



Gobierno
de Chile

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

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE ACONCAGUA

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA (UTP HIDRICA - ERIDANUS)

S.I.T. N° 464

Santiago, noviembre 2020

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme

Director General de Aguas
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil

Jefe División de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Mauricio Lorca Miranda

Inspectora Fiscal
Ingeniera Agrícola Pamela García Serrano

Inspector Fiscal Subrogante
Geógrafo Paul Dourojeanni Schlotfeldt

Inspector Fiscal Subrogante (S)
Ingeniero Civil Héctor Neira Opazo

UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA INGENIEROS
CONSULTORES LTDA (UTP HIDRICA - ERIDANUS)

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Félix Pérez Soto

Profesionales Equipo Especialistas
Ingeniera Agrónomo Irene Bernaus L.
Ingeniero Civil José Castillo V.
Ingeniera Civil Maricel Gibbs R.
Antropóloga Francis Villagrán A.
Cartógrafo Salomón Vielma P.
Ingeniero Civil Mauricio Cartes V.
Ingeniero Civil Felipe Orellana M.

Profesionales Equipo Complementario
Ingeniero Civil Julio Faúndes S.
Ingeniero Civil Rodrigo Meza L.
Ingeniero Constructor Juan Carlos Ravanales S.
Ingeniera Civil Camila Matta L.
Psicóloga Sigrid Huenchuñir
Ingeniero Ambiental Matías Faúndes S.
Ingeniero Civil Eduardo Rubio A.
Ingeniero Civil Sergio Duarte M.
Ingeniero Civil Darío Vargas G.
Ingeniero Civil Matías Bravo Y.
Geógrafo Ignacio Aguirre B.
Ingeniera Civil Rossana Escanilla M.
Analista en Computación Científica Félix Pérez M.

CONTENIDO

CONTENIDO	i
TABLAS	v
FIGURAS	xi
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA	5
2.1 DIMENSIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA	5
2.1.1 Geomorfología	5
2.1.2 Geología	7
2.1.3 Suelos	9
2.1.4 Drenaje	9
2.1.5 División político-administrativa	10
2.1.6 Actividad económica	11
2.2 CLIMA	14
2.2.1 Caracterización climática	14
2.2.2 Eventos extremos y variabilidad climática	16
2.2.3 Escenarios de cambio climático	24
2.3 DIMENSIÓN AMBIENTAL	25
2.3.1 Unidades ecosistémicas	25
2.3.2 Glaciares	32
2.4 INFRAESTRUCTURA	32
2.4.1 Obras hidráulicas	32
2.4.2 Red hidrométrica	42
2.5 NUEVAS FUENTES EXISTENTES	45
2.5.1 Recarga artificial de acuíferos	45
2.6 GOBERNANZA DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA	46
2.6.1 Mapa de actores	46
2.6.2 Síntesis de las reuniones PAC	58
2.6.3 Brechas de coordinación	61
2.6.4 Brechas de información	85
CAPÍTULO 3 DEMANDA FÍSICA Y LEGAL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA DIFERENTES USOS	92
3.1 USO HUMANO	92
3.1.1 Agua potable urbana, actual y proyectada	92

3.1.2	Agua potable rural, actual y proyectada	97
3.1.3	Derechos de agua para uso humano	99
3.2	NECESIDADES MÍNIMAS AMBIENTALES	99
3.2.1	Consideración de sistemas protegidos	99
3.2.2	Derechos de agua para el medio ambiente: caudales ecológicos	101
3.3	DEMANDA AGRÍCOLA	102
3.3.1	Zonas de riego modeladas	103
3.3.2	Cultivos modelados, kc y evapotranspiraciones netas	105
3.3.3	Ineficiencia de métodos de riego	106
3.4	DEMANDA MINERA	106
3.4.1	Demanda del sector minero	106
3.4.2	Derechos de agua para la minería	106
3.5	DEMANDA INDUSTRIAL	107
3.5.1	Demanda del sector industrial	107
3.5.2	Derechos de agua para la industria	107
3.6	OTRAS DEMANDAS	108
3.6.1	Demanda del sector pecuario	108
3.6.2	Demanda por generación eléctrica	108
3.6.3	Demanda por uso turístico	109
3.7	RESUMEN DE DEMANDAS	109
3.8	MERCADO DE AGUAS	114
3.8.1	Evolución histórica	114
3.8.2	Valor del agua	115
CAPÍTULO 4	OFERTA HÍDRICA	119
4.1	AGUA SUPERFICIAL	119
4.1.1	Fuentes superficiales	119
4.1.2	Oferta en la fuente	133
4.1.3	Oferta en la fuente proyectada	134
4.1.4	Calidad actual	136
4.1.5	Fuentes de contaminación	145
4.1.6	Derechos concedidos	146
4.2	AGUA SUBTERRÁNEA	150
4.2.1	Fuentes subterráneas	150
4.2.2	Stock, recarga y niveles	157
4.2.3	Estadística de parámetros de calidad	160
4.2.4	Fuentes de contaminación	166
4.2.5	Derechos concedidos	173
4.3	GLACIARES	176
4.3.1	Glaciares	176
CAPÍTULO 5	BALANCE DE AGUA	180
5.1	MODELO DE SIMULACIÓN	180
5.1.1	Situación actual	180
5.1.2	Situación proyectada	189

5.2	BRECHAS	191
5.2.1	Resultados de Escenario Cambio Climático Seleccionado	191
5.2.1	Resultados Escenario 1: Caso Base	192
5.3	SUSTENTABILIDAD	198
5.3.1	Oferta Hídrica Sustentable Superficial	198
5.3.2	Sustentabilidad de Sectores Acuíferos DGA	204
5.4	ESCENARIOS DE GESTIÓN ESPECÍFICOS	207
5.4.1	Escenario 2	207
5.4.2	Escenario 3	224
CAPÍTULO 6 ACCIONES		236
6.1	OBRAS HIDRÁULICAS	238
6.1.1	Obras mayores	238
6.1.2	Obras menores	250
6.1.3	Tecnificación y revestimientos	280
6.2	MEDIDAS DE GESTIÓN	290
6.2.1	Gobernanza	290
6.2.2	Constitución de reservas	296
6.2.3	Sistemas de Información	299
6.2.4	Capital humano	312
6.2.5	Fortalecimiento y Formalización de las Organizaciones de Usuarios	315
6.2.6	Tecnologías habilitantes	322
6.2.7	Fortalecimiento de Organizaciones Comunitarias	332
6.3	NUEVAS FUENTES DE AGUA	335
6.3.1	Recarga de acuíferos	335
6.3.2	Desalinización	346
6.3.3	Uso aguas servidas tratadas	349
6.4	OTRAS MEDIDAS	352
6.4.1	Conocimiento e investigación glaciológica	353
6.4.2	Plan de Manejo de Cauces	356
6.4.3	Proyectos de ingeniería de saneamiento rural	359
CAPÍTULO 7 CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS		362
7.1	SÍNTESIS DE LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	362
7.2	EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS	369
7.2.1	Evaluación Económica	369
7.2.2	Evaluación Social	372
7.2.3	Evaluación Ambiental	374
7.2.4	Priorización de las medidas según líneas de acción	376
7.3	VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA	380
7.3.1	Acciones según ejecutor o mandante DGA	380
7.3.2	Acciones ejecutadas por otras instituciones	381
7.3.3	Distribución de costos por actores	382
7.4	CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES	384

CAPÍTULO 8	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	386
8.1	HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	386
8.1.1	Estructura del Plan de Gestión	386
8.1.2	Corto plazo	386
8.1.3	Mediano plazo	387
8.1.4	Largo plazo	388
8.2	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	389
8.2.1	Aspectos institucionales	389
8.2.2	Aspectos de cultura del agua	390
8.2.3	Aspectos de financiamiento	392
8.2.4	Aspectos normativos	394
8.2.5	Pasos en la implementación	395
8.3	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN	399
8.3.1	Comunicación y difusión durante el desarrollo del estudio	399
8.3.2	Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores	399
8.4	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN	400
CAPÍTULO 9	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	401
9.1	PLAN MONITOREO	401
9.1.1	Indicadores de evaluación de las iniciativas	402
9.1.2	Indicadores del PEGH	402
9.1.3	Seguimiento	402
9.2	MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES	404

ANEXOS

ANEXO A	ABREVIACIONES
ANEXO B	REFERENCIAS
ANEXO C	GLOSARIO
ANEXO D	FIGURAS
ANEXO E	ANTECEDENTES RECOPIADOS
ANEXO F	ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL PLAN DE CUENCAS
ANEXO G	SIG
ANEXO H	MODELO HIDROLÓGICO
ANEXO I	DETALLE ACTIVIDADES PAC
ANEXO J	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LA CUENCA Y SU DIAGNÓSTICO
ANEXO K	LISTADO Y EVALUACIÓN DE INICIATIVAS

TABLAS

Tabla 2.1-1	Superficie de la cuenca del río Aconcagua respecto a comunas	11
Tabla 2.1-2	Superficies de riego en la cuenca del río Aconcagua - Censo Agropecuario año 2007	13
Tabla 2.2-1	Estadísticos de precipitación anual para el periodo histórico y 4 MCGs ..	20
Tabla 2.2-2	Estadísticos de temperatura anual para el periodo histórico y 4 MCGs...	22
Tabla 2.2-3	Estadísticos de caudales anuales simulados para el periodo histórico y 4 MCGs	24
Tabla 2.3-1	Ecosistemas terrestres zonales de la cuenca del río Aconcagua	25
Tabla 2.3-2	Ecosistemas acuáticos continentales en la cuenca del río Aconcagua	26
Tabla 2.3-3	Estructura y funcionamiento ecotipos en función de la morfología del cuerpo de agua.....	26
Tabla 2.3-4	Flora acuática de la cuenca del río Aconcagua	27
Tabla 2.3-5	Fauna acuática de la cuenca del río Aconcagua.....	28
Tabla 2.3-6	Áreas de conservación de la cuenca del río Aconcagua	29
Tabla 2.4-1	Registro de embalses en la cuenca del río Aconcagua.....	32
Tabla 2.4-2	Registro de centrales hidroeléctricas (de pasada) en la cuenca del río Aconcagua	33
Tabla 2.4-3	Características técnicas del embalse Chacrillas	35
Tabla 2.4-4	Registro de bocatomas en la cuenca del río Aconcagua.....	36
Tabla 2.4-5	Registro de canales en la cuenca del río Aconcagua	36
Tabla 2.4-6	Embalses y tranques de riego.....	37
Tabla 2.4-7	Territorio operacional de concesionarias de agua potable urbana en la cuenca del río Aconcagua	38
Tabla 2.4-8	Registro de PTAS en la cuenca del río Aconcagua.....	38
Tabla 2.4-9	Sistemas APR en la cuenca del río Aconcagua	39
Tabla 2.4-10	Pozos de extracción en la cuenca del río Aconcagua	40
Tabla 2.4-11	Registro de estaciones de control DGA en la cuenca del río Aconcagua..	42
Tabla 2.6-1	Actores relevantes convocados a PAC - Cuenca del río Aconcagua.....	49
Tabla 2.6-2	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.1 del Plan de Acción	58
Tabla 2.6-3	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.2 del Plan de Acción	58
Tabla 2.6-4	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.3 del Plan de Acción	59
Tabla 2.6-5	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.4 del Plan de Acción	59
Tabla 2.6-6	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 2.1 del Plan de Acción	59
Tabla 2.6-7	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 3.1 del Plan de Acción	60
Tabla 2.6-8	Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 4.2 del Plan de Acción	61
Tabla 2.6-9	Juntas de Vigilancia en la cuenca del río Aconcagua	61

Tabla 2.6-10	Asociaciones de Canalistas en la cuenca del río Aconcagua.....	62
Tabla 2.6-11	Comunidades de Agua superficiales en la cuenca del río Aconcagua.....	62
Tabla 2.6-12	DAA con características esenciales de perfeccionamiento faltantes	87
Tabla 2.6-13	Número de transacciones y sus características no indicadas según naturaleza del agua, años 2015-2019	87
Tabla 3.1-1	Densidad y población residente en la cuenca del río Aconcagua	93
Tabla 3.1-2	Demanda hídrica APU actual y futura	96
Tabla 3.1-3	Pérdidas por distribución en localidades abastecidas	97
Tabla 3.1-4	Población abastecida por sistema APR actual y futura.....	97
Tabla 3.1-5	Demanda hídrica APR actual y futura por provincia	98
Tabla 3.1-6	Demanda hídrica APR actual y futura por SHAC	98
Tabla 3.1-7	Promedio de pérdidas por provincia	99
Tabla 3.1-8	Extracciones destinadas a agua potable, en m ³ /s.....	99
Tabla 3.2-1	Caudal de reserva para protección ambiental (m ³ /s) en “Río Juncal en Juncal”	99
Tabla 3.2-2	Caudal de reserva para protección ambiental (m ³ /s) en “Río Blanco en río Blanco”	100
Tabla 3.2-3	Caudales ecológicos en la cuenca del río Aconcagua.....	102
Tabla 3.3-1	Zonas de riego modeladas.....	103
Tabla 3.3-2	Agrupación de cultivos modelados	105
Tabla 3.3-3	Evapotranspiración neta en zonas de riego, en m ³ /s.....	106
Tabla 3.3-4	Ineficiencia de método de riego por zona agrupada.....	106
Tabla 3.4-1	Demanda hídrica minera actual y futura	106
Tabla 3.4-2	Extracciones destinadas a la minería, en m ³ /s.....	107
Tabla 3.5-1	Demanda hídrica industrial actual y futura.....	107
Tabla 3.5-2	Extracciones destinadas a la industria, en m ³ /s	107
Tabla 3.6-1	Demanda hídrica pecuaria actual y futura por sector	108
Tabla 3.6-2	Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca	108
Tabla 3.6-3	Demanda hídrica eléctrica actual y futura	109
Tabla 3.7-1	Resumen de demandas de la cuenca del río Aconcagua	110
Tabla 3.8-1	Transacciones según naturaleza del agua, años 1953-2019.....	114
Tabla 3.8-2	Aplicación incremental de criterios de depuración	116
Tabla 3.8-3	Transacciones depuradas	116
Tabla 3.8-4	Transacciones por unidad de mercado.....	117
Tabla 3.8-5	Resultados valor de aguas subterráneas.....	117
Tabla 3.8-6	Resultados valor de aguas superficiales.....	118
Tabla 4.1-1	Regímenes y caudales promedio histórico en la cuenca del río Aconcagua	120
Tabla 4.1-2	División administrativa de la cuenca del río Aconcagua	122
Tabla 4.1-3	Declaración de agotamiento en la cuenca del río Aconcagua.....	124
Tabla 4.1-4	Total solicitudes y caudal aprobado por comuna	130
Tabla 4.1-5	Total solicitudes autorizadas y caudal aprobado por comuna	130
Tabla 4.1-6	Total solicitudes aprobadas por rubro.....	131
Tabla 4.1-7	Caudal en m ³ /s, a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones y probabilidades de excedencia, periodo 1991-2019	133

Tabla 4.1-8	Caudal en m ³ /s, a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones y probabilidades de excedencia, periodo 2019-2050	135
Tabla 4.1-9	Registro de estaciones de control de calidad de agua analizadas en la cuenca del río Aconcagua	137
Tabla 4.1-10	Fuentes de captación superficial en sector alto de la cuenca río Aconcagua	144
Tabla 4.1-11	Fuentes de captación superficial en sector medio y bajo de la cuenca río Aconcagua	145
Tabla 4.1-12	Equivalencias entre l/s y "acciones"	146
Tabla 4.1-13	DAA otorgados y Caudal medio otorgado	146
Tabla 4.1-14	DAA otorgados y caudal otorgado según tipo de solicitud	147
Tabla 4.1-15	DAA otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA	147
Tabla 4.1-16	Total de DAA georreferenciados y no georreferenciados	148
Tabla 4.2-1	SHAC en el acuífero de Aconcagua	153
Tabla 4.2-2	Áreas de restricción y zonas de prohibición en el acuífero del río Aconcagua	156
Tabla 4.2-3	Entradas Promedio 1991-2019 Modelo Acoplado	158
Tabla 4.2-4	Fuentes de captación subterránea en sector alto de la cuenca río Aconcagua	162
Tabla 4.2-5	Fuentes de captación subterránea en sector medio de la cuenca río Aconcagua	163
Tabla 4.2-6	Fuentes de captación agua cruda en sector bajo de la cuenca río Aconcagua	163
Tabla 4.2-7	Índice de Calidad por pozo APR de acuífero Aconcagua, año 2015	165
Tabla 4.2-8	Índice de Calidad por pozo APR de acuífero Aconcagua, años 2015-2018 .	166
Tabla 4.2-9	Depósitos de relave, según estado, en la cuenca del río Aconcagua	169
Tabla 4.2-10	Problemas, causas primarias y secundarias de la disminución de la calidad de las aguas en la cuenca del río Aconcagua	172
Tabla 4.2-11	DAA otorgados y Caudal otorgado	173
Tabla 4.2-12	DAA otorgados y caudal otorgado según tipo de solicitud	173
Tabla 4.2-13	DAA y caudal otorgado según Tipo de DAA y Ejercicio del DAA	174
Tabla 4.2-14	Total de DAA georreferenciados y no georreferenciados	174
Tabla 4.3-1	Tipología y número de glaciares en la cuenca del río Aconcagua	176
Tabla 4.3-2	Glaciares de mayor superficie	177
Tabla 5.1-1	Indicadores de Calidad de Calibración para el periodo histórico (1991 - 2019) en las estaciones fluviométricas de la DGA consideradas	181
Tabla 5.1-2	Balance hidrogeológico (1991-2019) calibrado para la zona del sistema acoplada	187
Tabla 5.1-3	Escenarios de cambio climático modelados	189
Tabla 5.1-4	Descripción Escenario 1, Caso Base	190
Tabla 5.2-1	Escenario Cambio Climático, Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050.	191
Tabla 5.2-2	Escenario Caso Base (E1), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050 ...	192
Tabla 5.3-1	Caudales ecológicos para las cuencas analizadas	201
Tabla 5.3-2	Oferta hídrica 1ª Sección (m ³ /s)	201
Tabla 5.3-3	Oferta hídrica Sección Putaendo (m ³ /s)	202

Tabla 5.3-4	Oferta Hídrica 2ª Sección (m³/s)	202
Tabla 5.3-5	Oferta Hídrica 3ª Sección (m³/s)	203
Tabla 5.3-6	Oferta Hídrica 4ª Sección (m³/s)	203
Tabla 5.3-7	Descripción modelo considerado para sustentabilidad sectores acuíferos	204
Tabla 5.3-8	Condicion Actual SHACs Aconcagua	205
Tabla 5.3-9	Criterio 1 Cuenca río Aconcagua.....	205
Tabla 5.3-10	Criterio 2 Cuenca río Aconcagua.....	206
Tabla 5.3-11	Criterio 3 Cuenca río Aconcagua.....	206
Tabla 5.4-1	Escenario Gestión 2 (E2), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050.....	208
Tabla 5.4-2	Sitios de Recarga considerados en E3	225
Tabla 5.4-3	Escenario Gestión 3 (E3), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050.....	227
Tabla 5.4-4	Variación de flujos en los SHAC´s (E3-E1) asociados a las plantas de recarga de acuífero. Periodo 2020-2050	230
Tabla 6.1-1	Iniciativas públicas relativas a obras mayores de acumulación.....	239
Tabla 6.1-2	Iniciativas Plan Aconcagua del MOP (agosto 2020).....	240
Tabla 6.1-3	Embalses propuestos en la segunda sección del río Aconcagua	241
Tabla 6.1-4	Embalses propuestos en la tercera sección del río Aconcagua	242
Tabla 6.1-5	Ficha resumen Acción N°: OH-01	245
Tabla 6.1-6	Ficha resumen Acción N°: OH-02	247
Tabla 6.1-7	Ficha resumen Acción N°: OH-03	249
Tabla 6.1-8	Iniciativas relativas a mejoras en bocatomas propuestas en el Plan de Riego	250
Tabla 6.1-9	Iniciativas relativas a embalses y tranques de riego menores propuestas en el Plan de Riego	252
Tabla 6.1-10	Costo de obras seleccionadas Ley 18.450 distribuido por comunas, periodo 2017-2020.....	253
Tabla 6.1-11	Resumen fuentes ESVAL (captaciones).....	254
Tabla 6.1-12	Resumen fuentes ESVAL (sistemas).....	254
Tabla 6.1-13	Comunas con mayor volumen de pérdidas.....	255
Tabla 6.1-14	Comunas con mayor porcentaje de pérdidas	255
Tabla 6.1-15	Sistemas APR concesionados abastecidos por camiones aljibes y su estado de abastecimiento.....	258
Tabla 6.1-16	Priorización para saneamiento de Sistemas APR de acuerdo a Plan de Inversión para Saneamiento	260
Tabla 6.1-17	Iniciativas públicas relativas a obras de riego.....	262
Tabla 6.1-18	Iniciativas públicas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales	264
Tabla 6.1-19	Iniciativas públicas relativas a defensa fluvial.....	267
Tabla 6.1-20	Cronograma de obras ESVAL - Sistema Gran Valparaíso	269
Tabla 6.1-21	Cronograma de obras ESVAL - Sistema La Calera	269
Tabla 6.1-22	Cronograma de obras ESVAL - Sistema Putaendo	270
Tabla 6.1-23	Cronograma de obras ESVAL - Sistema Catemu	271
Tabla 6.1-24	Cronograma de obras ESVAL - Sistema Almendral-Chepical	271
Tabla 6.1-25	Ficha resumen Acción N°: OH-05	273
Tabla 6.1-26	Ficha resumen Acción N°: OH-06	275
Tabla 6.1-27	Ficha resumen Acción N°: OH-07	277

Tabla 6.1-28	Ficha resumen Acción N°: OH-08	279
Tabla 6.1-29	Estimación de la eficiencia de aplicación de riego, por sector	281
Tabla 6.1-30	Canales revisados en diagnóstico del Plan de Riego.....	283
Tabla 6.1-31	Porcentaje de canales revestidos, según tramo de la cuenca del río Aconcagua, a partir del Plan de Riego	285
Tabla 6.1-32	Iniciativas de revestimiento de canales propuestas en el Plan de Riego.....	285
Tabla 6.1-33	Costo de obras seleccionadas Ley N° 18.450 distribuido por comunas, periodo 2017-2020	286
Tabla 6.1-34	Ficha resumen Acción N°: OH-04	289
Tabla 6.2-1	Iniciativas públicas para mejoras en gobernanza	292
Tabla 6.2-2	Ficha resumen Acción N°: MG-01	295
Tabla 6.2-3	Volúmenes de disponible para DAA provisionales en los SHAC de la cuenca del río Aconcagua	297
Tabla 6.2-4	Cálculo de volumen de reserva en SHAC de cuenca del río Aconcagua	298
Tabla 6.2-5	Ubicación tentativa para nuevos pozos.....	300
Tabla 6.2-6	Resumen de mejoras propuestas de la Red Hidrométrica DGA	304
Tabla 6.2-7	Ficha resumen Acción N°: MG-05	307
Tabla 6.2-8	Ficha resumen Acción N°: MG-06	309
Tabla 6.2-9	Ficha resumen Acción N°: MG-08	311
Tabla 6.2-10	Ficha resumen Acción N°: MG-07	314
Tabla 6.2-11	Iniciativas públicas para mejoras en fortalecimiento y formalización de OUAs	316
Tabla 6.2-12	Ficha resumen Acción N°: MG-04	321
Tabla 6.2-13	Compuertas automáticas y puntos de automatización.....	322
Tabla 6.2-14	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Hijuelas, La Calera, Nogales, Quillota	324
Tabla 6.2-15	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Limache, Olmué, Villa Alemana	325
Tabla 6.2-16	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Catemu, Llay Llay, Panquehue, Putaendo, San Felipe y Santa María	326
Tabla 6.2-17	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Calle Larga, Los Andes, San Esteban.....	327
Tabla 6.2-18	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Quintero y Concón.....	328
Tabla 6.2-19	Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comuna de Rinconada ..	329
Tabla 6.2-20	Ficha resumen Acción N°: MG-02	331
Tabla 6.2-21	Ficha resumen Acción N°: MG-03	334
Tabla 6.3-1	Resumen de características de la recarga artificial de acuífero (Llay Llay).	336
Tabla 6.3-2	Iniciativas públicas de recarga de acuíferos.....	337
Tabla 6.3-3	Resumen de características de la recarga artificial de acuífero (La Cruz y Putaendo).....	338
Tabla 6.3-4	Zonas de interés Programa de Recarga	340
Tabla 6.3-5	Ficha resumen Acción N°: NF-01	343
Tabla 6.3-6	Ficha resumen Acción N°: NF-02	345
Tabla 6.3-7	Emisarios y volumen aproximado de descarga.....	350

