7.2.3. Evaluación ambiental

Para realizar la evaluación ambiental se toman los principales aspectos del área medioambiental del proyecto expuesto. Estos se han definido en un indicador de evaluación asociado al impacto en la protección y conservación de los recursos, aportando al Eje de Seguridad Hídrica para la Protección y Conservación Ecosistémica del Plan Estratégico en la cuenca del río Yelcho.

En el proceso del análisis cualitativo del impacto en la protección y conservación de los recursos naturales, se recurre a la opinión experta, considerando una clasificación de impacto bajo, medio o alto, con puntuación 1, 2 y 4 respectivamente. Se asigna un mayor puntaje si se estima una mayor incidencia directa (positiva) en recursos naturales (metodología se presenta en acápite 3.7.2 del Anexo F). El puntaje ambiental asociado a cada iniciativa se presenta en la Tabla 7-7.

7.2.4. Priorización de las medidas

La priorización se fundamenta en un análisis multicriterio (detalle metodológico en acápite 3.7.2 del Anexo F), donde los criterios y ponderaciones han sido definidos a partir de las opiniones de profesionales DGA (Nivel Central y Regional). Para efectos del presente ejercicio se ha seguido el esquema de la Figura 7-1. La priorización tiene como objetivo planificar la ejecución del PEGH en el horizonte previsto como corto, mediano y largo plazo. El Plan de Acción se ha definido en 10 años; sin embargo, hay acciones consideradas en éste que podrían superar dicho plazo, y son consideradas estratégicas ya que vienen a solucionar problemas relevantes en términos de gestión hídrica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-1: Esquema de priorización de iniciativas

En la Tabla 7-7, el resultado de priorización y las puntuaciones asignadas se presentan organizadas de mayor a menor prioridad. Las iniciativas que presenten un mayor puntaje son las prioritarias. Con esto se logra tener un orden referencial para guiar los esfuerzos que sean necesarios para el Plan; en color verde se destacan las iniciativas que muestran máxima puntuación.

Tabla 7-7: Resultado de priorización de iniciativas

ID	Acción	Amb.	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
SbG-02	Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.	4	4	4	4	4
SbG-03	Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.	4	4	4	4	4
SbN-03	Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.	4	4	4	2	3,58
SbN-02	Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.	4	4	1	4	3,43

ID	Acción	Amb.	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
SbG-01	Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.	4	4	1	4	3,43
SbI-05	Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas	4	4	4	1	3,37
SbN-01	Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.	4	4	2	2	3,20
SbS-04	Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca	4	4	2	1	2,99
SbS-07	Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.	4	4	2	1	2,99
SbI-06	Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.	4	4	1	1	2,80
SbS-03	Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.	2	4	4	2	2,78
SbI-03	Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del Río Yelcho.	2	4	4	2	2,78
SbS-05	Programa de difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.	2	4	4	1	2,57
SbI-04	Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.	2	4	4	1	2,57
SbS-01	Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del Río Yelcho.	2	4	2	2	2,40
SbI-02	Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del Río Yelcho.	2	4	2	2	2,40
SbI-01	Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del Río Yelcho.	2	4	2	2	2,40
SbS-02	Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.	1	4	4	1	2,17
SbS-06	Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.	1	4	2	2	2

Fuente: Elaboración propia.

7.3. VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTION HÍDRICA

Todas las acciones están evaluadas a un máximo de 10 años. Las medidas consideradas en el presente Plan de Acción ascienden a un valor actual de costos de 141.521 [UF], donde el costo anual equivalente total asciende a 25.100 [UF], con las mismas consideraciones de horizonte de evaluación indicadas.

Es necesario, para el funcionamiento del modelo de negocio del PEGH, la coordinación de las entidades públicas, reasignación de presupuesto público, y la gestión de los fondos y/o programas en forma consistente a los objetivos y medidas del Plan. La implementación de las iniciativas consideradas en el presente PEGH depende principalmente de la inversión fiscal. Por esto, es de gran relevancia la estrategia de financiamiento que permita implementar con éxito el Plan de Acción. Es importante considerar la posibilidad de la toma de subsidios y herramientas de la política existente para el desarrollo de las iniciativas, o en su defecto ver la posibilidad de definir programas que se ajusten a lo planteado en cada medida.

Para la estrategia de financiamiento y la implementación de las medidas, se deben considerar las principales fuentes de financiamientos nacionales, pero también revisar las fuentes internacionales. Puntualmente, en materia internacional, existen fondos de acción climática que se orientan a la adaptación, considerando temáticas adjudicables a la gestión de recursos hídricos, la construcción de obras adaptativas y la gestión del riesgo frente a desastres, como aluviones, inundaciones, entre otros. Es por esto la importancia de observar la aplicabilidad de dichos fondos internacionales como una oportunidad durante la implementación del presente Plan.

A continuación, y en base al financiamiento nacional, se resumen las acciones según el responsable de su ejecución, quien deberá asegurar la implementación de la iniciativa a través de la coordinación de distintos actores, asignando presupuesto público, y/o gestionando los fondos y/o programas relacionados.

7.3.1. Acciones según Ejecutor o mandante D.G.A

La Tabla 7-8 presenta las iniciativas que se han identificado con la DGA como mandante.

Tabla 7-8: Iniciativas ejecutadas por DGA

ID	ACCIÓN
SbS-01	Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del Río Yelcho.
SbS-02	Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.
SbS-04	Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca
SbS-07	Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.
SbN-02	Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.
SbI-02	Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del Río Yelcho.
SbI-01	Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del Río Yelcho.
SbI-03	Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del Río Yelcho.
SbI-06	Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.

Fuente: Elaboración propia.

7.3.2. Acciones ejecutadas por otras instituciones

La Tabla 7-9 presenta las iniciativas que se han identificado con otras instituciones ejecutoras.

Tabla 7-9: Iniciativas ejecutadas por otras instituciones

ID	Acción	Mandante
SbS-03	Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.	DGA-MMA
SbS-05	Programa de difusión a población local y flotante sobre la plaga Didymo.	SERNAPESCA-MINCiencias
SbS-06	Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.	GORE-SERNAGEOMIN
SbN-01	Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.	MMA-MINCiencias
SbN-03	Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.	MMA-MINCiencias
SbI-04	Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.	DGA-GORE
SbI-05	Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas	DGA-GORE

ID	Acción	Mandante
SbG-01	Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.	GORE
SbG-02	Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.	GORE-Municipalidad

Fuente: Elaboración propia.

7.3.3. Distribución de costos por actores

En función de los resultados de la evaluación económica, y la responsabilidad en la ejecución de las iniciativas, se resume a continuación el CAPEX, OPEX, VAC y CAE totales por institución; se presentan los resultados en la Tabla 7-10.

Tabla 7-10: Distribución de costos según ejecutor: CAPEX, OPEX, VAC y CAE [UF]