Tabla 6.4-1	Ficha resumen Acción N°: OM-01	355
Tabla 6.4-2	Ficha resumen Acción N°: OM-02	358
Tabla 6.4-3	Ficha resumen Acción N°: OM-03	361
Tabla 7.1-1	Síntesis de acciones asociadas a Obras Hidráulicas (OH).....	362
Tabla 7.1-2	Síntesis de acciones asociadas a Medidas de Gestión (MG)	365
Tabla 7.1-3	Síntesis de acciones asociadas a Nuevas Fuentes de agua (NF).....	366
Tabla 7.1-4	Síntesis de acciones asociadas a Otras Medidas (OM)	367
Tabla 7.1-5	Identificación de iniciativas y su origen principal.....	367
Tabla 7.2-1	Resumen de evaluación económica de iniciativas	369
Tabla 7.2-2	Resumen evaluación económica por tipología de acciones	371
Tabla 7.2-3	Tabla relacional de evaluación social de iniciativas	373
Tabla 7.2-4	Indicador de evaluación ambiental según iniciativas.....	375
Tabla 7.2-5	Resultado de priorización de iniciativas	378
Tabla 7.3-1	Iniciativas ejecutadas por DGA.....	381
Tabla 7.3-2	Iniciativas ejecutadas por otras instituciones.....	381
Tabla 7.3-3	Distribución de costos según ejecutor: VAC y CAE [UF]	382
Tabla 8.4-1	Distribución de costos según mandante DGA u otros	400
Tabla 9.1-1	Distribución de iniciativas del PEGH según tipo de acción y horizonte de implementación	401
Tabla 9.1-2	Seguimiento del PEGH Aconcagua	403

FIGURAS

Figura 2.1-1	Mapa de elevaciones y unidades geomorfológicas de la cuenca del río Aconcagua6
Figura 2.1-2	Mapa geológico de la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)8
Figura 2.1-3	Diagrama unifilar de los cauces principales 10
Figura 2.2-1	Clasificación climática de la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.500.000) 15
Figura 2.2-2	Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas Quillota (5426004-0), Lliu Lliu Embalse (5427006-2) y Vilcuya (5410006-K)..... 16
Figura 2.2-3	Resumen de eventos más importantes, período: 1965-2018 17
Figura 2.2-4	Variación de eventos (comunales) más importantes en el tiempo, período 1965-2018..... 18
Figura 2.2-5	Precipitación anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra)19
Figura 2.2-6	Gráficos de caja para los valores anuales de precipitación para los 4 MCGs. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico..... 19
Figura 2.2-7	Distribución espacial de la precipitación en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho) 20
Figura 2.2-8	Temperatura media anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra) 21
Figura 2.2-9	Gráficos de caja para los valores anuales de temperatura para los 4MCG. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico..... 21
Figura 2.2-10	Distribución espacial de la temperatura en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho) 22
Figura 2.2-11	Caudal medio anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra)23
Figura 2.2-12	Gráficos de caja para los valores anuales de caudales para los 4 MCGs. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico..... 23
Figura 2.2-13	Distribución espacial de la escorrentía en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho) 24
Figura 2.3-1	Ecosistemas y áreas de conservación de la cuenca del río Aconcagua ... 31
Figura 2.4-1	Evolución histórica del volumen almacenado en el embalse Los Aromos 34
Figura 2.4-2	Evolución histórica del volumen almacenado en el embalse Chacrillas... 35
Figura 2.4-3	Infraestructura principal asociada al recurso hídrico en la cuenca del río Aconcagua 41
Figura 2.4-4	Red hidrométrica de la DGA: estaciones fluviométricas, nivel de pozos, glaciológicas y rutas de nieve 43

Figura 2.4-5	Red hidrométrica de la DGA: estaciones de calidad de aguas, meteorológicas y sedimentométricas	44
Figura 2.5-1	Vista aérea piscinas infiltración Llay Llay	45
Figura 2.6-1	Representación gráfica de actores en el territorio	47
Figura 2.6-2	Diagrama influencia/interés de actores relevantes en la cuenca	56
Figura 2.6-3	Diagrama influencia/interés para clasificar actores relevantes en la cuenca	57
Figura 2.6-4	Número de canales espacializados (SIIR) vinculados a Asociaciones de Canalistas en la cuenca del río Aconcagua	66
Figura 2.6-5	Número de canales espacializados (SIIR) asociados a Comunidades de Agua (CA) en la cuenca del río Aconcagua	67
Figura 2.6-6	Modelo de gobernanza de la Política de Sostenibilidad Hídrica.....	80
Figura 3.1-1	Proyección de la tasa de crecimiento poblacional en la región de Valparaíso, periodo 2018-2050	93
Figura 3.1-2	Población proyectada para la cuenca del río Aconcagua, periodo 2018 – 2050	94
Figura 3.1-3	Distribución de la población según abastecimiento de agua potable, años 2019, 2030 y 2050	95
Figura 3.2-1	Caudal de reserva para protección ambiental (m ³ /s) en “Río Juncal en Juncal”	100
Figura 3.2-2	Caudal de reserva para protección ambiental (m ³ /s) en “Río Blanco en río Blanco”	101
Figura 3.3-1	Zonas de riego modeladas.....	104
Figura 3.3-2	Coeficientes de cultivo para cada categoría.....	105
Figura 3.7-1	Distribución de demandas principales según uso.....	111
Figura 3.7-2	Distribución de las demandas consuntivas (año 2019) – Cuenca del río Aconcagua	112
Figura 3.7-3	Distribución de las demandas consuntivas (año 2030) – Cuenca del río Aconcagua	113
Figura 3.7-4	Distribución de las demandas consuntivas (año 2050) – Cuenca del río Aconcagua	113
Figura 3.8-1	Distribución anual del número de DAA transados, periodo 1953-2019.	115
Figura 4.1-1	Hidrografía de la cuenca del río Aconcagua	121
Figura 4.1-2	Cuenca y subcuencas del río Aconcagua	123
Figura 4.1-3	Zonas con diferentes grados de restricción al uso de agua en la cuenca del río Aconcagua	127
Figura 4.1-4	Distribución temporal y espacial de los decretos de escasez hídrica (2008-2020) en la cuenca del río Aconcagua	128
Figura 4.1-5	Decretos de escasez históricos por comuna, período 2008-2020	129
Figura 4.1-6	Ubicación geográfica de las solicitudes de extracción en la cuenca del río Aconcagua en el marco de los decretos de escasez hídrica	132
Figura 4.1-7	Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones, periodo 1991-2019	134
Figura 4.1-8	Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones, periodo 2019-2050	135
Figura 4.1-9	Estaciones de calidad empleadas en la caracterización de la calidad de las aguas.....	139

Figura 4.1-10	Gráfico de Cajas – As Total (mg/l)	141
Figura 4.1-11	Gráfico de Cajas – Cu Total (mg/l)	142
Figura 4.1-12	Gráfico de Cajas – SO ₄ ²⁻ (mg/l)	143
Figura 4.1-13	Gráfico de Cajas – CE (μS/cm)	143
Figura 4.1-14	Gráfico de Cajas – SDT (mg/l)	144
Figura 4.1-15	Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la cuenca del río Aconcagua	149
Figura 4.2-1	Mapa hidrogeológico en la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)	150
Figura 4.2-2	Leyenda de Mapa hidrogeológico en la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)	151
Figura 4.2-3	Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común	154
Figura 4.2-4	Evolución del volumen total del sistema subterráneo.....	157
Figura 4.2-5	Curvas Equipotenciales Modelo Acoplado Marzo 2019	159
Figura 4.2-6	Gráfico de Cajas – CE (μS/cm).....	161
Figura 4.2-7	Gráfico de Cajas – SDT (mg/l)	162
Figura 4.2-8	Resultados IC general río Aconcagua	164
Figura 4.2-9	Estado de la calidad de agua en la Red Hidrométrica DGA y pozos APR168	
Figura 4.2-10	Depósitos de relaves en la cuenca del río Aconcagua.....	170
Figura 4.2-11	Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la cuenca del río Aconcagua	175
Figura 4.3-1	Glaciares en la cuenca del río Aconcagua.....	179
Figura 5.1-1	Resultados Calibración Estación río Aconcagua en Chacabuquito	183
Figura 5.1-2	Resultados Calibración Estación río Aconcagua en Romeral	184
Figura 5.1-3	Resultados Calibración Embalse Aromos.....	185
Figura 5.1-4	Resultados Niveles simulados en la primera sección del Aconcagua (SF-01)	186
Figura 5.1-5	Resultados Niveles simulados en el sector de Quillota (QA-02)	186
Figura 5.1-6	Comportamiento de las variables asociadas al Acuífero 1 San Felipe, período 1991-2019	188
Figura 5.1-7	Comportamiento de las variables asociadas al Acuífero 2 Putaendo, período 1991-2019.....	188
Figura 5.2-1	Variación de los volúmenes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base	193
Figura 5.2-2	Variación de las componentes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base	193
Figura 5.2-3	Variación de las componentes para el SHAC Putaendo, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base	194
Figura 5.2-4	Variación de las componentes para el SHAC Panquehue, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base	194
Figura 5.2-5	Variación de las componentes para el SHAC Catemu, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base	195
Figura 5.2-6	Brecha Hídrica media mensual en el periodo 1991-2050. Escenario Caso Base. Izq: La Brecha en flujo por tipo de demanda. Der: Brecha Total más el valor medio de todo el período	196
Figura 5.2-7	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 1° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base.....	196

Figura 5.2-8	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 2° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base.....	197
Figura 5.2-9	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 3° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base.....	197
Figura 5.3-1	Curva de variación estacional para 1ª Sección en punto de control Aconcagua en San Felipe	198
Figura 5.3-2	Curva de variación estacional para Sección Putaendo en punto de control Resguardo Los Patos	199
Figura 5.3-3	Curva de variación estacional para 2ª Sección en punto de control Aconcagua en Romeral	199
Figura 5.3-4	Curva de variación estacional para 3ª Sección en punto de control Aconcagua en Puente Boco.....	200
Figura 5.3-5	Curva de variación estacional para 4ª Sección en punto de control Desembocadura.....	200
Figura 5.4-1	Pozos de extracción en construcción por el DPR-DOH. Cada pozo extrae 150 l/s. Escenario E2.....	207
Figura 5.4-2	Variación del volumen para el SHAC San Felipe, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	209
Figura 5.4-3	Variación del volumen en el SHAC Putaendo para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	210
Figura 5.4-4	Variación del volumen para el SHAC Panquehue, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	210
Figura 5.4-5	Variación del volumen para el SHAC Catemu, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	211
Figura 5.4-6	Variación del volumen para el SHAC Llay Llay, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	212
Figura 5.4-7	Variación de los volúmenes para el SHAC Nogales-Hijuelas, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	212
Figura 5.4-8	Variación de los volúmenes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	213
Figura 5.4-9	Variación de los volúmenes para el SHAC Aconcagua en Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	213
Figura 5.4-10	Variación de las componentes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	214
Figura 5.4-11	Variación de las componentes para el SHAC Putaendo, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	215
Figura 5.4-12	Variación de las componentes para el SHAC Panquehue, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	215
Figura 5.4-13	Variación de las componentes para el SHAC Catemu, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2.....	216
Figura 5.4-14	Variación de las componentes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	216
Figura 5.4-15	Variación de las componentes para el SHAC Nogales-Hijuelas, del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	217
Figura 5.4-16	Variación de las componentes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2.....	217

Figura 5.4-17	Variación de las componentes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2218	
Figura 5.4-18	Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-05, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050.....	219
Figura 5.4-19	Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-09, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050.....	220
Figura 5.4-20	Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-10, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050.....	220
Figura 5.4-21	Comparación de caudales simulados (E2 v/s E1) en río Aconcagua en San Felipe (m ³ /s). Periodo 2020-2050.....	221
Figura 5.4-22	Comparación de caudales simulados (E2 v/s E1) en río Aconcagua en Romeral en (m ³ /s). Periodo 2020-2050.....	221
Figura 5.4-23	Brecha Hídrica media mensual en el periodo 1991-2050. Escenario E2. Izq: La Brecha en flujo por tipo de demanda. Der: Brecha Total más el valor medio de todo el período.....	222
Figura 5.4-24	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 1° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2	223
Figura 5.4-25	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 2° sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2.....	223
Figura 5.4-26	Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 3° sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2.....	224
Figura 5.4-27	Plantas de Recarga de Acuíferos. Escenario E3. Sup: Planta Recarga La Cruz (Quillota). Med: Planta Recarga Llay-Llay (Llay-Llay). Inf: Planta Recarga Hijuelas (Hijuelas)	226
Figura 5.4-28	Variación de los Volúmenes para el SHAC Nogales Hijuelas, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3	228
Figura 5.4-29	Variación de los Volúmenes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3	228
Figura 5.4-30	Variación de los Volúmenes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3	229
Figura 5.4-31	Variación de los Volúmenes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3	229
Figura 5.4-32	Variación de las componentes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3.....	231
Figura 5.4-33	Variación de las componentes para el SHAC Nogales-Hijuelas, del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3.....	231
Figura 5.4-34	Variación de las componentes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3.....	232
Figura 5.4-35	Variación de las componentes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3232	
Figura 5.4-36	Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo LL-01, SHAC Llay-Llay. Periodo 2020-2050	233
Figura 5.4-37	Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo NH-07, SHAC Nogales-Hijuelas. Periodo 2020-2050.....	234
Figura 5.4-38	Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo QA-04, SHAC Quillota. Periodo 2020-2050	234

Figura 5.4-39	Comparación de caudales simulados (E3 v/s E1) en río Aconcagua en Romeral. Periodo 2020-2050	235
Figura 6.0-1	Diagrama de medidas analizadas	237
Figura 6.1-1	Proyecto conducción reversible Los Aromos-Concón	268
Figura 6.3-1	Ubicación piscinas de infiltración en el sector de Llay Llay	336
Figura 6.3-2	Ubicación propuesta piscinas de infiltración en el sector La Cruz	338
Figura 6.3-3	Ubicación propuesta piscinas de infiltración en el sector Las Achupallas (Putando).....	339
Figura 6.3-4	Localización de proyecto Aconcagua	347
Figura 6.3-5	Acueducto del proyecto Aconcagua.....	348
Figura 6.3-6	Trazado sistema de tratamiento y distribución de aguas residuales para el abastecimiento de la provincia de Quillota	351
Figura 7.1-1	Iniciativas asociadas a Obras Hidráulicas.....	364
Figura 7.2-1	VAC [UF] totales según línea de acción	371
Figura 7.2-2	CAE [UF] totales según línea de acción.....	372
Figura 7.2-3	Esquema de priorización de iniciativas	377
Figura 7.3-1	Distribución de VAC [UF] según institución	383
Figura 7.3-2	CAE [UF] según institución	383
Figura 7.4-1	Hoja de ruta del Plan de Acción.....	384
Figura 7.4-2	Hoja de ruta del Plan de Acción (continuación)	385
Figura 8.1-1	Distribución de iniciativas a corto plazo	387
Figura 8.1-2	Distribución de iniciativas a mediano plazo	388
Figura 8.1-3	Distribución de iniciativas a largo plazo	388
Figura 8.2-1	Esquema simplificado de los pasos de implementación del PEGH.....	397
Figura 8.2-2	Modelo de gobernanza del PEGH Aconcagua	398

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

La DGA como organismo del Estado de Chile encargado de promover la gestión y la administración del recurso hídrico, dentro de un marco de sustentabilidad, prevalencia del interés público y eficiencia en la asignación del recurso hídrico, se enfrenta al desafío que supone planificar el desarrollo de dicho recurso para las diversas demandas del país, el cual se encuentra en un escenario de escasez hídrica.

Un enfoque de cuenca como unidad de análisis, planificación y gestión es a menudo necesario para evitar el riesgo de un incremento de las externalidades negativas por un inadecuado manejo del agua (BMI, 2011). Asimismo, el cambio climático tiene y tendrá implicaciones sobre la disponibilidad del recurso hídrico, con inundaciones y sequías como fenómenos extremos frente a los cuales se deben proyectar medidas de intervención.

En Chile, igual que en muchas otras partes del mundo, los problemas relativos al recurso hídrico son complejos y cada vez con mayor repercusión debido a los múltiples objetivos a satisfacer y los efectos del cambio climático sobre los ciclos hidrológicos. Una muestra de esta realidad se refleja en el ranking global de estrés hídrico, donde el Instituto Mundial de Recursos (WRI, *World Resources Institute*), en su última actualización, situó a Chile en el lugar 18°, encabezando el grupo de países que presentan un alto riesgo de sufrir dicho fenómeno (WRI, 2019).

A pesar de que la DGA promovió el desarrollo de algunos instrumentos orientativos con fines de planificación hidrológica, los planes de cuenca, identificados como “planes directores” o “planes maestros”, en ocasiones a escala regional, no tienen carácter normativo y no han alcanzado el éxito esperado. Entre las razones de ello, la propia DGA vislumbra determinadas causas, como: a) un erróneo diseño del modelo de gobernanza; b) pérdida de interés en la aplicación del plan por parte de los usuarios, por falta de representatividad en sus reales necesidades, y c) falencia de información sobre la disponibilidad hídrica y de modelos hidrogeológicos que dificultan una correcta toma de decisiones.

En dichos planes, se enfatizó en la realización de un diagnóstico de la cuenca o región en aspectos hidrológicos, de infraestructura hidráulica y organizacional, para posteriormente formular iniciativas estructurales o no estructurales que solventaran las brechas identificadas. Paralelamente, desde otras instituciones públicas, y en ocasiones entidades privadas, también se han elaborado planificaciones sobre el recurso hídrico, atendiendo a los requerimientos específicos de los interesados a nivel local o sectorial.

Aún y así, no siempre se han alcanzado los objetivos que presentaban las iniciativas formuladas, dado el mapa cambiante de demandas de agua entre los diferentes actores y de disponibilidad de agua en el tiempo (sequías, inundaciones, etc.), derivando todo ello en una gestión ineficiente.

A su vez, la disociación histórica entre la gestión del agua superficial y subterránea en el país ha generado tensiones entre usuarios, especialmente en momentos críticos. Si bien se ha avanzado en integrar estos aspectos, el concepto de manejo conjunto de aguas superficiales y subterráneas en las propuestas de acciones en los instrumentos de planificación no ha sido relevante hasta estos últimos años, y esencialmente focalizado en cuencas del norte de Chile.

En este entorno de incertidumbre hidrológica, caracterizado por la escasez del recurso, una forma de evaluar y diseñar estrategias de planificación y gestión que resuelvan los problemas existentes consiste en la utilización de sistemas de soportes a la decisión (DSS por sus siglas en inglés, *Decision Support System*), mediante la aplicación de modelos de simulación, los cuales constituyen un excelente ejercicio de comprensión de la realidad. En los últimos tiempos se ha ido contando con determinados modelos de simulación hidrológica, pero sin disponer de ellos de forma generalizada en las principales cuencas del país, y no siempre considerando una integración de los modelos superficiales y subterráneos.

En este contexto, la DGA está promoviendo la elaboración de “Planes Estratégicos de Gestión Hídrica” (PEGH) en diferentes cuencas del país. Las novedades respecto a los instrumentos de planificación abordados anteriormente apuntan a subsanar los problemas identificados en anteriores estudios, principalmente por la incorporación de modelos hidrológicos superficiales-subterráneos. Esta contribución pone en valor la relación entre aguas superficiales y subterráneas, permitiendo además actualizaciones en el tiempo, aportando escenarios de enorme valía a los tomadores de decisión.

Consecuentemente a lo expuesto anteriormente, los PEGH debieran enfocarse en los lineamientos expuestos seguidamente, según lo establecido en las Bases Técnicas y la propia visión del Consultor sobre las brechas existentes en la materia:

- Los PEGH no pueden seguir con la conceptualización clásica de respuesta a problemas aislados mediante iniciativas puntuales y desvinculadas entre ellas, puesto que el recurso hídrico debe concebirse a nivel de cuenca y con una visión integrada de las aguas (superficial/subterránea), coherente y sustentable a largo plazo.
- En la medida de lo técnicamente posible, los PEGH deben apoyarse en la simulación de las acciones o iniciativas de mayor impacto que puedan representarse en un escenario de modelación hidrológica; las herramientas de modelación pueden aportar claridad sobre los resultados de la implantación de determinadas iniciativas de gestión, considerando los efectos del cambio climático.
- Los PEGH deben incluir participación de los diferentes actores de la institucionalidad vinculada con el agua, tanto públicos como privados. El éxito de las acciones establecidas en los planes reside tanto en su carácter técnico y económico como en su aceptación e implicación a escala social. Por tanto, sería beneficiosa la participación de los usuarios en la concretización de las ideas de gestión y tener conocimiento de la trascendencia de cada acción definida.

El resultado esperado para el PEGH en la cuenca de Aconcagua consiste en un portafolio de acciones a diferentes plazos (corto, mediano, largo) para la Dirección General de Aguas y de utilidad para los actores involucrados en dichas cuencas, considerando también en su formulación el apoyo brindado por el modelo hidrológico superficial – subterráneo y los escenarios de gestión analizados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general es proponer un plan estratégico para la cuenca del río Aconcagua, con la finalidad de conocer oferta y demanda actual de agua, establecer balance hídrico y sus proyecciones a los años 2030 y 2050, diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y proponer una cartera de acciones de DGA y de terceros público-privados, las cuales permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren su abastecimiento en cantidad y calidad.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos se enumeran y definen a continuación.

- **Objetivo 1:** Conocer el estado actual de la cuenca de Aconcagua en cuanto a oferta, demanda, balance de agua y sus respectivas herramientas de cálculo (modelos), control de extracciones, calidad físico-química de fuentes de aguas superficiales y subterráneas, gobernanza, y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, de glaciología y nieves.
- **Objetivo 2:** Construir el modelo superficial-subterráneo acoplado WEAP-MODFLOW actualizado de la cuenca del río Aconcagua a partir de los modelos superficial (WEAP) y subterráneo (Visual MODFLOW) existentes (1991-2019).
- **Objetivo 3:** Definir acciones para restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural y urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
- **Objetivo 4:** Diagnosticar el estado de la calidad de aguas de las fuentes superficiales y subterráneas, así como definir acciones para proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.
- **Objetivo 5:** Diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca del río Aconcagua (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares), analizando el estado de funcionamiento, la antigüedad y la confiabilidad de los sistemas en general.
- **Objetivo 6:** Identificar las brechas entre oferta y demanda de agua en distintos escenarios de cambio climático, sequía e inundaciones, estableciendo un portafolio de acciones estratégicas de gestión para reducirlas, generando un caso base y distintos escenarios para la evaluación.

- **Objetivo 7:** Entregar estrategias para mejorar la toma de decisiones mediante la utilización de modelos operativos de gestión, con escenarios de planificación a corto, mediano y largo plazo, y adaptativos en el tiempo.
- **Objetivo 8:** Entregar estrategias para promover y revitalizar la alianza público - privada, para incrementar cualitativamente la inversión requerida en infraestructura.

CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

En el presente capítulo se describen las principales características de la cuenca del río Aconcagua, tanto a nivel geográfico, como de aspectos político-administrativos, demográficos y relativos a su actividad económica. Asimismo, se recopilan las principales obras de infraestructura en materia hídrica existentes en la cuenca, con el fin de disponer de una visión del estado de inversión actual en diferentes ámbitos (embalses, obras de riego, agua potable, extracciones, red hidrométrica de la DGA).