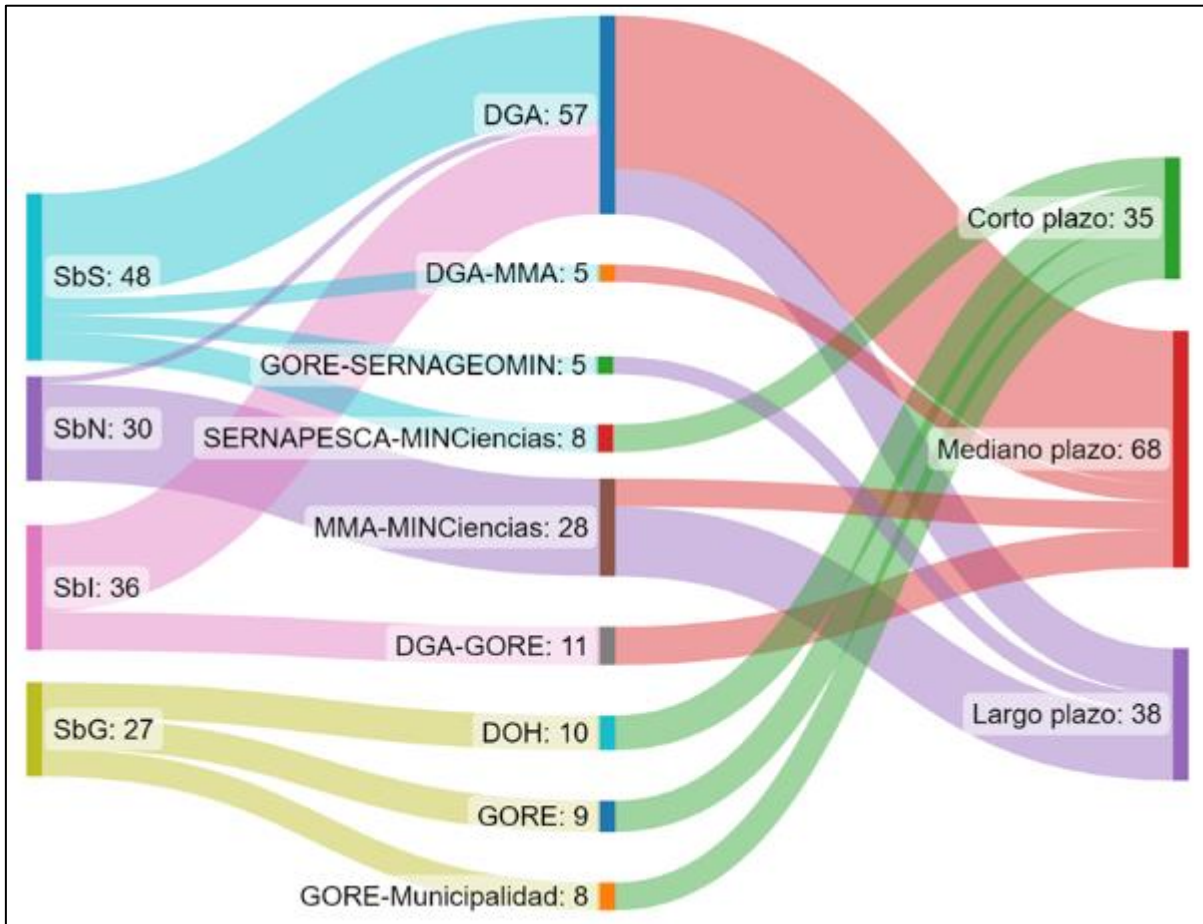
Institución	CAPEX [UF]	OPEX [UF]	VAC [UF]	CAE [UF]
DGA	12.415	44.728	57.143	10.427
Otras instituciones:				
DOH	201	10.257	10.458	1.049
GORE	0	9.023	9.023	3.011
SERNAPESCA-MINCiencias	0	7.810	7.810	784
MMA-MINCiencias	0	28.040	28.040	4.954
DGA-MMA	0	5.228	5.228	524
GORE-SERNAGEOMIN	0	4.900	4.900	2.452
DGA-GORE	6.197	4.595	10.791	1.083
GORE-Municipalidad	0	8.129	8.129	816
Total general	18.813	122.708	141.521	25.100

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Tabla 7-10, el portafolio de acciones del Plan espera contar con un financiamiento de varias instituciones del aparato Estatal, donde el 40% del financiamiento correspondería a la DGA, debido a las acciones que se relacionan con las competencias técnicas de esta institución. Así mismo se espera un financiamiento conjunto entre DGA y otras instituciones, en particular en acciones que se relacionan con el Ministerio del Medio Ambiente y con el Gobierno Regional de la Región de Los Lagos. Este presupuesto alcanza el 11% del total requerido para la implementación del Plan. Finalmente se debe resaltar que se espera contar el financiamiento del restante 49% a través de otras instituciones, como Dirección de Obras Hidráulicas, GORE, SERNAGEOMIN, y Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Es importante resaltar que estas instituciones se proponen por la relación que existe entre las acciones propuestas y el quehacer de cada institución, de acuerdo a las misiones estratégicas que las mandatan.

7.4. CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES

En el esquema presentado en la Figura 7-2, se presenta un formato extendido de la hoja de ruta del PEGH de la cuenca del río Yelcho a través del diagrama de Sankey. En el esquema se puede observar las cuatro tipologías de acciones del Plan de Acción (SbI, SbG, SbN y SbS), con un total de 19 iniciativas, considerando además la temporalidad orientativa en el corto, mediano y largo plazo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-2: Hoja de ruta del Plan de Acción: VAC (en miles de UF) por eje de acciones, entidades financiadoras y plazos del Plan de Acción

El diagrama muestra los flujos de costos por tipología de acción, entidad financiera y los horizontes establecidos. En la parte izquierda del diagrama se presenta el costo en miles de UF de las iniciativas propuestas, desagregadas por ejes de acción (SbI, SbG, SbN y SbS); en la parte central, se aprecian los costos totales de las iniciativas (en miles de UF), según lo que aportaría cada institución financiadora y su relación al tipo de acción a implementar; finalmente, en el lado derecho del diagrama, se observan los costos totales de las acciones (en miles de UF), de acuerdo al plazo definido para su implementación (corto y mediano plazo) a partir de las entidades financiadoras. En el caso de la DGA, esta institución aportaría 57 [mil UF], donde las iniciativas provienen del eje sobre soluciones basadas en infraestructura y en sistemas de información principalmente, como se observa mediante la simbología de flujos, las cuales están previstas a corto y mediano plazo.