2.1 DIMENSIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA

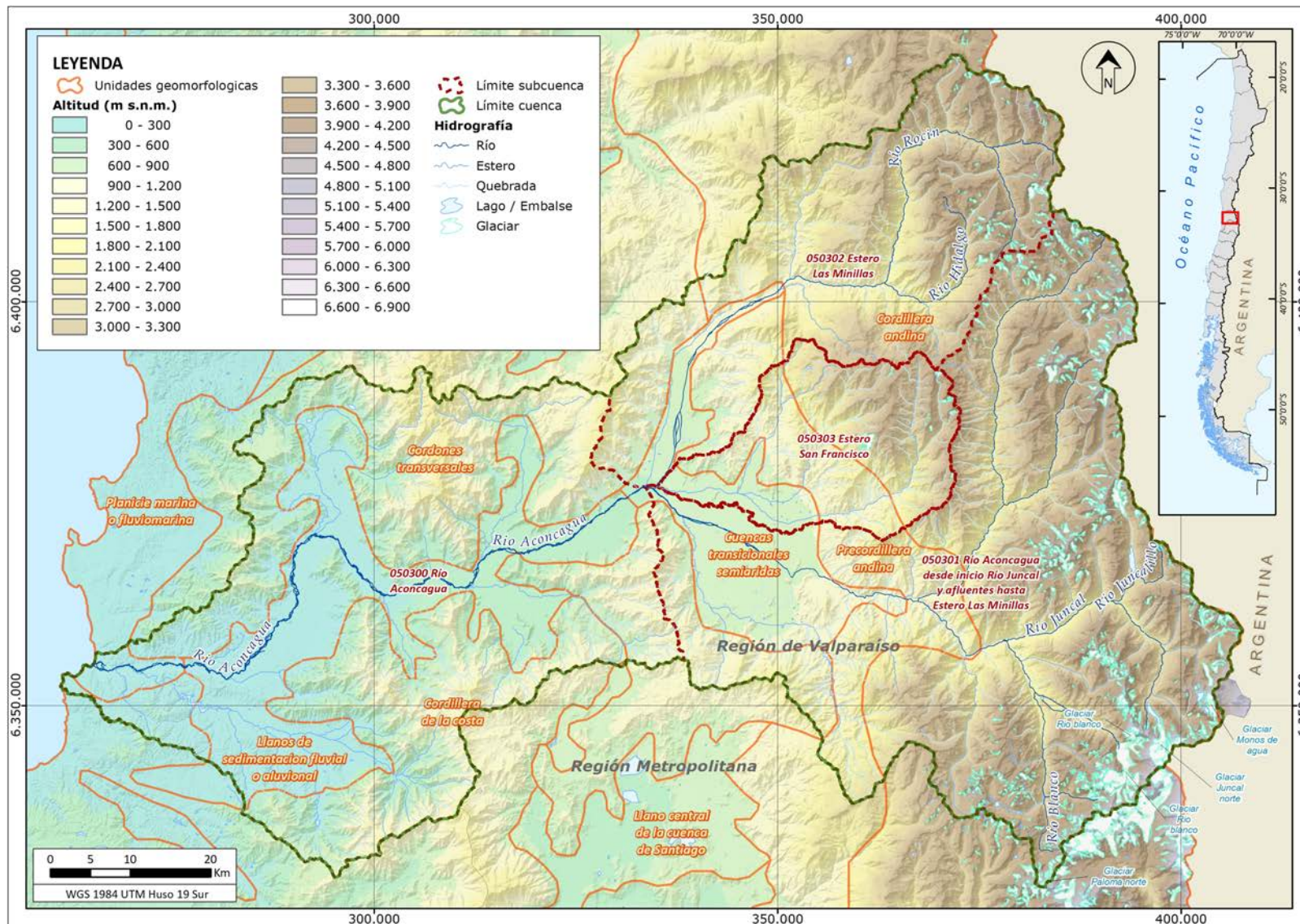
El objetivo del presente acápite es tener una visión general de la cuenca del río Aconcagua en términos geográficos, analizando aspectos relativos a su geomorfología y geología, suelos, drenaje, división político-administrativa y principales actividades económicas.

2.1.1 Geomorfología

El río Aconcagua escurre por el último de los valles que conforman la zona de los Valles Transversales, y está separado del Núcleo o Valle Central por el Cordón de Chacabuco. Desde el punto de vista geomorfológico, existe una serie de elementos fisiográficos identificados, como: Cordillera de los Andes, Valles Transversales y Cordillera de la Costa (DGA, 2004b). En la Figura 2.1-1 se muestra la distribución de sus elevaciones y unidades geomorfológicas, dispuesta en el sitio web del Laboratorio de geografía de la Universidad de la Frontera y el Modelo de Elevación Digital ASTER.

En la latitud en que se ubica la cuenca, la cordillera de la Costa alcanza las elevaciones más prominentes del territorio nacional; sin embargo, los cerros del área corresponden a pequeñas elevaciones aisladas que resaltan del resto del paisaje. La planicie costera en la cuenca corresponde a una zona de relieve plano con pendiente orientada E-W y que se extiende desde aproximadamente la cota 500 m hasta la línea de costa; en este elemento morfológico han sido labradas una serie de terrazas de abrasión marina, con una superficie cubierta parcialmente por materiales sedimentarios (DGA, 2004b).

La llanura aluvial del río Aconcagua corresponde a una terraza de ancho variable con promedio de 1.000 m con pendiente de E-W; es el remanente que ha dejado la erosión actual del río de lo que hasta hace poco tiempo era una llanura continua que se extendía cubriendo todo el piso del valle. La erosión fluvial ha reemplazado los sedimentos que la formaban por materiales más recientes. El río ha mantenido una divagación continua con clara tendencia a la meandrización. De acuerdo a levantamientos topográficos, se puede evidenciar variaciones en la desembocadura del río Aconcagua en el mar, la que antiguamente estaba ubicada unos 800 a 1.000 metros al norte de la actual (DGA, 2004b).



Fuente: Elaboración propia basado en UFRO (2020) y METI-NASA (2019).

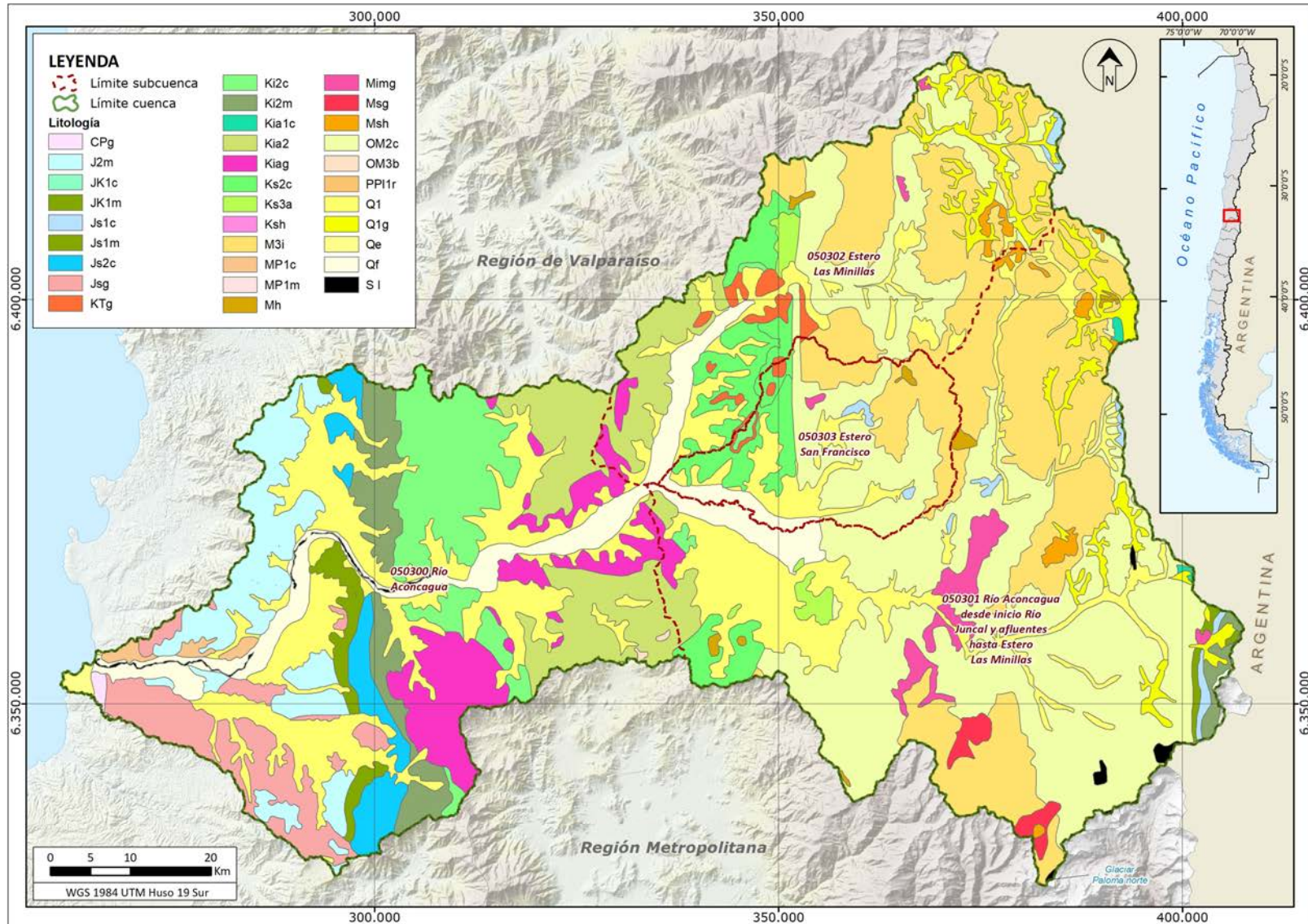
Figura 2.1-1 Mapa de elevaciones y unidades geomorfológicas de la cuenca del río Aconcagua

2.1.2 Geología

La cuenca está influenciada, en el sector alto, por rocas sulfuradas, materiales volcánicos vítreos de texturas gruesas ubicados en los sectores de mayores pendientes en la Cordillera de los Andes. En el sector de río Aconcagua, localidad de San Felipe, existe influencia de rocas ácidas. En sectores próximos a la desembocadura, existe influencia mixta de rocas sulfuradas y de caliza (DGA, 2004b). En la Figura 2.1-2 se muestran las diferentes formaciones geológicas presentes en la cuenca del río Aconcagua.

Las formaciones antes mencionadas corresponden a (DGA, 2004b):

- Rocas sedimentarias del Pleistoceno - Holoceno; depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.
- Rocas volcánicas del Mioceno Inferior - Medio; complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas, lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesíticos-basálticas a dacíticas.
- Rocas volcanosedimentarias del Cretácico Inferior - Cretácico Superior; secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoitas, conglomerados, areniscas, linolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base.



Fuente: Elaboración propia basado en SERNAGEOMIN (2003).

Figura 2.1-2 Mapa geológico de la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)

2.1.3 Suelos

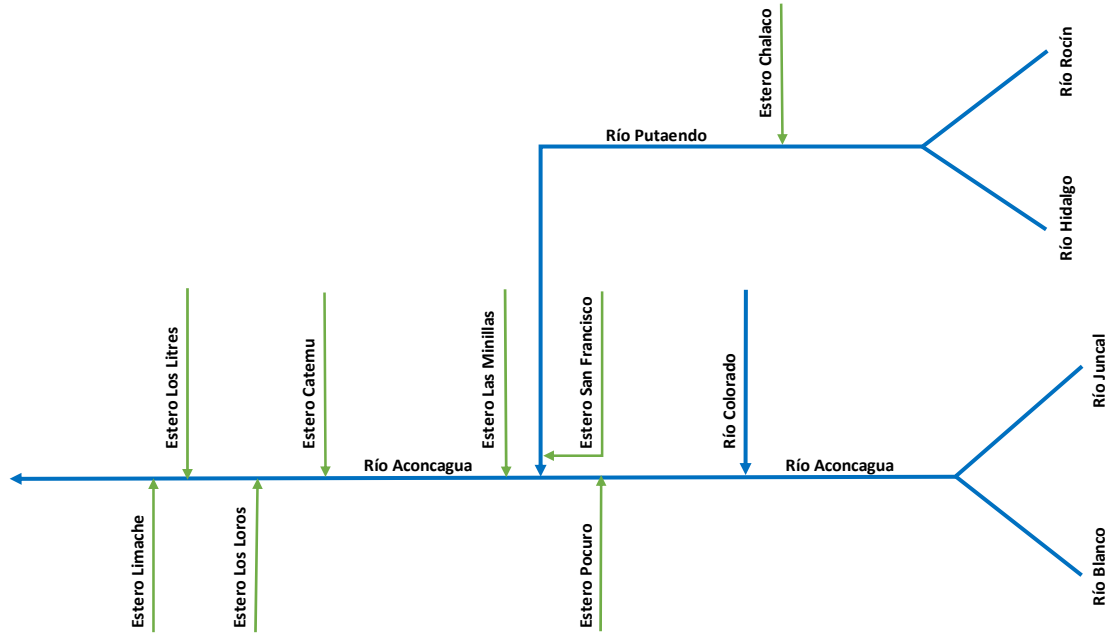
El valle del río Aconcagua es relativamente amplio, presenta suelos aluviales recientes, que ocupan extensas terrazas. El constante relleno del cauce del río con rodados ha originado un solevantamiento de su lecho, dejando áreas depresionarias ubicadas preferentemente próximas a los cerros; en estas zonas, además, se encuentran suelos de materiales finos y orgánicos. Las altas pendientes de los cerros y el continuo desprendimiento de sus materiales han originado grandes formaciones de piedemontes, a ambos lados del valle (DGA, 2004b).

Otra característica de los suelos presentes en esta cuenca es la presencia de suelos con terrazas remanentes, que constituyen los mejores suelos de la zona, y que se caracterizan principalmente por presentar perfiles profundos, bien desarrollados, de texturas medias a finas, de buena estructura y planos suavemente ondulados. Estas características permiten un buen desarrollo radicular y buena retención de humedad. Estos se encuentran localizados en los siguientes sectores: estero Pocuro, Curimón, Catemu, Las Chilcas y en La Calera (DGA, 2004b).

Además, se ubican suelos aluviales recientes, con desarrollo incipiente de sus perfiles, de texturas medias a gruesas, con diversos grados de pedregosidad tanto en superficie como en el perfil; se ubican de modo preferente en los sectores de Chagres y Putaendo. Los suelos aluvio-coluviales ubicados en San Francisco de Limache y Granizo ocupan una posición de plano inclinado suave y en posición más alta que los típicamente aluviales, presentan texturas gruesas y con clastos redondeados y angulares (DGA, 2004b).

2.1.4 Drenaje

El río Aconcagua se forma de la reunión en la cordillera de los Andes, a 1.430 m de altitud, de los ríos Juncal, que proviene del W, y Blanco, que vienen del SE. Desde ese punto, el río Aconcagua recorre 142 km hasta su desembocadura en la bahía de Concón. En la Figura 2.1-3 se presenta un diagrama unifilar de los principales cauces de la cuenca. En el acápite 4.1.1.1 se recopila mayor detalle de la hidrología superficial de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1-3 Diagrama unifilar de los cauces principales

2.1.5 División político-administrativa

La cuenca del río Aconcagua se extiende a través de las provincias de Los Andes, Marga Marga, Quillota, San Felipe y Valparaíso, abarcando completa o parcialmente las comunas listadas en la Tabla 2.1-1, mostrando la superficie total de las mencionadas comunas, así como el porcentaje de la comuna en relación a la extensión de la cuenca.

Tabla 2.1-1 Superficie de la cuenca del río Aconcagua respecto a comunas

Cuenca	Provincia	Comuna	Superficie comuna (km ²)	Porcentaje superficie comuna en cuenca (%)
Río Aconcagua	Los Andes	Calle Larga	321	100%
		Los Andes	1.234	100%
		Rinconada	123	100%
		San Esteban	1.375	100%
	Marga Marga	Limache	294	100%
		Olmué	232	100%
		Villa Alemana	96	38%
	Quillota	Calera	59	100%
		Hijuelas	268	100%
		La Cruz	79	100%
		Nogales	405	100%
		Quillota	302	100%
	San Felipe de Aconcagua	Catemu	362	100%
		Llaillay	349	100%
		Panquehue	121	100%
		Putauendo	1.451	91%
		San Felipe	187	100%
		Santa María	166	100%
	Valparaíso	Concón	75	100%
		Quintero	148	10%

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

2.1.6 Actividad económica

2.1.6.1 Valor de la producción regional¹

El PIB de la Región de Valparaíso consignado por el Banco Central de Chile (BC, 2019) al año 2017, corresponde a \$15.517 mil millones de pesos, representando el 8,61% a nivel nacional. En términos sectoriales se destaca la actividad de industria manufacturera (16,5%), seguida por servicios personales y servicios de transporte, información y comunicaciones, ambos representando un 12,4% de aporte al PIB. Respecto al sector de minería, este representa el 8,5% del PIB regional, mientras que las actividades agropecuario-silvícola, alcanzan un 4,3% de participación. En último lugar se encuentra el sector pesquero, el cual corresponde al 0,1% del PIB regional.

En el Anexo J.1.1 se encuentran las gráficas de distribución del PIB por actividad económica y del registro del PIB regional total y regional sectorial.

¹ La información relativa a producción, desde fuentes oficiales, es a nivel regional (PIB, del Banco Central de Chile). No se dispone de este índice desagregado a nivel provincia. Debido a esto, no es posible aplicar un porcentaje ponderado a la cuenca, ya que los valores no son homogéneos en toda la región.

2.1.6.2 Empleo regional por sector económico

Respecto al número de personas empleadas por rama de actividad económica, se obtiene que, entre los años 2013-2018, la mayor cantidad de trabajos se encuentra en la actividad de comercio, representando un 18,6% del total de personas ocupadas; le sigue la enseñanza con un 9% de empleabilidad (INE, 2019b). La fuerza de trabajo asociada a la actividad de minería, alcanza un 3,3%, mientras que las actividades agropecuario-silvícola y la industria manufacturera, alcanza un promedio de 7,8% y 8,1% correspondientemente (INE, 2019b).

En el Anexo J.1.1 se encuentra la tabla con el número de trabajadores ocupados por rama de actividad, entre los años 2013-2018 y el registro trimestral de ocupación según actividad.

2.1.6.3 Principales actividades económicas en la cuenca

A continuación, se presenta una descripción de las actividades económicas de importancia para la gestión hídrica de la cuenca.

i. Actividad minera

Según la información minera contenida en la base de datos "Faenas de Chile" en la plataforma web Minería Abierta (MINMINERIA, 2019), en la cuenca del río Aconcagua existen 234 faenas mineras, consistentes de minas a rajo abierto, minas subterráneas y plantas procesadoras (molienda, chancado, concentración y lixiviación). De acuerdo a la información presentada por el Consejo Minero (CONMIN, 2019), el 81% de la demanda de agua en la minería se encuentra en los procesos de concentración e hidrometalurgia; en la cuenca estudiada se identificaron 34 plantas que desarrollan estos procesos. El registro completo de las instalaciones (minas y plantas) presentes en la cuenca del río Aconcagua se encuentra en el Anexo J.1.2.

Entre los minerales metálicos explotados se encuentra Cu, Mo, y Au, y de las rocas y minerales no metálicos está presente la producción de carbonato de Ca y silicios. Entre los yacimientos cupríferos se destaca la minera Anglo American Sur S.A. División El Soldado y Chagres, con una producción de 348,7 miles de toneladas métricas el 2017; también sobresale la Corporación Nacional del Cobre División Andina (CODELCO), con una producción de 220 miles de toneladas métricas en el año 2017; otras empresas cupríferas presentes en la zona son S.C.M. Oximin y Sociedad Minera SERPROMIN Ltda. Entre las faenas no cupríferas se encuentran la Mina Pimenton, con plantas de producción de Au y la compañía Industria Catamutun SpA, con producción de carbonatos de Ca.

De acuerdo a la información entregada por INE (2019a), la minería fue el principal sector exportador de la región, con un monto de 272,9 MMUS\$ en el mes de septiembre del año 2019, representando el 57,0% de la exportación total de la zona.

ii. Actividad agrícola

Se presenta en la Tabla 2.1-2 la superficie de riego censada (INE, 2007) para diferentes tipos de cultivos, por subcuenca. Se observa que la principal producción agrícola en la cuenca corresponde al cultivo de frutales, representando un 69% de la producción regional al año 2007.

Tabla 2.1-2 Superficies de riego en la cuenca del río Aconcagua - Censo Agropecuario año 2007

Código Subc.	Nombre Subcuenca	Superficie por cultivos [Ha] ²					Total
		CER	FOP	HOR	VIÑ	FRU	
0540	Aconcagua Alto	4,54	41,10	3,34	0,15	188,64	237,77
0541	Aconcagua Medio	1.499,21	2.462,92	504,85	334,44	19.081,51	23.882,93
0542	Aconcagua Bajo	1.909,98	3.301,84	6.881,64	697,05	19.747,75	32.538,27
Total	Cuenca río Aconcagua	3.413,73	5.805,86	7.389,83	1.031,65	39.017,91	56.658,97

Fuente: Elaboración propia basada en INE (2007).

De acuerdo a las estadísticas entregadas por INE (2019a), la producción silvoagropecuaria para exportación, representado por la fruticultura, alcanza el 16,4% de participación a nivel regional, lo cual también se ve reflejado en el aporte de esta actividad al PIB regional. Sin embargo, de acuerdo al estudio "Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile" (DGA, 2017a), la demanda hídrica para riego del sector agrícola al año 2015 representó el 81% de la demanda consuntiva en la cuenca (ver Anexo J.1.3), razón por la cual es considerado en el presente análisis.

iii. Actividad industrial

En la cuenca de Aconcagua es posible encontrar 20 industrias de importancia para la gestión de recursos hídricos, mayormente localizadas en la subcuenca Aconcagua Bajo (ver Anexo J.1.4). Según su área de trabajo, al menos el 50% de ellas pertenece al área agroindustrial, el 10% corresponden a hidroeléctricas con demanda consuntiva de agua y otro 10% corresponde al área de producción de combustibles (DGA, 2017a).

De acuerdo a la información entregada por INE (2019a), el sector industrial tuvo un 26,7% de participación en la exportación regional en el mes de septiembre del año 2019, con un monto de 127,8 MMUS\$. Además, entre los sectores de exportación industrial, destacaron en participación: Alimentos (4,8%) y Bebidas, Líquidos y Alcoholes (3,4%).

² Grupos de cultivos según lo siguiente: CER (Cereales, Legumbres, Tubérculos y Cultivos Industriales; y Forrajeras Anuales); FOP (Forrajeras Permanentes); HOR (Hortalizas, Flores y Semilleros); VIÑ (Viñas y Parronales); y FRU (Frutales).

iv. Actividad servicios: generación hidroeléctrica

Los servicios de generación de energía eléctrica en operación en la cuenca del río Aconcagua corresponden a centrales hidroeléctricas de pasada, las cuales se detallan en la Tabla 2.4-2; en el Anexo J.1.5 se detalla información sobre éstas.

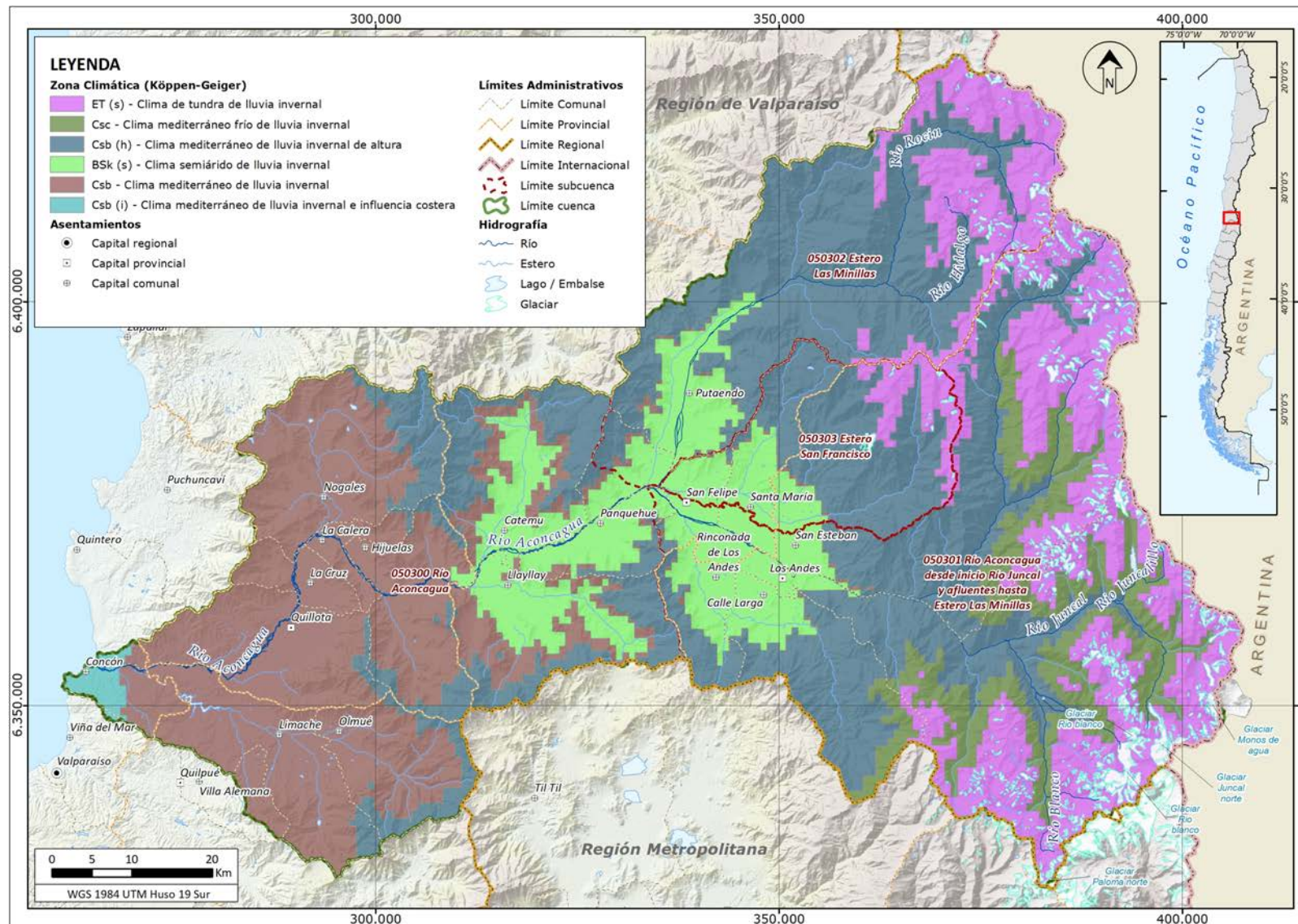
2.2 CLIMA

2.2.1 Caracterización climática

Según la clasificación de Köppen-Geiger, en la cuenca del río Aconcagua se presentan varios climas, según lo representado en la Figura 2.2-1.

Los climas identificados, en sentido W-E, se exponen a continuación.

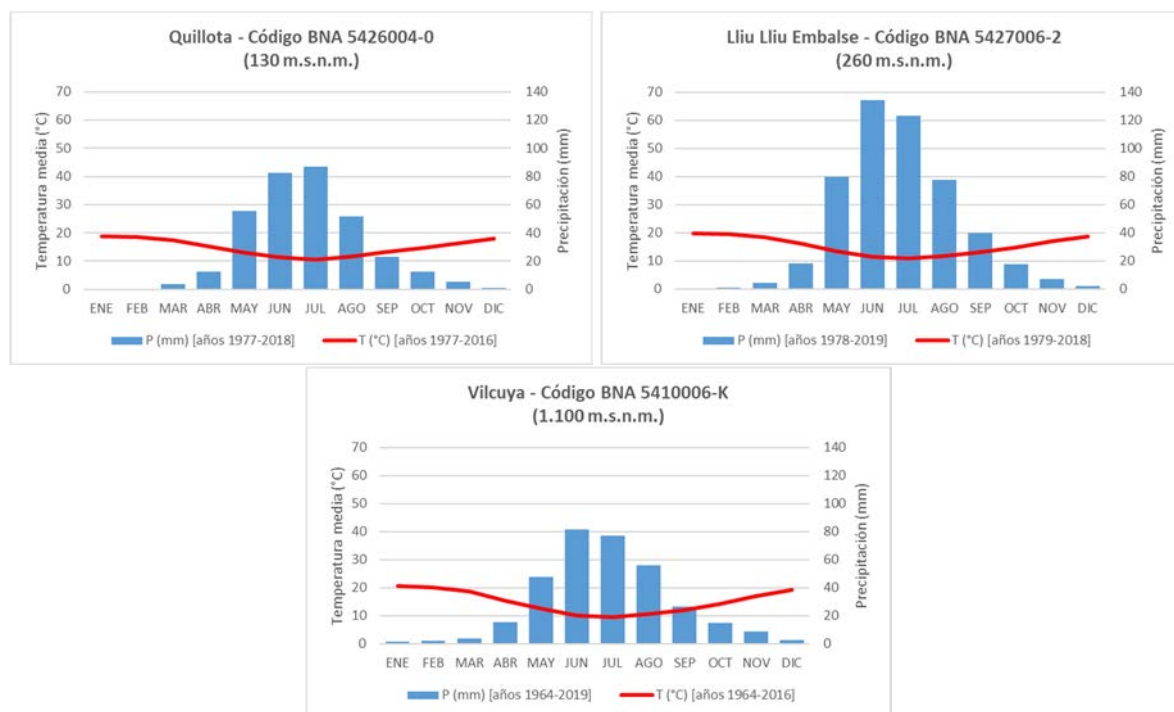
- En la parte baja, la cuenca presenta un clima templado cálido de lluvia invernal (Csb), exceptuando la zona de su desembocadura en que tiene influencia costera (Csb (i)). Se caracteriza por tener inviernos suaves, presentando una estación seca durante el verano, cálido y largo, con al menos 4 meses con temperaturas medias superiores a los 10°C; con una débil oscilación térmica anual en el caso costero.
- BSk (s): Clima seco semiárido de lluvia invernal. Abarca la mayor extensión de la cuenca en su parte media, excepto en las cotas de mayor altura donde se caracteriza por presentar un clima de tipo Csb (h), corresponde a temperado cálido de lluvia invernal de altura. El clima BSk (s) se caracteriza ser frío y seco, presentando precipitaciones escasas y temperaturas medias anuales inferiores a los 18°C; por su parte, el clima Csb (h) se caracteriza por tener inviernos suaves en los que el mes más frío nunca presenta temperaturas medias inferiores a -3°C, y un verano cálido, seco y largo, con una temperatura media anual superior a los 18°C.
- En el sector alto de la cuenca se presentan los siguientes climas: Csb (h) (clima temperado cálido de lluvia invernal de altura, anteriormente descrito), Csc (clima templado frío de lluvia invernal, con un verano fresco y corto) y ET (s) (clima frío de tundra de lluvia invernal, en que no se presenta una estación de verano, donde la temperatura del mes más cálido del año no alcanza los 10°C).



Fuente: Elaboración propia, basado en IDE Chile (2017).

Figura 2.2-1 Clasificación climática de la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.500.000)

En la Figura 2.2-2 se presentan los climogramas de las estaciones meteorológicas de Quillota, Lliu Lliu Embalse y Vilcuya, ubicadas en zonas de tipo templado cálido con lluvia invernal, con influencia de altura en el último caso.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2019b).

Figura 2.2-2 Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas Quillota (5426004-0), Lliu Lliu Embalse (5427006-2) y Vilcuya (5410006-K)

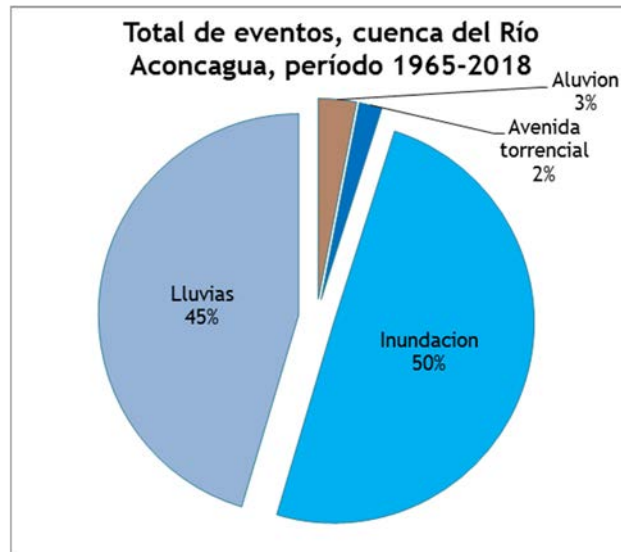
La temperatura media anual en Quillota es de 15,2°C, con máxima de 24,6°C y mínima de 4,3°C, y una precipitación anual de 333 mm. En el embalse Lliu Lliu se registra una temperatura media de 15,1°C, con máxima de 26,9°C y mínima de 5,2°C, y una precipitación total anual de 510 mm. A su vez, en la estación Vilcuya se presenta una temperatura media anual de 15,6°C, con temperaturas máxima y mínima de 26,3°C y -2,5°C respectivamente, y una precipitación anual de 344 mm (CR2, 2020).

2.2.2 Eventos extremos y variabilidad climática

Para el análisis de los eventos extremos, se realiza una selección de eventos a evaluar, se establece la resolución de los insumos a utilizar y el periodo de análisis. El detalle de la metodología aplicada se expone en el Anexo F, en el acápite 3.4.5.

2.2.2.1 Resultados del análisis de eventos extremos

A continuación, se muestran los resultados asociados al periodo 1965-2018. Se identificó un total de 164 eventos diferentes. En la Figura 2.2-3 se muestra el resultado del total de eventos por tipo de eventos, siendo los eventos asociados a inundaciones los mayoritarios con un 50% del total, seguido por las lluvias en un 45%. Los eventos asociados a aluviones y las avenidas torrenciales poseen una mínima proporción, con 3% y 2%, respectivamente.

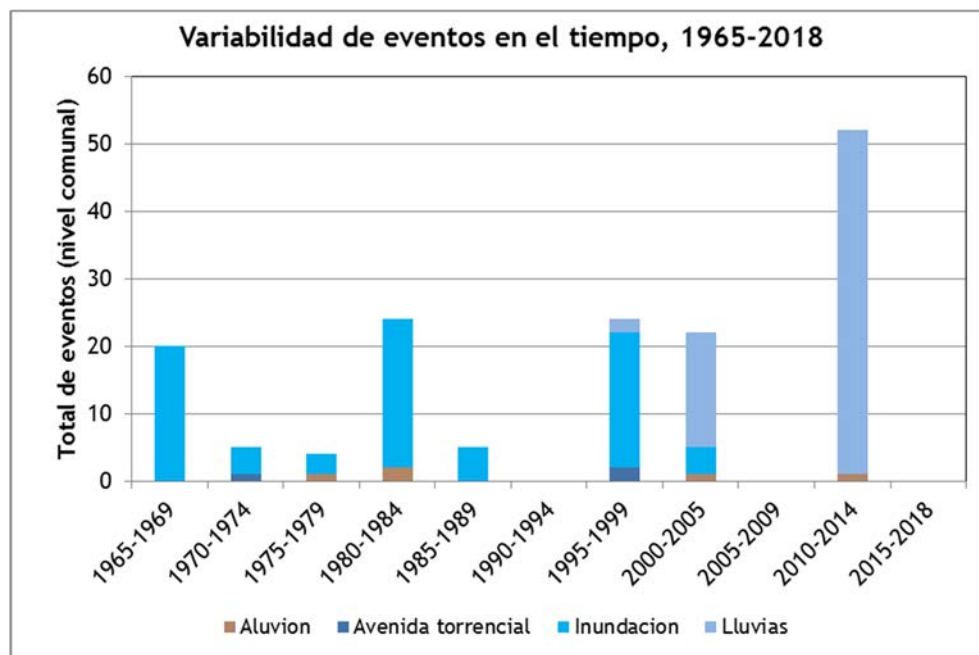


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-3 Resumen de eventos más importantes, período: 1965-2018

En la Figura 2.2-4 se muestra la variabilidad temporal, según lustros, en el que se aprecia una importante variabilidad de los eventos registrados, siendo el período 2010-2014 aquel con mayor número de eventos, seguido del período 1980-1984 / 1995-1999. Además, se verifica que la población ha sido afectada de manera aleatoria por los diferentes eventos. Este aspecto puede ser explicado por la aleatoriedad de los eventos extremos, y/o la capacidad de resiliencia de los habitantes de la región, aunque estos aspectos deben ser estudiados con mayor profundidad. Se destaca que los eventos asociados a aluviones se han reportado de manera puntual durante diferentes periodos. De los resultados, se destaca que el número de eventos no ha aumentado sostenidamente en el tiempo. Sin embargo, el aumento en la frecuencia de eventos climatológicos extremos ha sido ampliamente discutido (Cubasch, U *et al.*, 2001; Karl and Trenberth, 2003). La explicación a esta diferencia corresponde a que los eventos analizados resultan ser muchas veces del tipo secundario, vale decir, fueron generados de un evento primario, el cual pudo haber sido un evento climatológico; por lo tanto, la frecuencia de los eventos primarios puede aumentar de frecuencia, pero no implicaría un aumento en la frecuencia de eventos secundarios. Por otro lado, en relación al nivel de impacto en la población, la facilidad de comunicación mediante redes sociales ha permitido mostrar con mayor detalle los efectos de cada evento, generándose a la vez un aumento en la amplitud de su impacto (Kasperson, R., *et al.*, 1988), con la búsqueda permanente de su justificación mediante el cambio climático.

Que en un período de 4 o 5 años no existan registros se explica porque: (i) no hubo personas afectadas a pesar de que sí ocurrieron eventos del tipo analizado; (ii) que sí hubo personas afectadas, pero el trabajo periodístico no incluyó dicha noticia por cubrir otras de mayor interés. De esta manera, la Figura 2.2-4 fue construida del registro de eventos que han generado alguna afectación a la población. El que exista o no exista correlación con otros fenómenos es una materia que requiere de otros análisis más profundos a la información recopilada.



Fuente: Elaboración propia.

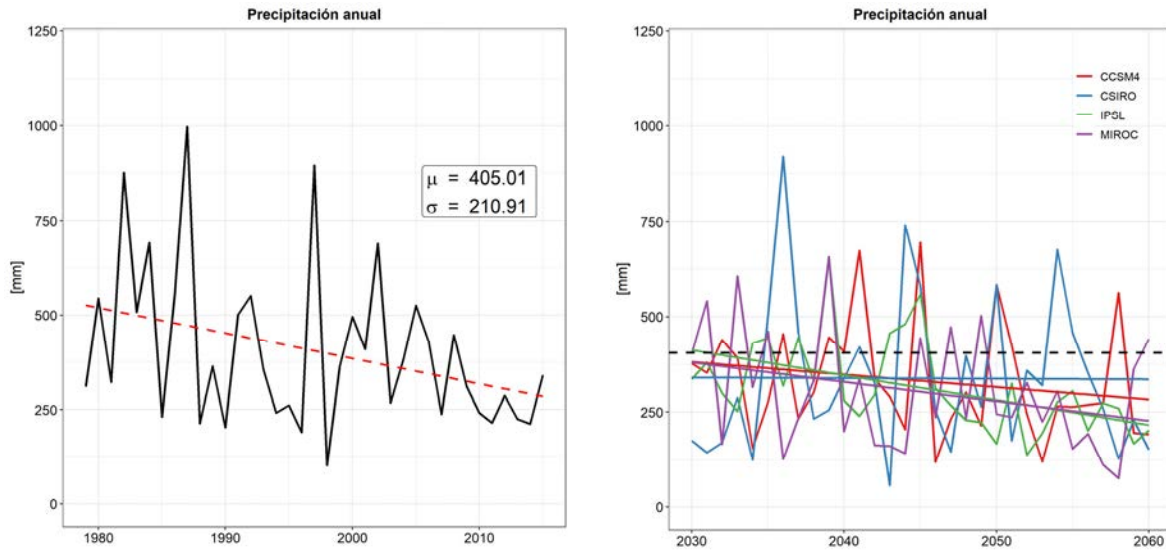
Figura 2.2-4 Variación de eventos (comunales) más importantes en el tiempo, período 1965-2018

2.2.2.2 Variabilidad climática

La metodología en detalle para establecer la variabilidad climática asociada a la precipitación, temperatura y caudales se expone en el Anexo F (acápito 3.4.5). A continuación, se presentan los resultados del análisis de variabilidad para las tres variables hidrometeorológicas.

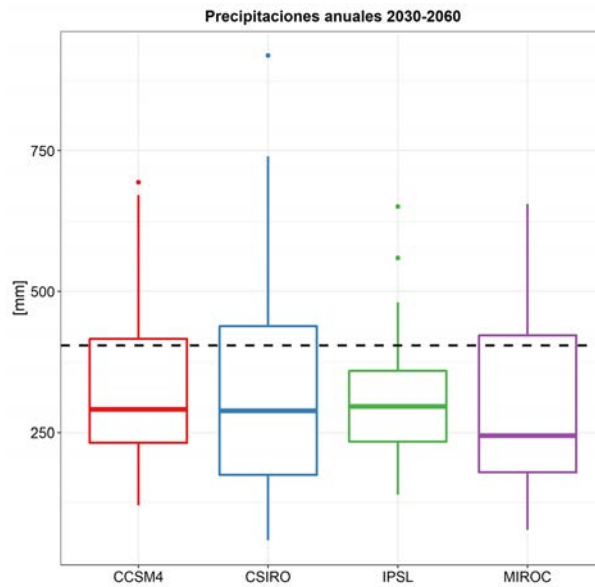
i. Precipitación

En la Figura 2.2-5, la Figura 2.2-6, y en la Figura 2.2-7 se muestran los resultados gráficos, mientras que en la Tabla 2.2-1 se resumen los resultados numéricos. El periodo histórico presenta una tendencia estadísticamente significativa (p valor $\sim 0,05$) a la disminución de las precipitaciones. Si bien los cuatro MCGs presentan también tendencias a la disminución, solo es estadísticamente significativa para el caso de CCSM4. En promedio, los MCGs proyectan una disminución de 35,5 mm en la precipitación promedio anual para el periodo futuro, siendo MIROC el modelo más pesimista con una disminución de 48 mm. Los 4 modelos proyectan una disminución en la variabilidad interanual en comparación con el periodo histórico. La resolución espacial empleada en la Figura 2.2-7 es de 5 x 5 km/píxel, y se observa que la disminución de precipitaciones proyectadas es más bien homogénea para el caso de CSIRO, mientras que los tres modelos restantes presentan un leve gradiente de oeste a este: CCSM4 e IPSL estiman una mayor disminución en la zona oeste (zona baja de la cuenca), mientras que MIROC proyecta la mayor disminución las zonas de mayor elevación. La metodología de variabilidad climática se detalla en el Anexo F (en el acápito antes especificado).



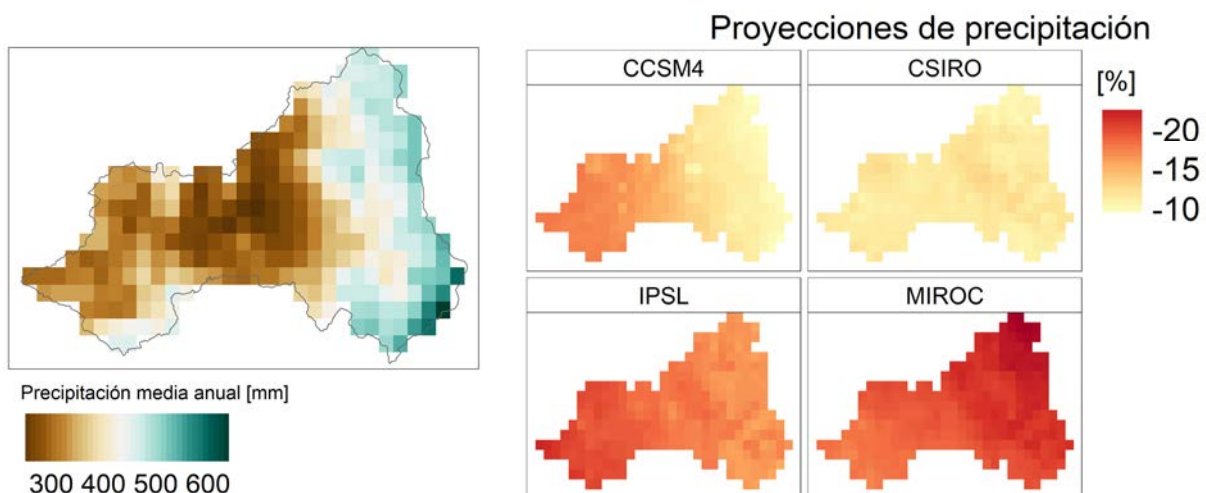
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-5 Precipitación anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-6 Gráficos de caja para los valores anuales de precipitación para los 4 MCGs. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-7 Distribución espacial de la precipitación en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho)

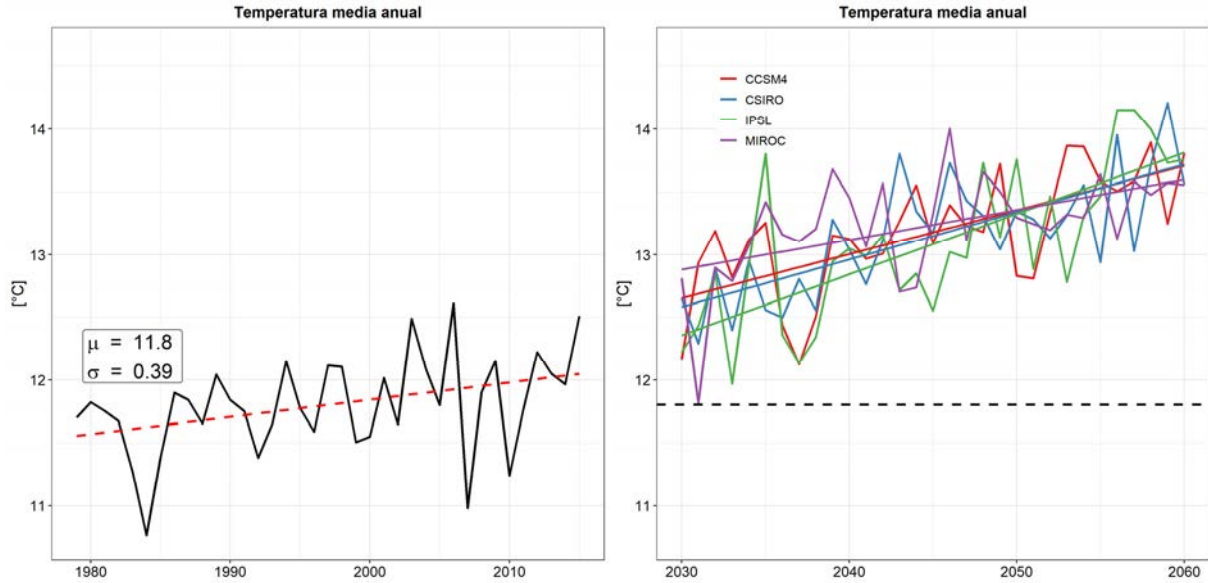
Tabla 2.2-1 Estadísticos de precipitación anual para el periodo histórico y 4 MCGs

Modelo/Periodo	Promedio [mm]	Desviación estándar [mm]	Coefficiente de variación [-]	Tau [-]	p valor [-]
Histórico	405	211	0,52	-0,23	0,05
CCSM4	378	208	0,55	-0,12	0,11
CSIRO	379	199	0,53	-0,12	0,1
IPSL	364	143	0,39	-0,28	< 0,01
MIROC	357	149	0,42	-0,3	< 0,01

Fuente: Elaboración propia.

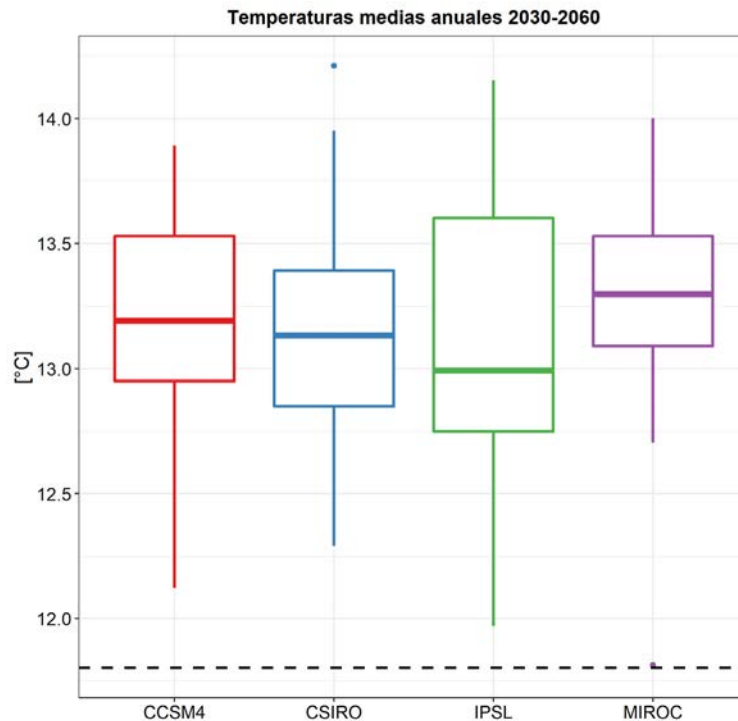
ii. Temperatura

En la Figura 2.2-8, la Figura 2.2-9, y la Figura 2.2-10 se muestran los resultados gráficos, mientras que en la Tabla 2.2-2 se resumen los resultados numéricos. Tanto el periodo histórico como los cuatro MCGs proyectan tendencias al aumento de las temperaturas, sin embargo, en ningún caso dicha tendencia es estadísticamente significativa. En promedio, las proyecciones estiman un aumento de 0,55 °C a escala de cuenca. La resolución espacial empleada en la Figura 2.2-10 es de 5 x 5 km/píxel, y se observa que los MCGs proyectan un aumento mayor en sectores de mayor elevación (más notorio en el caso de CCSM4), llegando a aumentos de 1,6 °C en el sector este de la cuenca. Las desviaciones estándar obtenidas para los MCGs son cercanas al doble de la desviación obtenida para el periodo histórico, indicando aumentos en la variabilidad interanual de la temperatura.