En el conjunto del Plan de Acción, en el caso de las medidas de corto plazo, estas reúnen iniciativas por un monto de 35 [mil UF] y contemplan iniciativas de los ejes SbI, SbN y SbG. Estas medidas provienen de los financiamientos de todas las instituciones vinculadas al Plan. Se puede apreciar que DGA, Ministerio de Ciencias, DOH y Gore son las entidades financiadoras de mayor importancia en relación con las iniciativas a corto plazo.

8. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

En este capítulo se aprecian los hitos más destacables identificados durante la implementación del Plan de Acción, atendiendo a su horizonte (corto, mediano o largo plazo). A continuación, se mencionan algunas directrices a considerar para el éxito del Plan de Acción, en relación a la estrategia de implementación y de comunicación. Se concluye con un resumen del detalle de las fuentes de financiación previstas.

8.1. HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

A continuación, se presenta un resumen de la estructura del PEGH y los hitos más importantes a considerar. El portafolio de acciones del Plan de Acción se presenta en función de la temporalidad establecida para cada una (corto, mediano o largo plazo), y se organizan de acuerdo con el puntaje de prioridad que resulta del ejercicio presentado en Tabla 7-7.

8.1.1. Corto plazo

A corto plazo, son **4** las iniciativas que se identifican como hitos de referencia para la implementación del Plan de Acción. Las primeras tres acciones son relevantes en el marco de la gobernanza y capacidad instalada para la gestión de los recursos hídricos, en un marco de coordinación local, como apoyo a la toma de decisiones futuras y a la gestión subnacional de los recursos hídricos. Mientras que la última tiene relación con el monitoreo y control de la calidad del agua. A continuación, se presenta el portafolio de corto plazo, según orden de prioridad resultante en Tabla 7-7:

- SbG-02: Creación de "Oficina de RRHH para la Cuenca del Río Yelcho", para la correcta gestión de los recursos hídricos.
- SbG-03: Asistencia técnica para la implementación de estrategias de diseño, operación, monitoreo y registros de los comités de SSR sobre la cuenca del Río Yelcho.
- SbG-01: Creación de "Mesa hídrica para cuenca del río Yelcho", para las buenas prácticas y ejercicio de la gobernanza del agua a nivel de cuenca.
- SbI-06: Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.

8.1.2. Mediano plazo

Se identifican **10** iniciativas relevantes en el mediano plazo, las que se presentan a continuación respetando el orden que resulta de la priorización multicriterio de Tabla 7-7. Las acciones así organizadas corresponden a:

- SbN-02: Estudio y obtención de caudales para protección ambiental en puntos de control que se puedan relacionar con la protección y conservación de ecosistemas presentes sobre la Cuenca del Río Yelcho.
- SbI-05: Construcción estaciones de medición de la calidad de aguas subterráneas.
- SbN-01: Complementar la información disponible para los humedales de la cuenca y apoyo para su conservación.
- SbS-04: Plan de acción para robustecer la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Yelcho, a través del aumento de parámetros de medición, estandarización de metodologías de análisis, y adecuación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) para los ecosistemas lóticos (ríos) de la cuenca
- SbS-07: Realizar estudios para conocer el origen y tratamiento de los parámetros que superan las normas chilenas de calidad de aguas.
- SbS-03: Estudio para la implementación de un Sistema de Levantamiento Glacio-topográfico.
- SbI-03: Programa para la instalación e implementación de estaciones que permitan medir niveles en los principales lagos de la cuenca del río Yelcho.
- SbI-04: Programa de construcción de pozos en puntos estratégicos de la cuenca del río Yelcho, para la generación de información hidrogeológica.
- SbI-02: Instalación e implementación de una (1) estación meteorológica en sector de cabecera del río Amarillo, en la cuenca del Río Yelcho.
- SbI-01: Programa para la instalación e implementación de nuevas estaciones fluviométricas dentro de la cuenca del río Yelcho.

Este conjunto de acciones resalta la inversión pública en soluciones basadas en la naturaleza para la protección y conservación de los ecosistemas, así como en la generación de conocimiento del recurso hídrico, apuntando al levantamiento y registro de nueva información en materia de calidad y cantidad de agua. Todo esto como apoyo a la toma de decisiones futuras en materia de gestión de los recursos hídricos a nivel de la cuenca del río Yelcho.