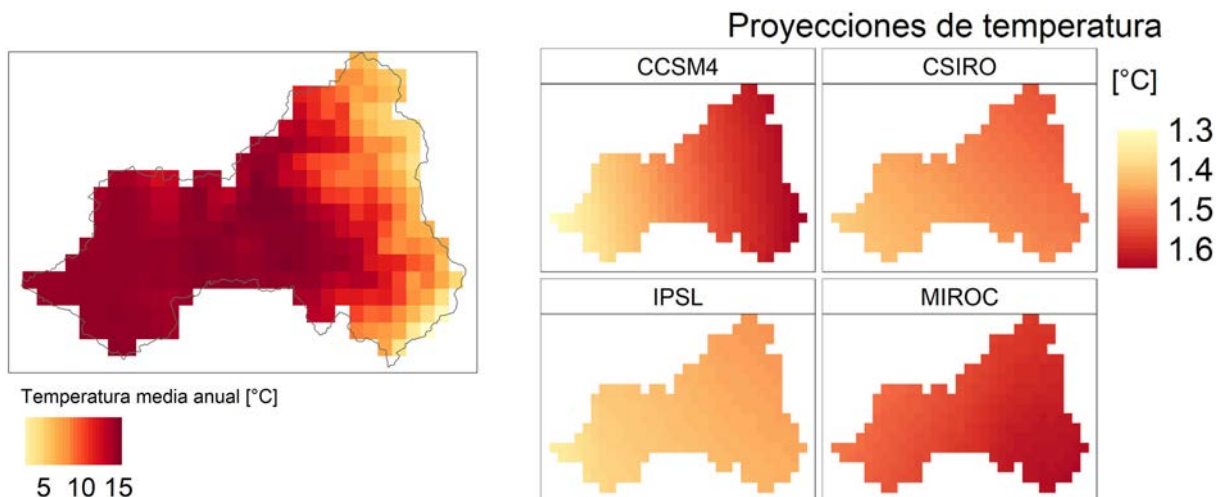
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-8 Temperatura media anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-9 Gráficos de caja para los valores anuales de temperatura para los 4MCG. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-10 Distribución espacial de la temperatura en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho)

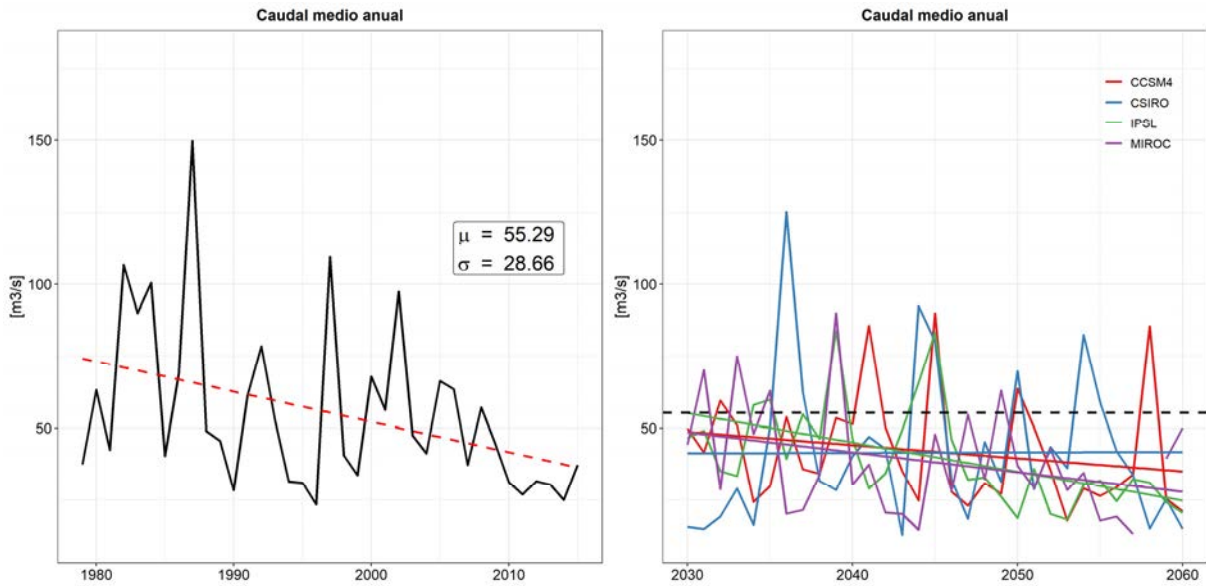
Tabla 2.2-2 Estadísticos de temperatura anual para el periodo histórico y 4 MCGs

Modelo/Periodo	Promedio [°C]	Desviación estándar [°C]	Coefficiente de variación [-]	Tau [-]	p valor [-]
Histórico	11,8	0,39	0,03	0,26	0,02
CCSM4	12,38	0,85	0,07	0,73	< 0,01
CSIRO	12,35	0,78	0,06	0,71	< 0,01
IPSL	12,28	0,88	0,07	0,72	< 0,01
MIROC	12,38	0,83	0,07	0,73	< 0,01

Fuente: Elaboración propia.

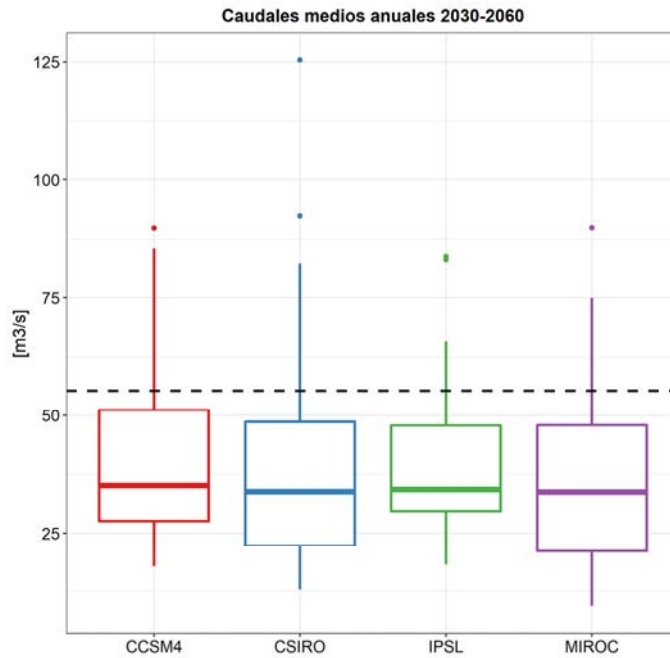
iii. Caudal

En la Figura 2.2-11, la Figura 2.2-12, y la Figura 2.2-13 se muestran los resultados gráficos, mientras que en la Tabla 2.2-3 se resumen los resultados numéricos. Si bien se observa una tendencia a la disminución en el periodo histórico, no se considera estadísticamente significativa según la prueba de Mann-Kendall. Los cuatro MCGs presentan tendencias a la disminución de escorrentía, siendo significativa (p valor > 0,05) solo para el caso de CSIRO. Los cuatro MCGs son concordantes en presentar una disminución de escorrentía, proyectando una disminución promedio de 7,17 m³/s. CCSM4 y CSIRO presentan un aumento en la variabilidad interanual anual de caudales, mientras que IPSL y MIROC estiman una disminución. La resolución espacial empleada en la Figura 2.2-13 es de 5 x 5 km/píxel.



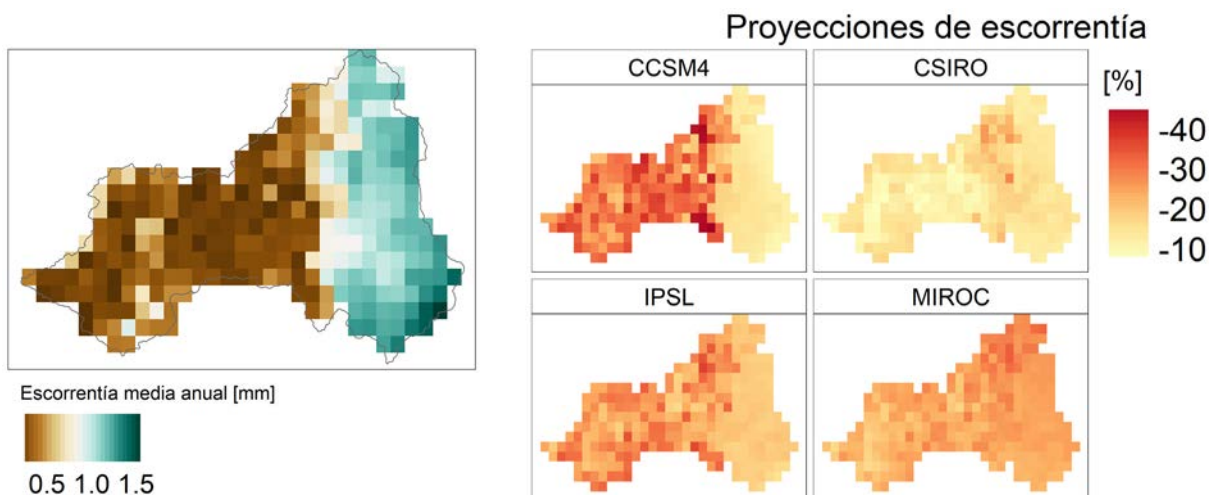
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-11 Caudal medio anual para el periodo histórico (panel izquierdo, tendencia lineal en línea punteada roja) y periodo futuro (panel derecho, tendencias lineales en líneas sólidas y promedio histórico en línea punteada negra)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-12 Gráficos de caja para los valores anuales de caudales para los 4 MCGs. La línea negra punteada indica el promedio del periodo histórico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-13 Distribución espacial de la escorrentía en el periodo histórico (panel izquierdo) y las proyecciones (expresadas en diferencias porcentuales con respecto al periodo histórico) de los 4 MCGs (panel derecho)

Tabla 2.2-3 Estadísticos de caudales anuales simulados para el periodo histórico y 4 MCGs

Modelo/Periodo	Promedio (m ³ /s)	Desviación estándar (m ³ /s)	Coefficiente de variación (-)	Tau (-)	p valor (-)
Histórico	55,29	28,66	0,52	-0,3	0,01
CCSM4	50,08	29,13	0,58	-0,17	0,03
CSIRO	48,1	27,28	0,57	-0,14	0,06
IPSL	47,99	20,5	0,43	-0,33	< 0,01
MIROC	46,31	21,58	0,47	-0,33	< 0,01

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Escenarios de cambio climático

La selección de los modelos de circulación general (MCG) para el estudio se enmarca dentro de la metodología empleada en la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017b). Se puede ver el detalle de la metodología aplicada en el Anexo F, acápite 3.4.8, del presente estudio.

En el caso de Aconcagua, los modelos seleccionados como prioridad 1 y 2 fueron CSIRO y CCSM4 respectivamente.

2.3 DIMENSIÓN AMBIENTAL

2.3.1 Unidades ecosistémicas

En este acápite se identifican los ecosistemas terrestres y de aguas continentales presentes en la cuenca, así como las figuras de protección existentes.

2.3.1.1 Ecosistemas terrestres

Las formaciones y pisos vegetales en la cuenca del río Aconcagua, según Luebert y Pliscoff (2017), se presentan en la Tabla 2.3-1 y quedan representadas en la Figura 2.3-1.

Tabla 2.3-1 Ecosistemas terrestres zonales de la cuenca del río Aconcagua

Formación	Código Piso	Piso	Superficie remanente (km ²)	Porcentaje superficie (%)
Bosque caducifolio	P46	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus macrocarpa</i> / <i>Ribes punctatum</i>	98	1%
Bosque esclerófilo	P38	Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Kageneckia angustifolia</i> / <i>Guindilia trinervis</i>	905	12%
	P39	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Peumus boldus</i>	539	7%
	P40	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> - <i>Cryptocarya alba</i>	1026	14%
	P41	Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> - <i>Lithrea caustica</i>	119	2%
Bosque espinoso	P32	Bosque espinoso mediterráneo interior de <i>Acacia caven</i> - <i>Prosopis chilensis</i>	498	7%
Herbazal de altitud	P118	Herbazal mediterráneo andino de <i>Nastanthus spathulatus</i> - <i>Menonvillea spathulata</i>	427	6%
Matorral bajo de altitud	P110	Matorral bajo mediterráneo costero de <i>Chuquiraga oppositifolia</i> - <i>Mulinum spinosum</i>	1	0,01%
	P111	Matorral bajo mediterráneo andino de <i>Chuquiraga oppositifolia</i> - <i>Nardophyllum lanatum</i>	777	11%
	P112	Matorral bajo mediterráneo andino de <i>Laretia acaulis</i> - <i>Berberis empetrifolia</i>	281	4%
Matorral esclerófilo	P36	Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de <i>Peumus boldus</i> - <i>Schinus latifolius</i>	35	0,50%
	P37	Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior <i>Quillaja saponaria</i> / <i>Porlieria chilensis</i>	253	3%
Matorral espinoso	P27	Matorral espinoso mediterráneo interior de <i>Trevoa quinquinervia</i> - <i>Colliguaja odorifera</i>	971	13%
	P28	Matorral espinoso mediterráneo interior de <i>Puya coerulea</i> - <i>Colliguaja odorifera</i>	27	0,40%
Sin vegetación	SV	Sin vegetación	1.366	19%

Fuente: Elaboración propia basada en Luebert y Pliscoff (2017).

2.3.1.2 Ecosistemas de aguas continentales

Respecto de los ecosistemas acuáticos, el Inventario de Humedales (MMA, 2015) identificó, en la cuenca del río Aconcagua, los cuerpos de agua resumidos en la Tabla 2.3-2 y graficados en la Figura 2.3-1.

Tabla 2.3-2 Ecosistemas acuáticos continentales en la cuenca del río Aconcagua

Clase	Subclase	Longitud (km)	Área (km ²)
Ríos	Ríos principales	399	-
	Ríos secundarios	346	-
Cuerpos	Lagos	-	-
	Lagunas	-	7
Otros humedales	Otros humedales	-	6
Sistemas antropizados	Embalses	-	4

Fuente: Elaboración propia basada en MMA (2015).

En relación a lo anterior, en la Tabla 2.3-3 se presentan dos ecotipos³ identificados en los ecosistemas acuáticos continentales de la cuenca del río Aconcagua según MMA (2011).

Si bien el MMA propone diseñar e implementar un sistema de monitoreo y seguimiento ambiental de humedales que considere todas sus características ecológicas, esto es parte de una visión a largo plazo, sin que exista actualmente información en detalle sobre su condición actual particular de cada uno, ni sobre los componentes biológicos, físicos y químicos que conforman dichos ecosistemas.

Tabla 2.3-3 Estructura y funcionamiento ecotipos en función de la morfología del cuerpo de agua

Ecotipo	Humedal continental	Humedal costero
Clase	Escorrentía	Intrusión salina
Tipo	Canal	Canal
Atributos		
Estructura		
i) abiótica	Matriz acuosa bajo contenido SDT y SST. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con arenas, gravas, clastos de mayor tamaño y materia orgánica particulada gruesa (MOPG). Presencia pulso de inundación.	Matriz acuosa con presencia de agua dulce y agua de mar (periódicamente en función de mareas). Contenido de nutrientes y sales disueltas elevado y baja concentración oxígeno disuelto en estrato profundo. Matriz sedimentaria con alto contenido materia orgánica y potencial redox positivo (sedimento café).
ii) biótica	Microalgas filamentosas. Tapetes microbianos (perifiton). Plantas acuáticas. Fauna bentónica. Peces bentófagos-ictiófagos. Vegetación terrestre hidrófila.	Plantas acuáticas halófitas y dulceacuícolas. Tapetes microbianos. Fauna bentónica (ej. camarones). Peces dulceacuícolas y marinos. Vegetación terrestre hidrófila, si existe criptodepresión se reemplaza por vegetación de tipo halófitas.

³ Ecotipo: unidad de análisis que corresponde a una familia de humedales que comparten propiedades, atributos y amenazas similares.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal costero
iii) componente sensible	Contenido materia orgánica particulada gruesa (MOPG) proveniente vegetación terrestre nativa. Tapetes microbianos. Peces	Vegetación terrestre hidrófila.
Funcionamiento		
i) interacción dominante	Caudal recurso hídrico superficial-tapetes microbianos-MOPG.	Caudal agua dulce- vegetación hidrófila, caudal marino -tapetes microbianos.
ii) proceso dominante	Degradación MOPG.	Producción primaria tapetes microbianos. Producción secundaria invertebrados.
iii) proceso sensible	Caudal recurso hídrico superficial.	Caudal agua dulce. Migración de peces.
Ejemplo	Río Aconcagua	Desembocadura del río Aconcagua.

Fuente: Elaboración propia basada en MMA (2011).

Sin perjuicio de lo anterior, se presentan en la Tabla 2.3-4 algunas de las especies de flora acuática presentes en la cuenca del río Aconcagua, así como también su estado de conservación según el Inventario Nacional de Especies (MMA, 2020b). De la misma forma, en la Tabla 2.3-5 se presentan especies de fauna acuática representativas de la cuenca, su ambiente y estado de conservación.

Tabla 2.3-4 Flora acuática de la cuenca del río Aconcagua

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
-	Algas de la Familia Cloroficeae	-
<i>Cladophora sp</i>	Peste de agua	Exótica
<i>Zannichellia sp</i>	-	-
<i>Potamogeton sp</i>	Huiro	Exótica
<i>Myriophyllum sp</i>	-	Nativa
<i>Azolla sp</i>	-	-
<i>Jussiaea sp</i>	-	-
<i>Ceratophyllum sp</i>	-	Exótica

Fuente: Elaboración propia basada en DGA (2004b) e Inventario Nacional de Especies (MMA, 2020b).

Tabla 2.3-5 Fauna acuática de la cuenca del río Aconcagua

Nombre científico	Nombre común	Ambiente	Estado de conservación
<i>Clase Ostracoda sp</i>	-	Bentónico	-
Orden Ephemeroptera	-	Bentónico	-
Orden Coleóptera	-	Bentónico	-
Orden Díptera	-	Bentónico	-
Orden Trychóptera	-	Bentónico	-
Anélidos (Clase Oligochaeta)	-	Bentónico	-
Platelmintos (Clase Turbellaria)	-	Bentónico	-
<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Bagrecito	Íctico	Vulnerable
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Íctico	Vulnerable
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno del sur	Íctico	Casi amenazado
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Íctico	Exótica
<i>Carassius carassius</i>	Carpa Dorada	Íctico	Exótica
<i>Onchorrhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Íctico	Exótica
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	Íctico	Exótica
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Íctico	-

Fuente: Elaboración propia basada en DGA (2004b) e Inventario Nacional de Especies (MMA, 2020b).

2.3.1.3 Áreas bajo protección oficial y otras figuras de conservación

En la Tabla 2.3-6 se resumen las áreas con diferentes grados de protección de la biodiversidad identificadas en el RNAP del MMA en la cuenca del río Aconcagua, las cuales también se representan en la Figura 2.3-1.

En el Anexo J.2 se recopilan las fichas de las áreas con figuras de conservación procedentes del RNAP, donde se incluye, entre otros, información sobre las especies presentes y sus características (nativo, endémico o exótico, y su estado de conservación). Según la información anterior, las especies representativas de la biodiversidad identificadas en las mencionadas áreas de conservación tienen su estado de conservación en categoría "No Evaluado".

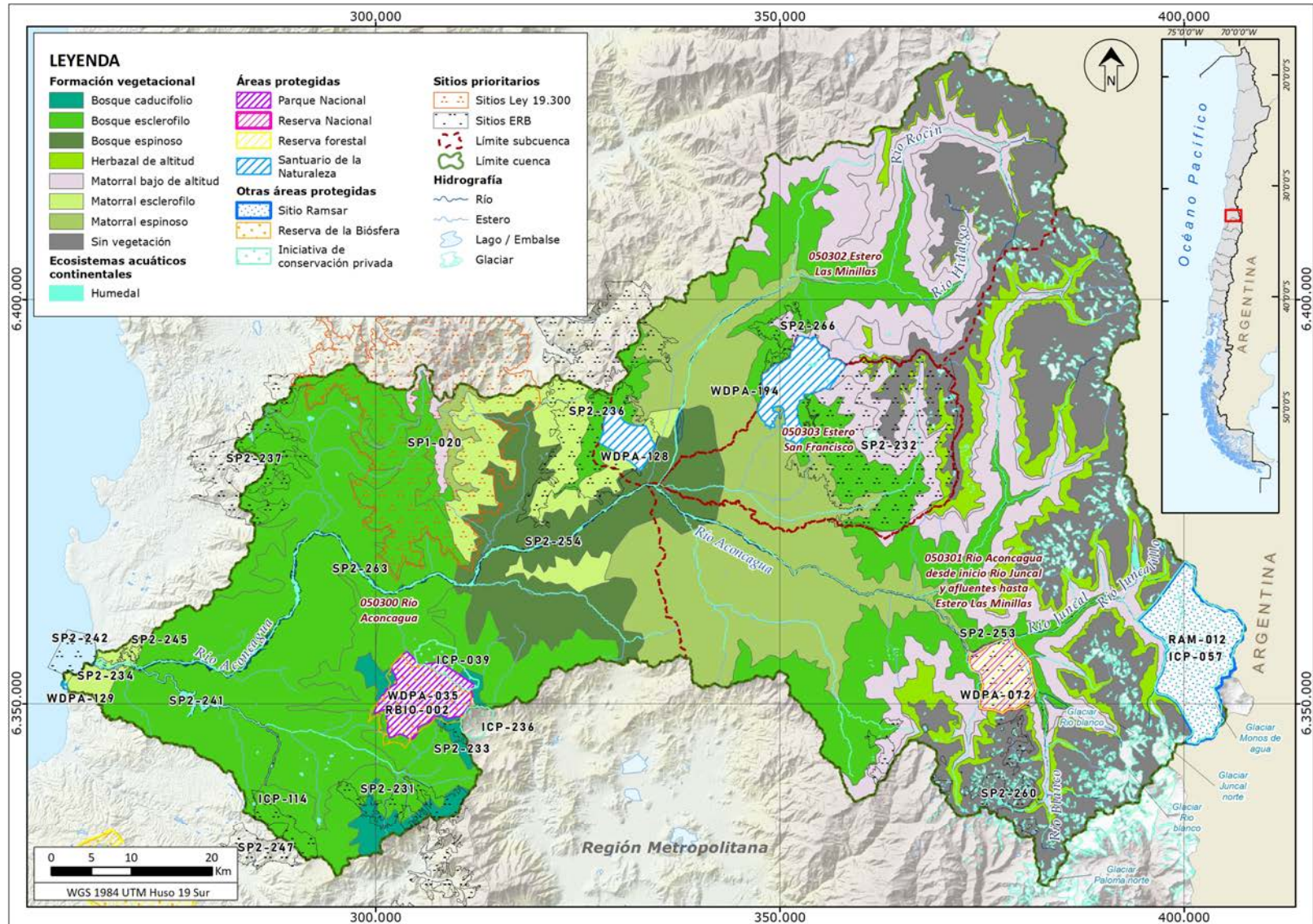
Tabla 2.3-6 Áreas de conservación de la cuenca del río Aconcagua

Categoría	Cód. RNAP	Nombre	Año Promulg.
Áreas Protegidas			
Parque Nacional	WDPA-035	La Campana	1967
Reserva Nacional	-	-	-
Monumento Nacional	-	-	-
Santuario de la Naturaleza	WDPA-128	Serranía el Ciprés	2006
	WDPA-129	Campo dunar de la punta de Concón	1993
	WDPA-130	Roca Oceánica	1990
	WDPA-194	El Zaino – Laguna El Copín	-
Reserva Forestal	WDPA-072	Río Blanco	1932
Área Marina Costera Protegida	-	-	-
Otras Áreas con Medidas de Conservación			
Sitio Ramsar	RAM-012	Parque Andino Juncal	-
Reserva de la Biosfera	RBIO-002	La Campana - Peñuelas	-
Bien Nacional Protegido (BNP)	-	-	-
Iniciativa de Conservación Privada (ICP)	ICP-057	Parque Andino Juncal	-
	ICP-039	Reserva Ecológica Oasis de la Campana	-
	ICP-114	Ecoreserva Los Pavos Reales	-
Sitios Prioritarios			
Sitio Ley 19.300 art. 11 letra d)	SP1-020	Cordillera El Melón	2012
Sitio Estratégico Regional de Biodiversidad (ERB)	SP2-231	Colliguay	-
	SP2-232	Altos de Ahumada	-
	SP2-233	Ampliación Sur La Campana	-
	SP2-234	Campos dunares	-
	SP2-236	Cerro Tabaco	-
	SP2-237	Cuesta el Melón – Altos de Pucalán – La Canela	-
	SP2-241	Estero Limache	-
	SP2-242	Estuario Río Aconcagua	-
	SP2-245	Humedal Río Aconcagua	-
	SP2-247	Los Perales - Estero Los Coligues - Cerro Tres Puntas	-
	SP2-253	Reserva Río Blanco	-
	SP2-254	Río Aconcagua	-
	SP2-260	Vegas Andinas	-
	SP2-263	Zona Media Superior Aconcagua	-
SP2-266	Estero Zaino - Laguna El Copín	-	

Fuente: Elaboración propia basada en MMA (2020a).