8.1.3. Largo plazo

El portafolio de acciones de largo plazo se concentra en **5** iniciativas, las que se presentan de acuerdo al orden de prioridad que resulta del análisis multicriterio de Tabla 7-7. Las acciones así organizadas corresponden a:

- SbN-03: Programa de protección de la biodiversidad y los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas.
- SbI-06: Programa de ampliación de la red hidrométrica DGA de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Yelcho en cobertura geográfica.
- SbS-01: Estudio de Batimetría de Lago Yelcho y Lago Espolón en la Cuenca del río Yelcho.
- SbS-02: Estudio para la redefinición oficial de la cuenca DGA-DARH del río Yelcho.
- SbS-06: Análisis geológico y geomorfológico de la cuenca del río Yelcho a una mayor escala de detalle.

8.2. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

La adecuada implementación de las 19 acciones propuestas para la cuenca del río Yelcho dependerá de la transición de este Plan Estratégico de Gestión Hídrica, que no es vinculante, a un Plan consolidado y vinculante a través de la elaboración del Plan Estratégico de Recursos Hídricos para la cuenca del río Yelcho, que actualmente es exigido en las modificaciones al Código de Aguas y la nueva Ley Marco de Cambio Climático. Para este fin, se requiere que el actual PEGH sea un insumo para la toma de decisiones sobre el PERH.

Con el objetivo de avanzar en esta línea, basados en los nuevos cuerpos normativos y política de gobierno en materia de una transición hídrica justa, se debe considerar como primer paso implementar las acciones de gestión relacionadas con la Mesa del Agua y las oficinas municipales de medio ambiente o de recursos hídricos. En particular la conformación de una Mesa del Agua puede transitar posteriormente al Consejo de cuenca del río Yelcho, por lo que es un esfuerzo que merece iniciar lo antes posible.

Esta estrategia es consistente con la nueva gobernanza de las aguas, que lidera el Comité Interministerial de Transición Hídrica Justa, coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente. Cuya gobernanza apunta a un diseño de consejos de cuenca como organismo principal a nivel de cuenca, con la participación de todos los actores presentes en la cuenca, y con participación de los gobiernos regionales y locales. Este consejo de cuencas tendría como función la formulación y ejecución de planes, programas y acciones para la gestión de los recursos hídricos y ecosistemas relacionados; adaptando este quehacer a las necesidades reales los actores y ecosistemas presentes en cada cuenca, considerando los mecanismos de organización social presente en la misma, como son las OUA, Juntas de Vecinos, Municipalidades, entre otros. La participación de la DGA de nivel Central y Regional se sugiere con un rol de acompañamiento técnico permanente en la cuenca.

En este contexto, se propone como estrategia de implementación del presente Plan, iniciar con las acciones de gestión que permiten instalar capacidades a nivel local (municipios) como con la constitución de la Mesa del Agua. La propia Mesa puede liderar el proceso de implementación de las otras acciones, en coordinación con las distintas instituciones que se han propuesto como responsables y corresponsables de cada acción. En efecto, la Mesa tomaría un rol como institución transversal y coordinadora del conjunto de las acciones propuestas. Este rol es necesario y relevante, toda vez que los actores involucrados como responsables y corresponsables son varios, de diversas instituciones y con ámbitos de acción distintos.

8.3. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

La estrategia de comunicación del PEGH del río Yelcho considera a los actores del territorio, es decir a la población ubicada dentro del área comprendida por la cuenca y que administrativamente se encuentran en las comunas de Palena, Futaleufú y Chaitén. Esto considera también a entidades públicas, privadas y a la sociedad civil organizada en Organizaciones de Usuarios de aguas y similares, abarcando al conjunto de usuarios del agua de la cuenca. Tendiendo esto como base, la estrategia de comunicaciones se divide en dos etapas: en primer lugar, se hace referencia al trabajo desarrollado durante la elaboración del PEGH, y en un segundo lugar con las propuestas futuras en este aspecto.

8.3.1. Comunicación y difusión durante el desarrollo del estudio

En el marco del estudio se consideró una planificación de comunicación con los actores del territorio, en coordinación con la Inspección Fiscal y con la Unidad de Gestión Ambiental, Territorio y Participación Ciudadana de la Secretaría de Obras Públicas de la Región de Los Lagos. Los mecanismos de participación ciudadana fueron:

- i) Reuniones de presentación consideradas en las Bases Técnicas de este estudio, las que tuvieron un carácter informativo y consultivo, reuniones relevantes para lo que significó el proceso de conocer las problemáticas de la cuenca, a los actores relevantes que habitan la misma y presentar al equipo consultor con distintas instituciones y organizaciones.

- ii) De forma complementaria a la generación de reuniones de presentación con los actores clave de la cuenca, se desarrolló un trabajo de difusión en distintos medios digitales y de radioemisión, todo esto con el objeto de dar a conocer de forma inicial la existencia del estudio tanto a los habitantes de la cuenca como a la región de Los Lagos.
- iii) Una etapa de talleres de participación ciudadana en el territorio. El primer grupo de talleres se denomina de diagnóstico, y estuvo enfocado en la identificación de problemáticas, y/o validación de aquellas ya identificadas en los procesos previos y en el trabajo de caracterización de la cuenca; así como un mapeo de actores. El segundo grupo de talleres PAC tuvo una orientación estratégica, con la presentación de la propuesta de iniciativas, para su validación y priorización. Esta segunda actividad permite ir consolidando las soluciones e iniciativas para abordar las problemáticas identificadas, con el fin de ir perfilando el portafolio de posibles acciones del PEGH.
- iv) Finalmente, se efectuó un taller de resultados, enfocado en la presentación y validación del Plan de Acción a los actores relevantes.

Como parte de la estrategia de comunicaciones, con el objeto de generar una participación activa, se consideró una serie de acciones para dar a conocer este estudio y fomentar e intentar asegurar la participación de los habitantes de la cuenca en los talleres de participación ciudadana. Entre estos, se consideró la radiodifusión, publicación en medios físicos y digitales, registro audiovisual de las sesiones remotas, en redes sociales y en el marco del presente estudio se desarrolló una página web para su difusión. Mayor detalle sobre las actividades realizadas se presenta en Anexo I, en su sección de Plan de Comunicación.

8.3.2. Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores

La propuesta de estrategia comunicacional a considerar para la adecuada implementación del Plan de Acción se propone poner como foco la transparencia de la información. Esto considerando una de las problemáticas identificadas en la cuenca, cual es que las comunidades se sienten desinformadas y aisladas, y no saben cómo proceder ni a quien consultar cuando tienen que resolver necesidades básicas relacionadas con el recurso hídrico.

Como pasos principales para la propuesta, se considera en primera instancia planificar el proceso de comunicación y difusión; en segunda instancia mantener informada a la comunidad y actores de la cuenca respecto al proceso de implementación del PEGH, y su seguimiento y monitoreo. Finalmente se propone que exista una instancia de retroalimentación de los actores locales, con el fin de ir incorporando mejoras en la medida que los procesos lo requieran.

Para abordar adecuadamente esta estrategia de comunicación, es primordial considerar como primera acción a implementar aquella relacionada con la oficina de recursos hídricos de cada comuna, con el fin de que sean un mecanismo de comunicación desde el principio, para transparentar el proceso completo del PEGH y poder ser el vínculo entre los actores locales y el propio Plan.

8.4. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN

Para el financiamiento de las iniciativas del PEGH, las instituciones públicas y privadas implicadas se describen en el acápite 7.3, según tipología de las acciones. En la Tabla 8-1 se entrega un resumen de los costos asociados al Plan de Acción, según sea el mandante DGA u otras instituciones.

Tabla 8-1: Distribución de costos según mandante DGA u otros

Mandante	VAC [UF]	CAE [UF]
DGA	57.143	10.427
Otras instituciones	84.378	14.673
Total	141.521	25.100

Fuente: Elaboración propia.

9. MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El Plan de Monitoreo del PEGH cuenca río Yelcho y las herramientas para el análisis y toma de decisiones asociadas deben responder con flexibilidad al proceso de transición en que actualmente se encuentran los PEGH hacia los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos (PERH). Para esto, se propone actualizar el portafolio de acciones, una vez que se haya determinado la elaboración del PERH. De esta forma, y partiendo de la base que el portafolio de acciones se mantiene, se propone realizar el seguimiento y evaluación a partir de los productos esperados de cada acción (ver Fichas Anexo k.2 en su celda de monitoreo y programa de seguimiento).