Cabe señalar que las áreas protegidas de la cuenca abarcan una superficie menor en la cuenca; tanto los ecosistemas terrestres como acuáticos prestan servicios ecosistémicos, entre otros, de provisión de agua y de depuración de las aguas, respectivamente. La existencia de estas áreas de protección en zonas de recarga natural a lo largo del río Aconcagua y sus afluentes, supone un importante avance, pero no total cumplimiento, al objetivo específico relativo a la protección de funciones ecosistémicas críticas con los cuerpos de agua en el tiempo.

En relación a lo anterior, el MMA se encuentra actualmente trabajando en ejes programáticos sobre la incorporación de los servicios ecosistémicos en la elaboración de políticas ambientales a nivel país (MMA, 2020c). Se sugiere que, de la misma forma, dicha institución desarrolle instrumentos o políticas para asegurar los servicios ecosistémicos de provisión de agua que llevan a cabo los ecosistemas terrestres, y de depuración de aguas que facilitan los ecosistemas acuáticos. Algunos ejemplos de estudios para la cuenca del río Aconcagua, que son parte de la base de datos de estudios sobre servicios ecosistémicos del MMA son *“Assessing the value of species: a case study on the willingness to pay for species protection in Chile”* (Cerdeira et al., 2013), *“Valorización contingente y su aplicación en el Parque Nacional La Campana: una discusión metodológica”* (De la Maza, 1996) y *“Valoración económica de un sendero interpretativo en el sector cordillerano Cajón de Juncal, región de Valparaíso”* (Pineda, 2007).



Fuente: Elaboración propia basada en MMA (2020a).

Figura 2.3-1 Ecosistemas y áreas de conservación de la cuenca del río Aconcagua

2.3.2 Glaciares

Los glaciares presentes en la cuenca del río Aconcagua pertenecen a la zona glaciológica de Los Andes Centrales. Se identifican un total de 715 glaciares, representando un volumen total equivalente de agua de 2,91 km³.

En el apartado 4.3 se recopila mayor detalle de la hidrología glaciar de la cuenca, así como las restricciones sobre el uso de sus recursos hídricos en la cuenca y el estado actual de la información relativa a ellos, identificando brechas sobre este tema.

2.4 INFRAESTRUCTURA

A partir de la revisión de antecedentes de la cuenca del río Aconcagua, se identificaron las obras relativas al recurso hídrico y que son relevantes para el propósito de este estudio. La infraestructura se ha estructurado en: obras hidráulicas (embalses y centrales hidroeléctricas, infraestructura de riego, obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas, pozos), y red de monitoreo y control de la DGA.

2.4.1 Obras hidráulicas

A continuación, se presentan las obras hidráulicas identificadas en la cuenca. El detalle del diagnóstico de las obras se presenta en el acápite 6.1.

2.4.1.1 Embalses y centrales hidroeléctricas

Se identificaron dos (2) embalses y siete (7) centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Aconcagua. El detalle se presenta en la Tabla 2.4-1 y Tabla 2.4-2.

Tabla 2.4-1 Registro de embalses en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Subcuenca	Comuna	Nombre embalse	Uso	Capacidad (hm ³)
Río Aconcagua	Río Aconcagua	Limache	Los Aromos	Agua Potable/Riego	35,5
	Estero Las Minillas	Putendo	Chacrillas	Riego	31

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019)

Tabla 2.4-2 Registro de centrales hidroeléctricas (de pasada) en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Subcuenca	Comuna	Nombre	Propietario	Potencia (MW)	Año operación
Río Aconcagua	Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	Los Andes	Blanco	Colbún S.A.	53,0	1993
		Los Andes	Chacabuquito	Colbún S.A.	25,7	2002
		San Esteban	Sauce Andes	Generadora Eléctrica Sauce Los Andes S.A.	1,4	1909
		San Esteban	Los Quilos	Colbún S.A.	39,9	1943 (U1-U2); 1989-(U3)
		Los Andes	Juncal	Colbún S.A.	29,2	1994
		Los Andes	Juncalito	Colbún S.A.	1,5	2010
		Los Andes	Hornitos	Colbún S.A.	61,0	2008
	Estero Las Minillas	Putendo	El Tártaro	Wenke y Cía. Ltda.	0,1	2010

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

A continuación, se describen las principales obras de acumulación presentes en la cuenca del río Aconcagua, indicados en la Tabla 2.4-1.

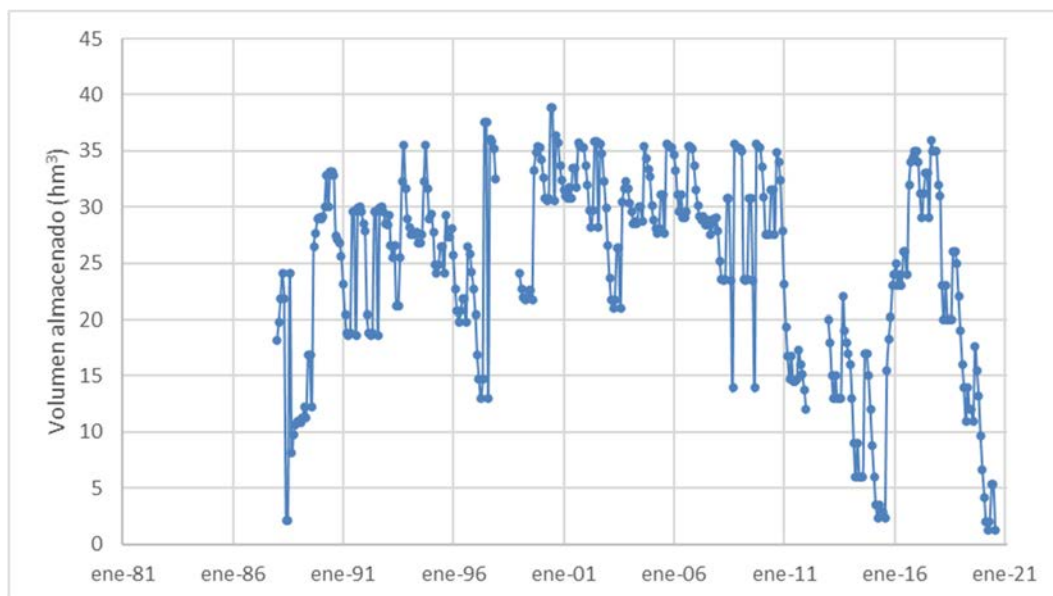
Los Aromos

El embalse Los Aromos corresponde a la principal obra de acumulación en la cuenca, ubicado en la comuna de Limache. Fue construido entre los años 1972 y 1973, por la entonces Dirección de Riego, hoy Dirección de Obras Hidráulicas. Se alimenta mayoritariamente por el río Aconcagua a través de los canales de regadío Waddington y Ovalle, con un promedio anual de 10 millones de m³; el diferencial proviene de los esteros Limache y Aranda, con origen en el cordón cordillerano costero. Su capacidad actual de acumulación es de 35 millones de m³.

En la Figura 2.4-1 se presenta la variación histórica en el volumen de agua acumulado en el embalse Los Aromos. Se puede apreciar un período de descenso del nivel de almacenaje entre los años 2010 y 2015, a partir del cual se recuperó hasta que volvió a alcanzar máximo nivel de agua en el mes de septiembre del año 2017, a partir de esa fecha el volumen embalsado ha disminuido de forma progresiva, siendo la última medición de 1,3 hm³ (4% de la capacidad del embalse).

La empresa sanitaria ESVAL utiliza un volumen de entre 15-20 hm³ por temporada a fin de abastecer con agua potable a gran parte de la región de Valparaíso (ESVAL, 2019). En el marco de un Convenio entre el MOP y ESVAL (2020)⁴, para el uso oneroso del embalse Los Aromos durante un periodo de 20 años, renovable por periodos de 5 años, la empresa sanitaria tiene derecho a almacenar agua por 25 hm³; en tanto, la DOH dispone de un volumen de 7 hm³ para sus fines propios de agua potable rural y para riego para agricultura del valle.

⁴ El Convenio entre MOP y ESVAL considera las obras de una conducción que se extiende desde pie de presa del embalse Los Aromos hasta el sistema de producción de la sanitaria de Concón (ver más detalle en el acápite correspondiente a la cartera de acciones).



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020e).

Figura 2.4-1 Evolución histórica del volumen almacenado en el embalse Los Aromos

Chacrillas

El embalse Chacrillas se ubica en la comuna de Putaendo, sobre el cauce del río Rocín, afluente principal del río Aconcagua, aproximadamente a 26 km al nororiente de la ciudad de Putaendo. Fue construido entre los años 2011 y 2014, por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Tiene una capacidad útil de 27 hm³.

La justificación a la construcción del embalse, de acuerdo a lo indicado en el Estudio de Impacto Ambiental asociado al mismo, tiene relación con la poca seguridad que existía para disponer de forma oportuna de aguas para riego, derivado de la insuficiente regulación del río Putaendo. El río Putaendo está formado por los ríos Chalaco y Rocín, este último recibe al río Hidalgo como afluente. Ninguno de los nombrados contaba con regulación y por lo tanto no se podía asegurar el riego del valle Putaendo.

Así mismo, se indica en la misma fuente que, previo a la construcción del embalse, se encontraba bajo riego alrededor de 6.000 ha. Sin embargo, la disponibilidad hídrica sólo permitía regar con seguridad de 85% a cerca de 2.200 ha. El embalse con una capacidad útil de 27 hm³, permite el riego de cerca de 7.100 ha con seguridad de 85%. Con respecto a su función, este tiene como fin suplir el actual déficit de agua, permitiendo de esta forma no sólo expandir la superficie actualmente cultivada, sino también cambiar los patrones de cultivo, con el subsecuente incremento de la productividad.

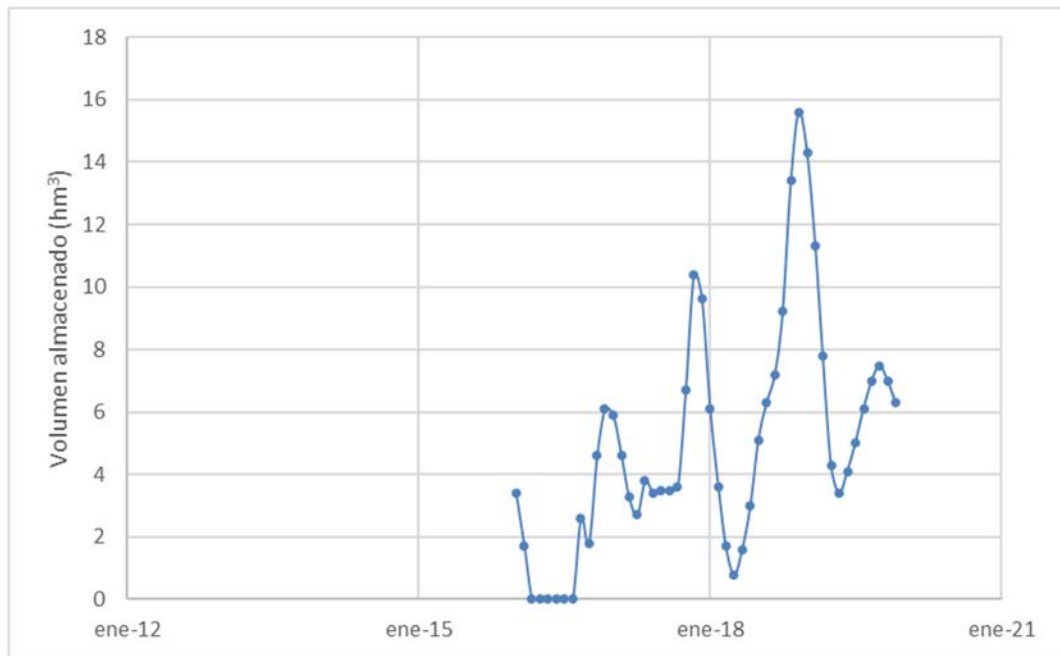
Las principales características del embalse se presentan en la Tabla 2.4-3.

Tabla 2.4-3 Características técnicas del embalse Chacrillas

Parámetro	Valor	Unidad
Cota de Coronamiento	1.338,5	m s.n.m.
Longitud de Coronamiento	319	m
Nivel Aguas Máximo	1.337,50	m s.n.m.
Nivel Aguas Mínimo	1.264	m s.n.m.
Capacidad del Embalse	31	hm ³
Volumen de Regulación	27	hm ³
Cota de Fundación Plinto	1.233,34	m s.n.m.
Altura de Presa	102,5	m
Ancho de Coronamiento	10	m
Volumen de Rellenos	2.448.000	m ³
Talud Aguas Arriba	1,50: 1	H: V
Talud Aguas Abajo	1,65: 1	H: V

Fuente: SEA (2020).

En la Figura 2.4-2 se presenta la variación histórica en el volumen de agua acumulado en el embalse Chacrillas. Se puede apreciar que el volumen máximo almacenado fue de 16 hm³ en diciembre del año 2018, lo que corresponde al 60% de la capacidad del embalse.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020e).

Figura 2.4-2 Evolución histórica del volumen almacenado en el embalse Chacrillas

2.4.1.2 Infraestructura de riego

Se identificaron 285 bocatomas y 2.326 kilómetros lineales de extensión en canales, siendo su distribución detallada en la Tabla 2.4-4 y la Tabla 2.4-5.

Tabla 2.4-4 Registro de bocatomas en la cuenca del río Aconcagua

Subcuenca	Comuna	Número de captaciones superficiales
Estero Las Minillas	Putendo	10
Estero San Francisco	San Esteban	35
	Santa María	2
Río Aconcagua	Calera	12
	Catemu	15
	Concón	1
	Hijuelas	12
	La Cruz	4
	Limache	13
	Llaillay	2
	Nogales	16
	Olmué	67
	Panquehue	18
	Quillota	20
	San Felipe	4
	Villa Alemana	3
Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	Calle Larga	4
	Los Andes	18
	Panquehue	3
	Rinconada	3
	San Esteban	14
	San Felipe	5
Santa María	4	
Total		285

Fuente: Elaboración propia basada en CNR (2020b).

Tabla 2.4-5 Registro de canales en la cuenca del río Aconcagua

Subcuenca	Comuna	Extensión total (m)
Estero Las Minillas	Putendo	319.495
	San Felipe	33.606
Estero Maquis	Puchuncaví	114
	Quintero	22.503
Estero San Francisco	Putendo	26
	San Esteban	105.777
	San Felipe	40.188
	Santa María	74.054

Subcuenca	Comuna	Extensión total (m)
Río Aconcagua	Calera	69.016
	Catemu	160.720
	Concón	8.465
	Hijuelas	156.477
	La Cruz	92.517
	Limache	111.264
	Llaillay	117.860
	Nogales	125.652
	Olmué	65.738
	Panquehue	103.646
	Quillota	220.919
	Quintero	10.042
	San Felipe	14.376
	Villa Alemana	5.114
Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	Calle Larga	124.526
	Los Andes	117.203
	Panquehue	8.724
	Rinconada	48.709
	San Esteban	72.580
	San Felipe	58.176
Santa María	39.202	
Total		2.326.689

Fuente: Elaboración propia basada en CNR (2020b).

Para el caso de obras de acumulación de agua para riego, se identificó un total de 406 obras de acumulación que han sido clasificadas como obras mayores (capacidad mayor a 50.000 m³) y obras menores; se presenta el resumen en la Tabla 2.4-6.

Tabla 2.4-6 Embalses y tranques de riego

Tipología	N° embalses
Obras mayores	53
Obras menores	353
Total	406

Fuente: Elaboración propia basada en CNR (2016a).

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

Se identificó una (1) concesionaria de agua potable con un área de abastecimiento de 268,7 km² aproximadamente y 6 PTAS, así como 81 APR. El detalle se presenta en la Tabla 2.4-7, la Tabla 2.4-8 y la Tabla 2.4-9.

Tabla 2.4-7 Territorio operacional de concesionarias de agua potable urbana en la cuenca del río Aconcagua

Empresa	Territorio operado	Área (km ²)
ESVAL	Artificio	3,5
	Calle Larga	7,9
	Catemu	1,5
	Curimon	3,1
	El Almendral - El Tambo - Chepical	3,8
	Gran Valparaíso	164,4
	Hijuelas	2,8
	La Calera	6,8
	La Cruz	3,9
	Limache	8,5
	Llay Llay	4,2
	Los Andes	13,4
	Nogales	1,5
	Putando	7,2
	Quillota	9
	Rinconada	3,6
	San Esteban	12,2
	San Felipe	8,9
San Pedro	1	
Santa María	1,5	

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

Tabla 2.4-8 Registro de PTAS en la cuenca del río Aconcagua

Nombre	Sistema	Tipo de tratamiento	Receptor
PTAS - Llay - Llay	Llay - Llay	Laguna aireada	Estero Los Loros
PTAS - San Esteban	San Esteban	Laguna aireada	Río Aconcagua
PTAS - Putaendo	Putando	Laguna aireada	Río Putaendo
PTAS - Santa María	Los Andes – San Felipe – Santa María	Lodos Activados	Estero San Francisco
PTAS - Curimon		Lodos Activados	Río Aconcagua
PTAS - Rinconada		Lodos Activados	Estero Pocuro
PTAS – Los Andes		Lodos Activados	Río Aconcagua
PTAS - San Felipe		Lodos Activados	Río Aconcagua
PTAS - Quillota	Gran Valparaíso -	Lodos Activados	Río Aconcagua
ES - Concón	Limache – La Calera - Quillota - La Cruz	Emisario submarino	Mar de Chile
ES - Higuierillas		Emisario submarino	Mar de Chile
PTAS - Catemu	Catemu	Laguna aireada	Estero Catemu

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

Tabla 2.4-9 Sistemas APR en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Comuna	Número de sistemas APR
Río Aconcagua	Calera	2
	Calle Larga	2
	Catemu	7
	Hijuelas	4
	La Cruz	3
	Limache	8
	Llaillay	5
	Los Andes	3
	Nogales	5
	Olmué	4
	Panquehue	3
	Putendo	7
	Quillota	11
	San Esteban	9
	San Felipe	6
	Santa María	3
	Villa Alemana	1
Total	83	

Fuente: Elaboración propia basada en DGA-DOH (2019).

2.4.1.4 Pozos

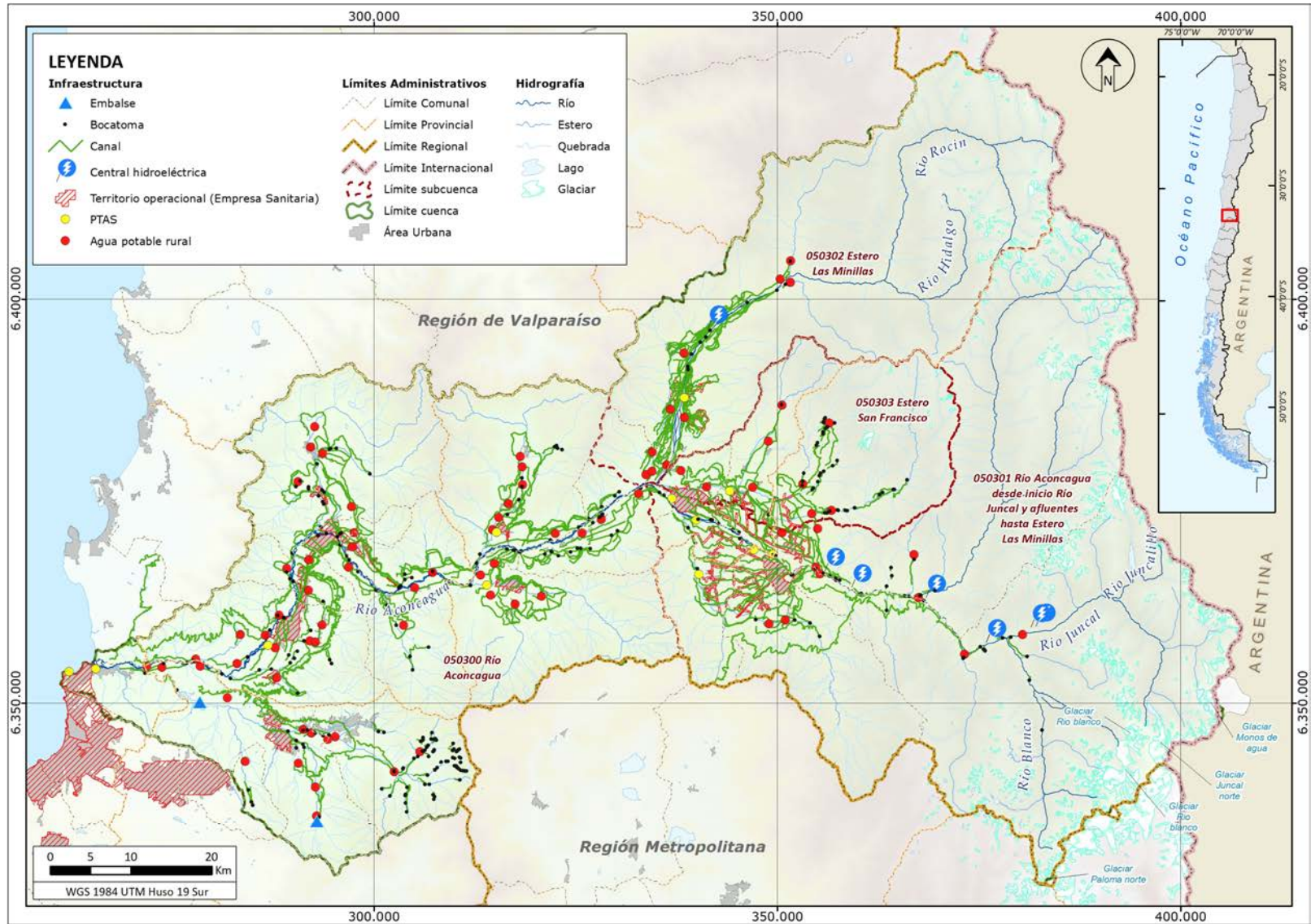
Se identificaron 3.267 pozos de extracción ubicados en los 9 SHAC que conforman el acuífero de Aconcagua, 5 pozos fuera del acuífero, y 183 pozos sin información para su localización. En la Tabla 2.4-10 se presenta el detalle de la cantidad de pozos por sector.