Debido a la diversidad de productos esperados, como son estudios, bases de datos, oficios, programas, inversión en infraestructura, etc., se establecen las siguientes condiciones, las cuales deberán tenerse en cuenta en cualquier clase de auditoría o evaluación que se realice sobre la implementación del PEGH de río Yelcho:

1. Al finalizar una acción, los organismos responsables de la implementación deben generar un oficio informativo, dirigido a la Mesa del Agua, o en su ausencia a la Dirección Regional del Agua, indicando el nombre de la acción, la actividad ejecutada y el listado de productos generados.
2. Esta rendición deberá estar resumida en la página web del PEGH del río Yelcho, con el fin de mantener la transparencia frente a la comunidad y público en general.
3. Los productos esperados en materia de estudios y/o generación de información deben estar en poder de los organismos responsables de la implementación de cada medida, incluyendo las versiones editables de los productos generados. Estos deberán estar disponibles en línea, accesibles en todo momento para su descarga.
4. Toda la información relativa a la implementación del PEGH y los productos esperados deben ser de fácil acceso, con formato de ventanilla única a través del sitio web.
5. En aquellos casos en que se especifican fechas para el cumplimiento de una actividad, estas deberán ser consideradas en la evaluación de la implementación. Las acciones que no contienen plazos deberán ser evaluadas considerando un plazo máximo de 5 años, desde el inicio de implementación del PEGH.
6. Se deberán realizar consultas públicas a la ciudadanía y funcionarios públicos, que evalúen la calidad de la implementación del PEGH, incluyendo una valoración de los estudios obtenidos y de las brechas encontradas en su ejecución y sus resultados.
7. En el caso de las acciones relacionadas con infraestructura o soluciones basadas en la Naturaleza, deberá publicarse la planificación de su implementación e ir informando cada hito del proceso hasta la ejecución del 100% de esta.

Se propone poner especial énfasis en la cercanía con la comunidad y los usuarios del agua, quienes son los principales beneficiarios del PEGH de la cuenca del río Yelcho, y quienes tienen un conocimiento del comportamiento histórico de la cuenca y le otorgan gran valor a la riqueza de la misma. Para ello se resalta el posible rol de las municipalidades a través de las Oficinas de recursos hídricos que se proponen como acción SbG-02, que pueden cumplir un rol de seguimiento y monitoreo de la implementación del PEGH, manteniendo informado a los actores locales y manteniendo un vínculo directo con la mesa hídrica o posible consejo de cuenca que se conforme en el marco del presente PEGH o del futuro PERH.

10. ASPECTOS NORMATIVOS

El Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca del río Yelcho se conceptualiza teniendo en consideración como principales cuerpos normativos a: la modificación al Código de Aguas a través de la Ley 21.435, de abril de 2022 (en adelante, CA); y, la Ley Marco de Cambio Climático, Ley 21.455 de junio de 2022 (en adelante, LMCC).

Las modificaciones al CA vienen a enfatizar nuevas prioridades para la gobernanza del agua. En efecto, prioriza el derecho humano al agua y saneamiento y el consumo humano para subsistencia, buscando asegurar el derecho humano de acceso al agua. Para ello establece un conjunto de herramientas y definiciones, como por ejemplo pone a disposición la posibilidad de reservar aguas para así poder satisfacer la función de subsistencia o para la preservación ecosistémica; fortalece la calidad de las aguas como bien nacional de uso público, explicitando que su uso y dominio pertenece a todos los habitantes de la nación. Una segunda prioridad es la preservación ecosistémica, donde establece la misión de velar por la armonía y el equilibrio entre la función de preservación ecosistémica y la función productiva que cumplen las aguas; promueve el equilibrio entre eficiencia y seguridad en los usos productivos de las aguas; y refuerza el concepto de sustentabilidad tanto para las aguas superficiales, como las aguas subterráneas.

El CA también prioriza la producción sostenible y la eficiencia hídrica, por lo que establece desarrollar un nuevo reglamento del Catastro Público de Aguas (CPA) para disponer de toda la información de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) y el uso de las aguas, para asegurar transparencia, accesibilidad y disponibilidad. Aspecto de gran relevancia al momento de intentar realizar un diagnóstico a nivel de cuenca. Así mismo, una cuarta prioridad del CA se refiere a la gestión territorial de los recursos hídricos desde la particularidad de las regiones y cuencas, lo que viene a promover la inversión y gestión territorial desde lo local, y promueve la formación y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de aguas. Todos los elementos hasta ahora mencionados entregan una plataforma para la facilitación de la gestión de los recursos hídricos, y en particular en su artículo 293 bis establece que cada cuenca del país deberá contar con un Plan Estratégico de Recursos Hídricos (en adelante PERH), tendiente a propiciar la seguridad hídrica en el contexto de las restricciones asociadas a cambio climático, el cual será público.

Para comprender qué se entiende como seguridad hídrica, toma relevancia la Ley Marco de Cambio Climático, en cuyo artículo 3° define seguridad hídrica como la posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación. Considerando esta definición, el presente PEGH se ha estructurado en ejes de seguridad hídrico que se desprenden de la comprensión de este alcance, donde se consideran los 4 ejes expuestos en la sección 6.1.

El mismo cuerpo legal, el Artículo 13, viene a fortalecer la exigencia de Planes Estratégicos de Recursos Hídricos por cuenca para todo el país, indicando como responsable para su elaboración al MOP, y corresponsable al Ministerio de Agricultura, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Ministerio de Relaciones Exteriores y en particular con la participación de las respectivas Comisiones Regionales de Cambio Climático (CORECC) que son dirigidas por los respectivos GORE de cada región y donde participan distintos Seremis de cada región, incluyendo representantes de las municipalidades. Con la corresponsabilidad del diseño de los PERH a nivel local, se puede comprender la relevancia que se le otorgará a los actores de nivel subnacional (regional y comunal) para la gobernanza del agua. Lo que se encuentra en proceso de diseño a través del Comité Interministerial de Transición Hídrica Justa, con la actual discusión para la conformación de Consejo de Cuenas.

La LMCC define que los PERH tienen por objeto contribuir con la gestión hídrica, identificar las brechas hídricas de agua superficial y subterránea, establecer el balance hídrico y sus proyecciones, diagnosticar el estado de información sobre cantidad, calidad, infraestructura e instituciones que intervienen en el proceso de toma de decisiones respecto al recurso hídrico y proponer un conjunto de acciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático sobre el recurso hídrico. Con este alcance y contenidos mínimos del PERH, se espera que el levantamiento, análisis, modelaciones, diagnóstico y propuesta de acciones del presente PEGH, sean un insumo importante para el futuro PERH de la cuenca del río Yelcho.

Además del marco normativo general hasta ahora expuesto, se debe tener a la vista aquellas normativas condicionantes para la implementación del portafolio de acciones del presente PEGH. A continuación, se discute brevemente para temáticas principales del presente PEGH:

- Estudios para el apoyo a la toma de decisiones. Al considerar estudios, el ejecutor no requiere autorización de otros organismos públicos, sino que requiere coordinarse para evitar duplicidad de gasto público. Los estudios de todas maneras deben desarrollarse respetando la normativa relacionada, como pueden ser "Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos", la Ley de Humedales Urbanos (Ley 21.202/2020), además de otras Resoluciones y/o Decretos vigentes y asociados con el portafolio de acciones.
- Red hidrométrica DGA. La DGA tiene la misión estratégica y las facultades para planificar, diseñar, implementar y hacer mantención de la red hidrométrica, bajo el marco normativo establecido en el "Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos", además de otras Resoluciones y/o Decretos asociados. No obstante, se debe tener en consideración algunas limitantes, como son la servidumbre para el acceso e instalación de la infraestructura necesaria.

- Asistencia técnica para los SSR. El Agua Potable Rural pasan a ser Servicios Sanitarios Rurales (SSR) conforme a lo establecido en la Ley N° 20.998 que entró en vigencia el año 2020. La ley reconoce a las organizaciones sociales como los operadores y administradores de los servicios sanitarios en su territorio y establece el rol del Estado como proveedor de la infraestructura, ejecutando obras para servicios existentes y nuevos. Esta transición requiere un SSR robusto y con capacidad de gestión frente al Estado, lo que debe tenerse en consideración al momento de diseñar en detalle la acción relacionada.

Existe una serie de otros cuerpos normativos que son aplicables a cada una de las acciones, no obstante, en los párrafos previos se resaltan los elementos claves asociados a las principales acciones del presente PEGH. En particular, en el proceso de transición del PEGH al PERH, se espera que se implemente algunas acciones de corto plazo del presente documento. En particular, se espera un avance en la conformación de la gobernanza local, basado en la Mesa del Agua que puede sentar las bases para el posible futuro Consejo de Cuenca.