Tabla 2.4-10 Pozos de extracción en la cuenca del río Aconcagua

SHAC	N° Pozos
Acuífero 1 - San Felipe	252
Acuífero 2 - Putaendo	16
Acuífero 3 - Panquehue	39
Acuífero 4 - Catemu	79
Acuífero 5 - Llay Llay	81
Acuífero 6 - Nogales-Hijuelas	733
Acuífero 7 - Quillota	1020
Acuífero 8 - Aconcagua desembocadura	80
Acuífero 9 - Limache	967
Total sectores	3.267
Fuera de SHAC	5
Sin información de ubicación	183
Total	3.455

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c)

En la Figura 2.4-3 se representa espacialmente la información recopilada en la cuenca referente a la infraestructura asociada al uso del recurso hídrico.



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2019).

Figura 2.4-3 Infraestructura principal asociada al recurso hídrico en la cuenca del río Aconcagua

2.4.2 Red hidrométrica

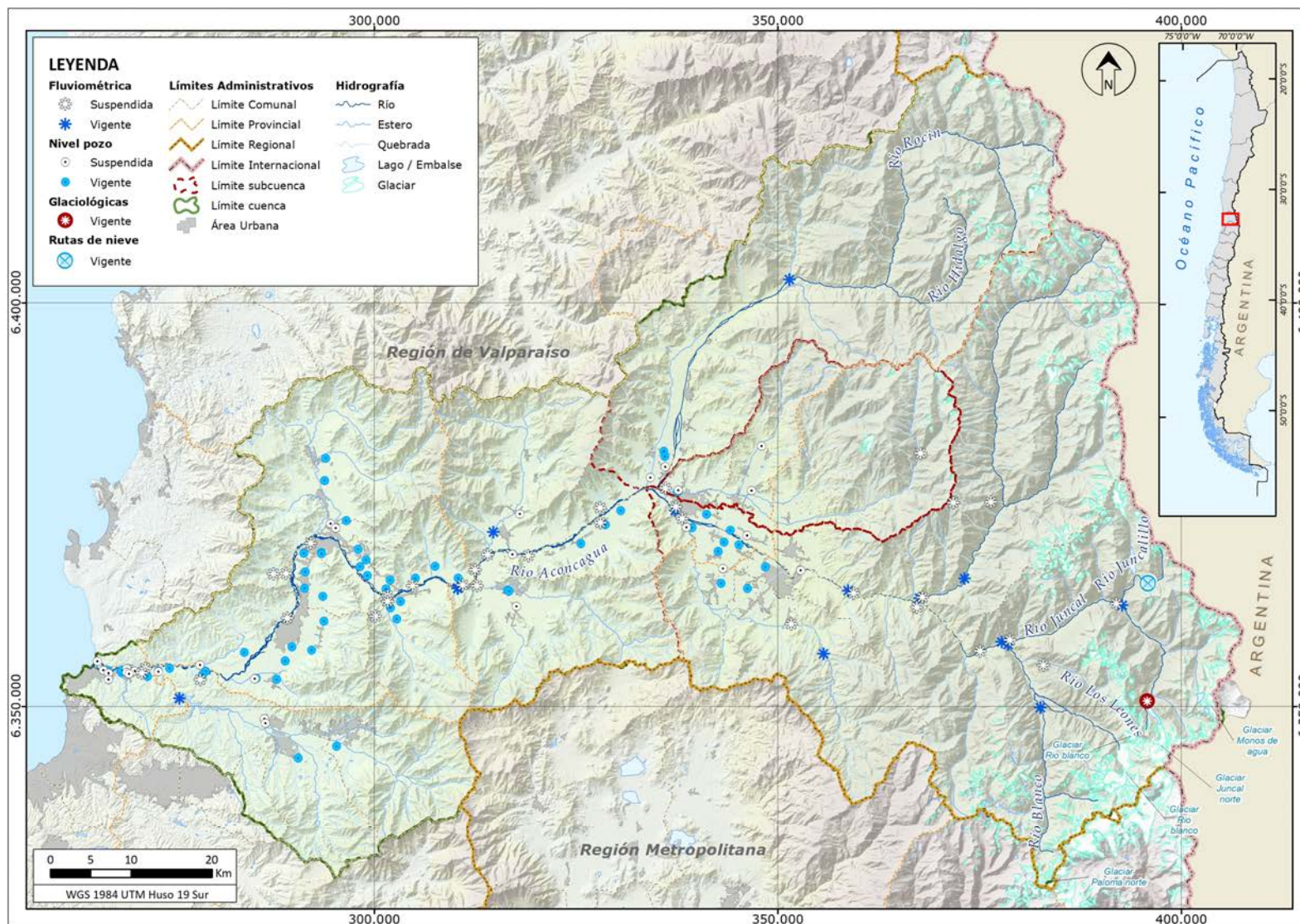
De acuerdo a la red de monitoreo y control de la DGA, en la cuenca del río Aconcagua se encuentran vigentes la cantidad de estaciones de monitoreo indicadas en la Tabla 2.4-11; adicionalmente se muestran las estaciones suspendidas, ya que pueden contar con información histórica relevante. En la Figura 2.4-4 y la Figura 2.4-5 se muestra la red de estaciones de control de la DGA en la cuenca.

Tabla 2.4-11 Registro de estaciones de control DGA en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Tipo de estación	Vigentes	Suspendidas
Río Aconcagua	Calidad	63	13
	Fluviométrica	15	35
	Meteorológica	24	1
	Nivel de pozo	62	27
	Sedimentométrica	5	3
	Nivel lagos y embalses	0	0
	Glaciológica	1	0
	Ruta de nieve	1	0

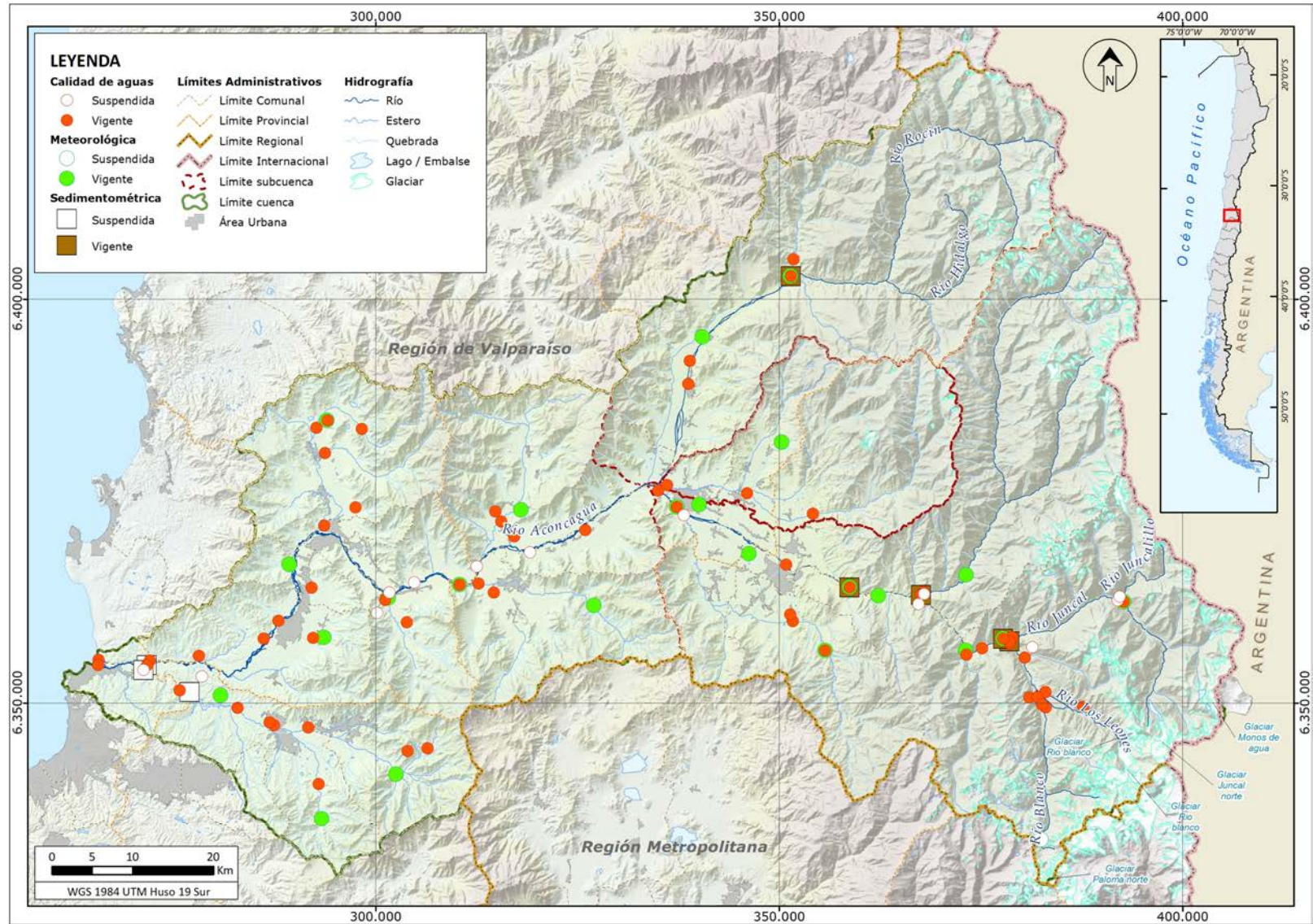
Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2020).

La recopilación de las estaciones vigentes se presenta en en Anexo J.11.1, y las estaciones suspendidas en Anexo J.11.2. El detalle del diagnóstico de la red de monitoreo y control de la DGA se presenta en el acápite 6.2.3.



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2020).

Figura 2.4-4 Red hidrométrica de la DGA: estaciones fluviométricas, nivel de pozos, glaciológicas y rutas de nieve



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2020).

Figura 2.4-5 Red hidrométrica de la DGA: estaciones de calidad de aguas, meteorológicas y sedimentométricas

2.5 NUEVAS FUENTES EXISTENTES

En la cuenca del río Aconcagua se han identificado actuaciones consideradas como nuevas fuentes de agua, relativas a recarga artificial del acuífero.

2.5.1 Recarga artificial de acuíferos

En la cuenca del río Aconcagua existe recarga artificial del acuífero implementado en conjunto entre la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección del río Aconcagua y la DOH. En la actualidad, el sistema comprende 7 piscinas de infiltración en las riberas del cauce del río Aconcagua, que consideran una superficie total aproximada de infiltración de 25,8 hectáreas. Estas estructuras tuvieron una inversión de \$140 millones (DOH, 2020). En la Figura 2.5-1 se muestra una vista aérea de las piscinas de infiltración.



Fuente: DOH (2020).

Figura 2.5-1 Vista aérea piscinas infiltración Llay Llay

Las obras fueron desarrolladas para no interferir el escurrimiento natural de este curso fluvial en épocas invernales y su objetivo es mejorar el aprovechamiento de las aguas subterráneas para que puedan utilizarse en épocas de déficit o de máxima demanda (DOH, 2020).

En el acápite 6.3.1.1 se analiza en mayor detalle esta infraestructura.

2.6 GOBERNANZA DEL AGUA A NIVEL DE CUENCA

En este acápite se presenta el mapa de actores relevantes en materia hídrica de la cuenca, una síntesis de las problemáticas levantadas en las reuniones de participación ciudadana, y aspectos relativos a las brechas de coordinación e información existentes. También se aborda el análisis de las OUA como entidades participantes en la gobernanza del agua, así como una revisión de las instancias actuales de relación entre actores y de experiencias internacionales de gobernanza de agua.

2.6.1 Mapa de actores

A continuación, se presentan aquellos actores convocados para las actividades de participación ciudadana del presente estudio. La definición de actor relevante y la metodología seguida en la identificación de actores se encuentran en el acápite 3.5.5 del Anexo F.

2.6.1.1 Actores en el territorio

Antes de acotar la nómina de actores a convocar, se determinó un listado de actores en la cuenca de Aconcagua, todos ellos vinculados al recurso hídrico, en que se establecieron cinco categorías según sus respectivos ámbitos de acción, definiéndose así, los actores en el territorio que se presentan de manera general en la en la Figura 2.6-1. La definición particular de cada sector se presenta en el Anexo I acápite 4.2; mientras que el listado completo de actores en la cuenca se presenta en el Anexo I.2.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.6-1 Representación gráfica de actores en el territorio

2.6.1.2 Mapa de actores convocados

En función de la información y los criterios definidos en la metodología (Anexo F acápite 3.5), la Tabla 2.6-1 pormenoriza la situación de cada actor (o grupo de actores) relevante efectivamente convocado a las actividades participativas programadas y realizadas, además se presenta el grado de influencia/interés de esos actores.

Para la asignación del grado de influencia/interés, se debe considerar que el grado de influencia del actor se relaciona a la toma de decisiones sobre la gestión de recursos hídricos en el territorio; mientras que el grado de interés, se relaciona a la disposición del actor a participar en el estudio. Debido a lo anterior, en la tabla presentada a continuación, se utilizan las categorías de "Alto" y "Bajo" para establecer dichos grados.

Tabla 2.6-1 Actores relevantes convocados a PAC - Cuenca del río Aconcagua

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
Gobierno Regional (GORE) Valparaíso - Intendente Regional	Su misión es apoyar ejercicio del gobierno Ministerio del Interior en la Región de Valparaíso.	El Gobierno Regional, a través de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso", se compromete a asegurar la disponibilidad y sustentabilidad del recurso hídrico, en cantidad y calidad adecuada.	Alto	Alto	Se relaciona directamente con actores públicos del agua en la región, como, DOH, DGA, SEREMI Agricultura, CNR, y SUBDERE, además de vincularse con OUAs y APRs presentes en la cuenca a través de programas de iniciativas y financiamiento para infraestructura y fortalecimiento.
Gobernación Provincial de Valparaíso.	Su misión es apoyar el ejercicio del gobierno Ministerio del Interior de la Provincia de Valparaíso.	Ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua.	Alto	Alto	Se relaciona directamente con actores públicos del agua en la región, como, DOH, DGA y CNR, además de vincularse con OUAs, agricultores, municipalidades y APRs presentes en la cuenca. Destaca su liderazgo en la Mesa Hídrica Provincial.
Gobernación Provincial de Quillota.	Su misión es apoyar el ejercicio del gobierno Ministerio del Interior de la Provincia de Quillota.	Ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua.	Alto	Alto	Se relaciona con actores públicos en la región, como, DOH, DGA y CNR, además de vincularse con OUAs, agricultores, municipalidades y APRs presentes en la cuenca. Destaca su liderazgo en la Mesa Hídrica Provincial.

⁵ Influencia: grado de influencia del actor, vinculado a recursos hídricos, en torno a la toma de decisiones en el territorio.

⁶ Interés: grado de disposición del actor, vinculado a recursos hídricos, a participar en el estudio.

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
Gobernación Provincial de San Felipe.	Su misión es apoyar el ejercicio del gobierno Ministerio del Interior de la Provincia de San Felipe.	Ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua.	Alto	Alto	Se relaciona directamente con actores públicos del agua en la región, como, DOH, DGA y CNR, además de vincularse con OUAs, agricultores, municipalidades y APRs presentes en la cuenca. Destaca su liderazgo en la Mesa Hídrica Provincial.
Gobernación Provincial de Los Andes.	Su misión es apoyar el ejercicio del gobierno Ministerio del Interior de la Provincia de Los Andes.	Ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua.	Alto	Alto	Se relaciona directamente con actores públicos del agua en la región, como, DOH, DGA y CNR, además de vincularse con OUAs, agricultores, municipalidades y APRs presentes en la cuenca. Destaca su liderazgo en la Mesa Hídrica Provincial.
Gobernación Provincial de Marga Marga.	Su misión es apoyar el ejercicio del gobierno Ministerio del Interior de la Provincia de Marga Marga.	Ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua.	Alto	Alto	Se relaciona directamente con actores públicos del agua en la región, como, DOH, DGA y CNR, además de vincularse con OUAs, agricultores, municipalidades y APRs presentes en la cuenca. Destaca su liderazgo en la Mesa Hídrica Provincial.

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
Secretaría Regional Ministerio de Obras Públicas (SEREMI MOP). Región de Valparaíso	Su objetivo es coordinar, supervigilar y fiscalizar los servicios regionales dependientes del MOP en la región de Valparaíso.	En tanto ejecuta y coordina las políticas, planes y proyectos regionales, así como estudia con los organismos correspondientes los planes de desarrollo sectoriales, entre otras funciones, tiene incumbencia en temas hídricos regionales.	Alto	Alto	Como ministerio regional, se relaciona con todos servicios públicos de la región, así como también con las direcciones regionales del MOP atinentes a los temas hídricos, entre estos DGA y DOH.
Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas (MOP). Región de Valparaíso	Pertenece al MOP, su misión es promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, de interés público y asignación eficiente, a la vez debe proporcionar y difundir la información de los catastros y red hidrométrica, con el objeto de contribuir a la calidad de vida de las personas.	Tiene relación con el otorgamiento de DAA; supervigilancia de OUA; generación de información del recurso hídrico por medio de la red hidrométrica, declaraciones de escasez hídrica e indirectamente con fiscalizaciones sobre extracciones. También coordinan los programas de investigación que lleven a cabo organismos públicos y privados con fondos estatales.	Alto	Alto	Los vínculos de la DGA en la cuenca se identifican con ESVAL, APR y con las OUA del territorio. En particular, destaca su participación en las Mesas de Trabajo para el agua.
Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Ministerio de Obras Públicas (MOP). Región de Valparaíso	Pertenece al MOP, tiene como misión proveer servicios e infraestructura hidráulica que permita aprovechar el agua y proteger el territorio y a las personas	Realiza obras de infraestructura de riego, construcción de embalses, mejoramiento de tranques, canales; en resumen, todo lo que se relaciona con infraestructura hídrica	Alto	Alto	Los vínculos de la DGA en la cuenca se identifican con ESVAL, APR y con las OUA del territorio. En particular, destaca su participación en las Mesas de Trabajo para el agua.
Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Oficina Regional de Valparaíso.	Su misión es garantizar a los clientes de los servicios de agua potable y saneamiento de las zonas urbanas de la región, que éstos corresponden a los ofrecidos; y asegurar a la comunidad, que el agua una vez utilizada será tratada para ser devuelta a la naturaleza de forma compatible con un desarrollo sustentable.	Es el organismo normativo y fiscalizador de las empresas concesionarias que prestan los servicios de agua potable y alcantarillado.	Alto	Alto	Se relaciona con las empresas sanitarias (ESVAL) como ente fiscalizador. Además de vincularse con los usuarios del sistema de agua potable urbana. Además de su vínculo con entidades públicas como el MOP, DOH, DGA, GORE Valparaíso, entre otros.

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
<p>Secretaría Regional Ministerio de Agricultura (SEREMI MINAGRI). Región de Valparaíso</p>	<p>La SEREMI es la entidad representante del del MINAGRI en la región y cumple el rol de poner en marcha las políticas. Está mandatado a ejecutar y aplicar las medidas necesarias que permitan impulsar el desarrollo y bienestar de la actividad silvoagropecuaria.</p>	<p>Entre los principales lineamientos de MINAGRI está el de cuidar el agua, a la vez que apoyar al sector agropecuario en lo relacionado al recurso hídrico.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>A través de programas y proyectos trabaja con otras entidades públicas tales como DOH, DGA, SUBDERE; además, en su rol de ejecutor de políticas centralizadas, coordina a las instituciones representantes de MINAGRI en el territorio (INDAP, CNR), los cuales se vinculan directamente con los usuarios de agua relacionados al sector agropecuario.</p>
<p>Comisión Nacional de Riego (CNR), Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Región de Valparaíso</p>	<p>Servicio dependiente del MINAGRI, su principal objetivo es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Administra la ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje y, a través de sus concursos, entrega fondos a las OUA's destinados a mejoras de infraestructura, programas de transferencia tecnológica, entre otras.</p>	<p>A través de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (Ley N° 18.450), bonifica la construcción de proyectos de obras de riego y/o drenaje, a través de la cual la mayoría de OUA mejoran sus infraestructuras. Además, desde su nivel central, la CNR genera diversos estudios y programas de fortalecimiento de OUA, entre otros.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>A través de programas y proyectos trabaja con otras entidades públicas tales como DOH, DGA y GORE Valparaíso; además, en su rol de ejecutor de iniciativas centralizadas, se vinculan directamente con los usuarios de agua relacionados al sector agropecuario.</p>
<p>Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Región de Valparaíso</p>	<p>Apoya a pequeños productores agrícolas mediante acciones orientadas a la generación y fortalecimiento del capital humano, financiero y productivo, que favorezcan a superar la pobreza y el desarrollo de la agricultura.</p>	<p>Una de sus misiones es lograr que pequeños agricultores accedan a financiamiento, tecnología y recursos hídricos necesarios para mejorar la productividad y la competitividad de cada Territorio. Tiene programas de riego asociativo (PRA), intrapredial (PRI), obras menores de riego (PROM), bono legal de aguas (BLA), entre otros; pero su relación mayoritariamente es de carácter directo con los regantes de forma individual.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona directamente con agricultores y organismos públicos como GORE, SEREMI Agricultura, DOH, CONADI, entre otros; sobre programas de iniciativas y financiamiento para infraestructuras hidráulicas y capacitaciones.</p>

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
<p>Secretaría Regional Ministerio de Minería (SEREMI MINMINERIA). Región de Valparaíso</p>	<p>La SEREMI es la entidad representante del Ministerio de Minería en la región, cumple el rol de poner en marcha las políticas del Estado y está mandatado a ejecutar y aplicar las medidas necesarias que permitan impulsar el desarrollo y bienestar de la actividad minera.</p>	<p>El programa de trabajo del ministerio, señala entre sus objetivos como temas sensibles y de preocupación los recursos hídricos, energía y medioambiente.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con otros servicios públicos de la región, centros de investigación y directamente con empresas vinculadas al sector minero.</p>
<p>Junta de Vigilancia 1° Sección Río Aconcagua</p>	<p>Organización de usuarios de agua del río Aconcagua cuyo ámbito de acción comprende desde donde nace la cordillera hasta el puente del rey en San Felipe.</p>	<p>Su objetivo es administrar y distribuir las aguas a las que tienen derecho sus miembros, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomienda la ley.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con organismos públicos como SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA, DOH, CNR, además de entidades privadas como ESVAL y APRs así como con las otras Juntas de Vigilancia del río Aconcagua. Destaca su participación en la Mesa de Aconcagua.</p>
<p>Junta de Vigilancia 2° Sección Río Aconcagua</p>	<p>Organización de usuarios de agua, que ejerce su acción sobre 18 canales: Puente o Culebra, Escorial o del Medio, del Cerro, Comunidad Panquehue, Los Agustinos o la Redonda, Santa Isabel, Arriba de Catemu, Turbina Santa Isabel, Abajo de Catemu, Mercedes, Pepino o Huidobro, Chacal o Pedregales, Valdesano, Comunero o Ucuquer, Las Vegas el Molino, la Sombra o Grande, Romeral y Purehue.</p>	<p>Su objetivo es administrar y distribuir las aguas a las que tienen derecho sus miembros, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomienda la ley.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con organismos públicos como SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA, DOH, CNR, además de entidades privadas como ESVAL y APRs así como con las otras Juntas de Vigilancia del río Aconcagua. Destaca su participación en la Mesa de Aconcagua.</p>

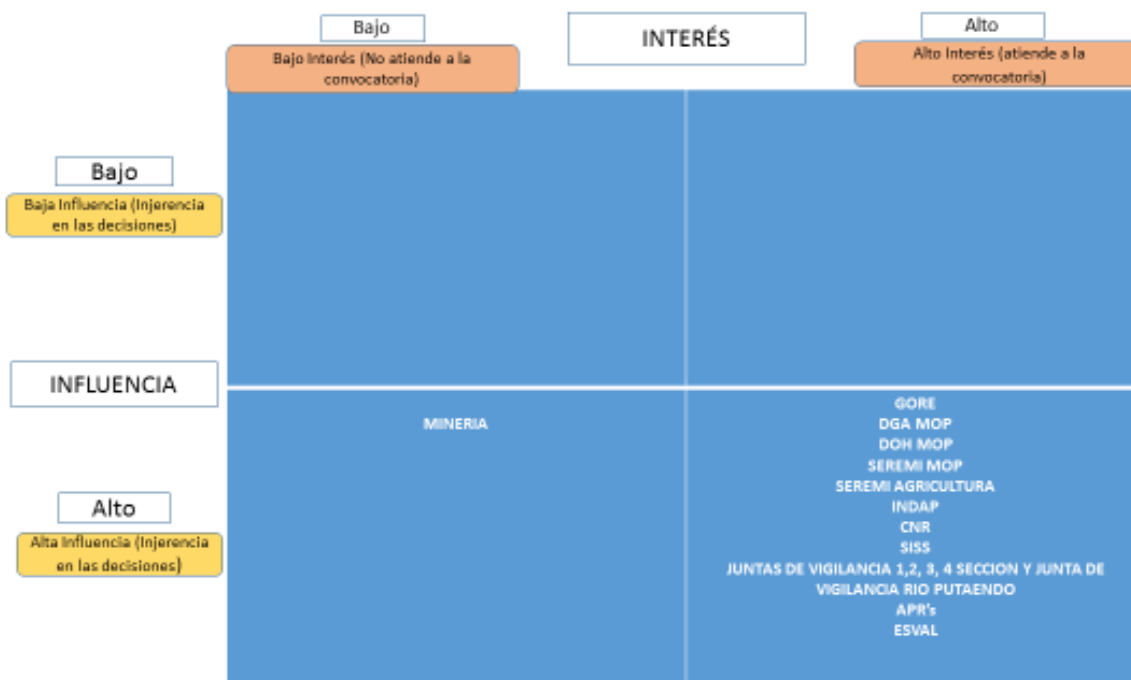
ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
<p>Junta de Vigilancia 3° Sección Río Aconcagua</p>	<p>Organización de usuarios de agua. Con competencia sobre la cuenca u hoya hidrográfica del río Aconcagua, en el tramo comprendido entre la Bocatoma del canal Ocoa frente a la puntilla de "Las Ovejas" hasta la bocatoma del canal Molino de Rautén.</p>	<p>Su objetivo es administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros. Explotar y conservar las obras de aprovechamiento común, incluido lo embalsado, entre otros.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con organismos públicos como SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA, DOH, CNR, además de entidades privadas como ESVAL y APRs así como con las otras Juntas de Vigilancia del río Aconcagua. Destaca su participación en la Mesa de Aconcagua.</p>
<p>Junta de Vigilancia 4° Sección Río Aconcagua</p>	<p>Organización de usuarios de agua de hecho. Con competencia sobre parte de la Región de Valparaíso.</p>	<p>Su objetivo es administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con organismos públicos como SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA, DOH, CNR, además de entidades privadas como ESVAL y APRs así como con las otras Juntas de Vigilancia del río Aconcagua.</p>
<p>Junta de Vigilancia Río Putaendo</p>	<p>Organización de usuarios de agua. La Junta de Vigilancia está constituida por 37 Comunidades de Aguas inscritas en el Conservador de Bienes Raíces de Putaendo.</p>	<p>Su objetivo es administrar y distribuir las aguas a que tienen derechos sus miembros en los cauces naturales. Explotar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomiende la ley y los estatutos.</p>	<p>Alto</p>	<p>Alto</p>	<p>Se relaciona con organismos públicos como SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA, DOH, CNR, además de entidades privadas como ESVAL y APRs así como con las otras Juntas de Vigilancia del río Aconcagua. Destaca su participación en la Mesa de Aconcagua.</p>

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA EN TEMAS HÍDRICOS	GRADO DE INFLUENCIA ⁵	GRADO DE INTERÉS ⁶	RELACIÓN CON OTROS ACTORES
Comités o Cooperativas de Agua Potable Rural (APR)	Los APR son sistemas de agua potable mantenidos y operados por la propia comunidad, organizada en Comités o Cooperativas.	Abastecer de agua potable a las localidades rurales.	Alto	Alto	Poseen una estrecha relación con DOH. Además, algunos sistemas mantienen relaciones con ESVAL y JVs para el abastecimiento de agua. También se vinculan con GORE Aconcagua, SUBDERE y Municipalidades, para financiamiento de infraestructura.
ESVAL	Empresa de servicios sanitarios, que realiza distribución de agua potable y tratamiento de aguas servidas en la región de Valparaíso.	Proporciona el recurso hídrico al entorno urbano según su territorio operacional, con los requisitos de distribución de agua potable y tratamiento de aguas servidas establecidos por la normativa vigente.	Alto	Alto	Se relaciona con organismos públicos como Superintendencia de Servicios Sanitarios, organismos MOP como DOH, DGA; también se relaciona con APRs y Juntas de Vigilancia, además de otras organizaciones privadas estratégicas.
Minería	Empresas y asociaciones mineras vinculadas a la cuenca de Aconcagua. Destaca Asoc. Gremial Catemu, Asoc. Gremial San Felipe y Asoc. Gremial Putaendo. Empresas de la Gran Minería: Angloamerican, Codelco y Andes Cooper.	Poseedores de derechos de agua.	Alto	Bajo	Se relaciona con organismos como: DGA, SEREMI Minería, SEREMI Medio Ambiente, SEA, SEREMI MOP y alianzas estratégicas con privados de la zona.

Fuente: Elaboración propia.

i. Relaciones Interés/Influencia

Dentro de las herramientas que permiten establecer la posición de diversos actores frente a un tema específico, encontramos aquella que lo hace a partir de parámetros de influencia/interés de esos actores. Una forma de correlacionar tales parámetros, donde se pueden utilizar las categorías de “Alto” y “Bajo” para establecer los grados de influencia e interés de cada actor, es la que se presenta en la Figura 2.6-2. La metodología con respecto al desarrollo de esta herramienta se presenta en Anexo F, acápite 3.5.5.3.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.6-2 Diagrama influencia/interés de actores relevantes en la cuenca

Según lo anterior, todos los actores invitados a participar en las reuniones de participación ciudadana presentan un grado de interés y grado de influencia altos, excepto el sector productivo minero, el cual tiene un grado de influencia alto, sin embargo, su grado de interés es bajo, al considerar que, de los cinco (5) actores convocados, solo asistieron dos (2) a las reuniones de participación ciudadana.

Cabe señalar que debido a las modificaciones en los diseños de las reuniones PAC, surgieron una serie de limitantes que impidieron construir de manera correcta el diagrama interés/influencia presentado anteriormente (Ver Anexo F acápite 3.5.5.3).

Dado lo mencionado anteriormente y considerando que el interés no puede simplificarse solamente a si los grupos asisten o no a las reuniones, a continuación, como complemento a la caracterización de los actores en la cuenca, se presenta los parámetros de Influencia/Interés de los actores convocados al proceso participativo del Estudio Básico “Diagnóstico para realizar un Plan de Riego de la cuenca de

Aconcagua (CNR, 2016a). En el Plan citado la clasificación se realizó de acuerdo al diagrama presentado en la Figura 2.6-3, en donde se definió “Poder” (influencia), como el grado en que los actores son capaces de persuadir o inducir a otros para seguir ciertas líneas de conducta.

		Nivel de interés	
		Bajo	Alto
Poder	Bajo	A Mínimo esfuerzo	B Mantener informados
	Alto	C Mantener satisfechos	D Actores clave

Fuente: CNR (2016a).

Figura 2.6-3 Diagrama influencia/interés para clasificar actores relevantes en la cuenca

A partir del diagrama presentado anteriormente y considerado el trabajo realizado en el territorio por el estudio, el Plan de Riego identifica como actores clave a la Gobernación de Valparaíso y a las Juntas de Vigilancia de la Primera Sección, Tercera Sección, Cuarta Sección y río Putaendo; la Segunda Sección fue clasificada como un actor de alto poder, pero bajo interés. Finalmente, la gran mayoría de los actores analizados se clasificaron como actores que se deben “mantener informados” (alto poder/bajo interés), entre los cuales se incluyen: Gobernaciones Provinciales, OUs como Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua; Asociaciones de Agricultores; Municipios; Mineras; Universidades y organizaciones ambientales.

Además, el Plan de Riego presenta el nivel de poder que poseen los diferentes actores en torno a las tomas de decisiones respecto al riego en la cuenca, su nivel de involucramiento y la posición que tienen respecto a dicho plan, lo cual es un indicador inicial para conocer la disposición de los actores frente a estudios relacionados a gestión hídrica. Las entidades identificadas con un nivel de involucramiento alto y una posición a favor del estudio, corresponden a actores públicos como Gobernadores y Municipalidades; OUs, como Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia; y representantes de sectores productivos usuarios de DAA como minería (CODELCO), agua potable (ESVAL) y agricultura (FEDEFruta).

2.6.2 Síntesis de las reuniones PAC

En el presente acápite se presenta un resumen con los principales problemas identificados por los diferentes actores que asistieron a las actividades (reuniones) de participación ciudadana (ver Anexo I.3 para mayor detalle) y su ordenamiento para abordar el Plan de Acción de la cuenca.

Seguidamente, para cada objetivo establecido para el Plan (ver acápite 3.6.1 del Anexo F), se muestra una tabla resumen con las problemáticas generales actuales en relación al objetivo esperado. Para cada caso, se identifica el actor que manifestó alguna idea u opinión que refleja la existencia de dichos problemas en la cuenca (Tabla 2.6-2 a Tabla 2.6-8).

Cabe señalar que en Anexo I se presenta el detalle de las actividades PAC, incluyendo, entre otros, el resumen de las reuniones de presentación (Anexo I acápite 5) y el seminario final (Anexo I acápite 6). Finalmente, en el Anexo I.4 se incluye una síntesis de las reuniones PAC, en la cual se presenta un resumen de las ideas expresadas por los diferentes actores durante las reuniones y su correlación a las problemáticas señaladas a continuación.

Tabla 2.6-2 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.1 del Plan de Acción

Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.		
N° Problema	Problemas	Actores
1	Descenso de caudales por incremento en la frecuencia de eventos críticos (sequía).	- DOH Valparaíso - SEREMI MOP - Agua Potable Rural - Minería
2	Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso agrícola.	- Agua Potable Rural - DGA Valparaíso
3	Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso sanitario.	- SEREMI MOP - DGA Valparaíso
4	Aumento de demanda debido a recambio en uso de agua (recambio agricultura-industria-minería y/o aumento de superficie plantada).	- ESVAL - DGA Valparaíso - Minería

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.6-3 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.2 del Plan de Acción

Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.		
N° Problema	Problemas	Actores
5	Disminución de la disponibilidad de aguas superficial y/o subterránea para el abastecimiento de agua potable.	- DOH Valparaíso - SEREMI MOP - Agua Potable Rural

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.6-4 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.3 del Plan de Acción

Objetivo 1.3. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.		
N° Problema	Problemas	Actores
6	Disminución de la disponibilidad de aguas superficial y/o subterránea para el abastecimiento de agua potable.	- DGA Valparaíso - SUBDERE Valparaíso - Agua Potable Rural - ESVAL
7	Disparidades capacidades técnicas y/o financieras de los Comités APRs.	- DGA Valparaíso - Minería

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.6-5 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 1.4 del Plan de Acción

Objetivo 1.4. Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual.		
N° Problema	Problemas	Actores
8	Disminución en la capacidad de almacenamiento de obras de acumulación.	- SEREMI MOP - JV Primera Sección - JV Tercera Sección
9	Captación y distribución de agua sin infraestructura adecuada.	- JV Primera Sección - JV Tercera Sección - DGA Valparaíso

Fuente: Elaboración propia.

De las problemáticas expresadas respecto a las brechas entre oferta y demanda (Tabla 2.6-2 a la Tabla 2.6-5), se puede observar que las mayores dificultades se relacionan a la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo, ya sea atribuido a un incremento en eventos críticos (como la sequía) o a un aumento de la demanda para usos agrícolas y/o sanitarios.

Tabla 2.6-6 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 2.1 del Plan de Acción

Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).		
N° Problema	Problemas	Actores
10	Insuficiente cobertura de monitoreo fluviométrico, de pozos y/o meteorológico.	- DGA Valparaíso - JV Segunda Sección - Agua Potable Rural
11	Deficiente o insuficiente cobertura de monitoreo de calidad.	- DGA Valparaíso
12	Deficiente o insuficiente fiscalización de extracciones ilegales de agua.	- DGA Valparaíso - Agua Potable Rural

Fuente: Elaboración propia.

La principal problemática manifestada por los actores convocados a las reuniones PAC respecto al monitoreo de recursos hídricos (Tabla 2.6-6), se relaciona a la insuficiente cobertura de la red hidrométrica, en particular a la necesidad de contar con una estación fluviométrica de cierre de la cuenca. Cabe señalar que, a fecha de elaboración del presente documento, el Director Regional de la DGA comunicó la puesta en marcha de dicha estación (río Aconcagua en Puente Colmo). Con respecto a la deficiente o

insuficiente fiscalización de extracciones ilegales de agua, durante las reuniones PAC se presentan 2 inquietudes: primero, DGA señala un acercamiento territorial de la DGA en Panquehue, con el objetivo de facilitar la denuncia de extracciones ilegales, la cual duró 5 meses, sin embargo, se registró una nula participación por parte de la ciudadanía; segundo; se identifica la necesidad de mejorar los sistemas de monitoreo como base para mejorar la fiscalización. En el acápite 6.2.1.1 se presenta el diagnóstico del rol de DGA en los procesos de fiscalización y su efecto en la gobernanza; mientras que en el acápite 6.2.5.1 se amplía la relación entre el fortalecimiento de OUA y la nula participación de estas en el proceso de fiscalización mencionado.

Tabla 2.6-7 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 3.1 del Plan de Acción

Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.		
N° Problema	Problemas	Actores
13	Deficiente coordinación entre usuarios en la gestión de aguas en la cuenca.	- DGA Valparaíso - SUBDERE Valparaíso - JV Primera Sección - ESVAL - Agua Potable Rural - Minería
14	Disparidades capacidades técnicas y/o financieras de las Organizaciones de Usuarios de Agua.	- Minería
15	Procedimientos MOP relacionados a aprobación de proyectos son onerosos.	- SUBDERE - CNR Valparaíso

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al objetivo de promover y revitalizar la alianza público-privada (Tabla 2.6-7), se puede observar que el principal problema identificado que es necesario superar para cumplir dicho objetivo es mejorar la coordinación entre usuarios en la gestión de aguas en la cuenca. De acuerdo a lo señalado por los diferentes actores asistentes, esta descoordinación se debe a la inexistencia de una política pública de aguas en donde se establezca una entidad que facilite la coordinación entre alianzas público-privadas, dado que, si bien existe una política hídrica regional, esta no define una entidad a nivel cuenca que se encargue de vincular tanto a instituciones públicas como privados y miembros de la sociedad civil. Esto genera diferencias al momento de establecer alianzas, por ejemplo, SUBDERE señala la participación de ESVAL en diversas iniciativas, pero se desconoce quien lidera dichos programas; mientras que los representantes de APR expresan la lenta respuesta del Estado a sus solicitudes versus la velocidad de respuesta que obtienen desde privados. Con respecto a las deficientes capacidades técnicas, los actores solo identificaron la problemática asociada, no obstante, en el acápite 6.2.5 se amplía su diagnóstico, de acuerdo fuentes secundarias.

Tabla 2.6-8 Problemas manifestados por actores convocados a reuniones PAC, en torno al objetivo 4.2 del Plan de Acción

Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.		
N° Problema	Problemas	Actores
16	Disminución de la disponibilidad de agua para la mantención de los ecosistemas acuáticos.	-Minería
17	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	- Agua Potable Rural

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, de la Tabla 2.6-8, se observa que la mayoría de los actores convocados no identifican problemáticas relacionadas a la conservación y protección del recurso y de los ecosistemas hídricos, exceptuando algunos casos puntuales, como la preocupación de los representantes de APR en la comuna de Putaendo sobre el impacto de la instalación de nuevas faenas mineras sobre la calidad de agua en el sector.

2.6.3 Brechas de coordinación

En este acápite se presenta un breve análisis de las OUA, profundizando en el estado legal, estructura organizacional, administrativa, gobernanza y financiera de las Juntas de Vigilancia de la cuenca. Seguidamente, se describe el estado actual de regulación de la cuenca, enfocado en la exposición de las relaciones entre actores relevantes y las instancias existentes de coordinación en materia hídrica. Se incluye también una comparativa cualitativa del funcionamiento de las instancias de coordinación y/o gestión hídrica a nivel internacional, abordando los casos de España, California y Australia.

Finalmente, se sintetizan las principales brechas de coordinación identificadas en la cuenca de Aconcagua en relación a su gobernanza.

2.6.3.1 Análisis de Organizaciones de Usuarios de Aguas

En la Tabla 2.6-9, la Tabla 2.6-10 y la Tabla 2.6-11, se presenta un resumen de las diferentes organizaciones de usuarios de aguas identificadas en la cuenca estudiada, siendo éstas Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas, superficiales y subterráneas.

Tabla 2.6-9 Juntas de Vigilancia en la cuenca del río Aconcagua

Junta de Vigilancia	Situación actual	Fecha vigencia	N° Usuarios totales	N° Acciones totales
JV del Río Putaendo	Aprobada	19-08-1993	37	6.053
JV de la Primera Sección del Río Aconcagua	Aprobada	30-07-1999	31	12.774
JV del Río Aconcagua Sector Quillota	Aprobada	19-10-1999	17	11.022
JV del Río Aconcagua 2ª sección	Aprobada	15-11-2013	18	27.480
DH. JV del Río Aconcagua 4ª sección	Pendiente	N/C	S/I	S/I
Total	-	-	103	57.329

Fuente: Elaboración propia basada en RPOU (2020).

Tabla 2.6-10 Asociaciones de Canalistas⁷ en la cuenca del río Aconcagua

Subcuenca	Asociaciones de Canalistas		
	N° de AC	N° de Usuarios	N° de Acciones
Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	5	2.287	6.966
Estero San Francisco	1	0	0
Estero Las Minillas	0	0	0
Río Aconcagua	12	2.806	17.567
Estero Maquis ⁸	1	257	3.585
Total	19	5.350	28.118

Fuente: Elaboración propia basada en RPOU (2020).

Tabla 2.6-11 Comunidades de Agua superficiales⁹ en la cuenca del río Aconcagua

Subcuenca	Comunidades de Agua		
	N° de CA	N° de Usuarios	N° de Acciones
Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	13	1.402	10.898
Estero San Francisco	4	267	11.592
Estero Las Minillas	36	3.962	5.998
Río Aconcagua	40	2.284	34.114
Estero Maquis ¹⁰	0	0	0
Total	93	7.915	62.602

Fuente: Elaboración propia basada en RPOU (2020).

En resumen, en la cuenca del río Aconcagua se han identificado cinco (5) Juntas de Vigilancia conformadas y dos (2) Juntas de Vigilancia "De Hecho" o Pendiente, 19 Asociaciones de Canalistas, 93 Comunidades de Aguas superficiales y una (1) Comunidad de Aguas Subterráneas¹¹.

El listado completo de las OUA presentes en la cuenca, además de otras características, como caudales y derechos de agua, se encuentran en el Anexo J.3. En el Anexo J.4 se presenta información detallada de estas OUA, en los siguientes aspectos: estado legal, jurisdicción y usuarios, estructura organizacional, administrativa, financiera e instancias de gobernanza, cuando exista. Concretamente, se recopilan antecedentes de las Juntas de Vigilancia en Anexo J.4.1, de las Asociaciones de Canalistas en Anexo J.4.2, de las Comunidades de Aguas

⁷ Comunidades de Agua y Asociaciones de Canalistas en situación actual "Aprobado", según Registro Público de Organizaciones de Usuarios (RPOU).

⁸ Si bien la subcuenca Estero Maquis no pertenece a la cuenca del río Aconcagua, la Asociación de Canalistas del Canal de Mauco capta el agua en el área de influencia de la JV de la tercera sección.

⁹ Comunidades de Agua y Asociaciones de Canalistas en situación actual "Aprobado", según Registro Público de Organizaciones de Usuarios (RPOU).

¹⁰ Si bien la subcuenca Estero Maquis no pertenece a la cuenca del río Aconcagua, la Asociación de Canalistas del Canal de Mauco capta el agua en el área de influencia de la JV de la tercera sección.

¹¹ Información sobre la CAS, en acápite 2.6.3.1, acápite ii).

(superficiales) en Anexo J.4.3 y de las Comunidades de Aguas subterráneas en Anexo J.4.4. A continuación, se presenta un breve análisis de las mismas.

i. Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua superficiales

a) Junta de Vigilancia de la Primera Sección del río Aconcagua

Según el registro público de usuarios, la JVPSA reúne a 31 usuarios, sin embargo, de acuerdo a la información del catastro de usuarios realizado por la Junta el año 2019, disponible en la página web oficial de la JVPSA (<http://primeraseccionaconcagua.cl/>), la Junta está formada por 33 usuarios con derechos de uso consuntivo y 4 usuarios con derecho de uso no consuntivo. Su constitución y estatutos fueron aprobados mediante Resolución Exenta DGA N° 1924, el 30 de junio de 1999.

Organizacionalmente, la JVPSA posee una directiva que se compone de un (1) presidente y 5 directores, con un periodo de administración de 1 año. De acuerdo a la información pública revisada, la Junta posee una planta administrativa definida, con asesores externos concretos para el área técnica y legal; y proveedores establecidos; lo que muestra la capacidad de profesionalización al interior de la OUA.

Administrativamente, se muestra como un ente funcional a dinámico¹², capaz de tomar la iniciativa para participar en instancias de fortalecimiento y generar proyectos para mejorar su organización interna y proyección productiva; cuenta con un registro de roles de usuario ordenado y actualizado, permitiendo un sistema de reparto equitativo.

En cuanto a aspectos económicos, la información pública disponible sobre el presupuesto de la Junta es escasa; sin embargo, es posible observar las bases de construcción presupuestales en los estatutos.

b) Junta de Vigilancia de la Segunda Sección del río Aconcagua

De acuerdo al RPOU, la JVSSA se conforma de 12 Comunidades de Aguas y 6 Asociaciones de Canalistas bajo su jurisdicción, de las cuales se identifica un total de 2.695 usuarios individuales (DGA, 2018a). Su constitución y estatutos fueron aprobados mediante la Resolución Exenta DGA N° 3134, el 15 de noviembre de 2013.

Organizacionalmente, la JVPSA posee una directiva que se compone de un (1) presidente y 6 directores, con un periodo de administración de 1 año. De acuerdo a la información pública revisada, la Junta posee una planta administrativa definida, con asesores externos establecidos para el área técnica y legal; lo que muestra la capacidad de profesionalización al interior de la OUA.

Administrativamente, es una Junta funcional a dinámica, se caracteriza por el cumplimiento de las normas legales, usuarios relativamente bien informados y por su

¹² De acuerdo a la tipificación de las organizaciones de usuarios de aguas señaladas en el estudio del año 2003 denominado "Elaboración de una Metodología de Organización y Capacitación de Comunidades de Agua" desarrollado por CNR y ejecutado por la Universidad de Concepción (más detalle en Anexo J.4.1).

capacidad de tomar iniciativas para seguir fortaleciéndose; cuenta con herramientas de control y administración de canales, permitiendo un sistema de reparto equitativo; sin embargo, con respecto a la información pública disponible en su página web, se observa falta de periodicidad en la actualización de sus actividades, por ejemplo, la publicación de sus Boletines informativos (ver <https://jv2rioaconcagua.cl/>).

En cuanto a aspectos económicos, la información pública disponible sobre el presupuesto de la Junta es escasa, por lo que no es posible realizar un análisis de los aspectos financieros.

c) Junta de Vigilancia del Río Aconcagua Sector Quillota (Tercera Sección)

De acuerdo al RPOU, la Junta se conforma de 17 organizaciones, en las cuales se logró identificar un total de 6.568 usuarios individuales (DGA, 2018a). Su constitución y estatutos fueron aprobados mediante la Resolución DGA N°1613, el 19 de octubre de 1999.

Organizacionalmente, la JVTSA posee una directiva que se compone de un (1) Presidente, un (1) Vicepresidente, un (1) Secretario, un (1) Tesorero y 3 directores, con un periodo de administración de 2 años. De acuerdo a la información pública revisada, la Junta posee una planta administrativa definida, lo que muestra la capacidad de profesionalización al interior de la OUA.

Administrativamente, la organización se muestra como un ente dinámico y funcional; con usuarios bien informados; capaz de tomar la iniciativa para participar en instancias de fortalecimiento y generar proyectos para mejorar su organización interna y proyección productiva; cuenta con herramientas de control y administración de canales, permitiendo un sistema de reparto equitativo. Sin embargo, con respecto a la información pública disponible en su página web, se observa falta de periodicidad en la actualización de sus actividades, como, por ejemplo, la publicación de noticias de interés; además de una deficiente mantención de algunas herramientas de administración "en línea", como el acceso público al registro de canales e información telemétrica (ver <http://www.rioaconcagua.cl/canales/>).

En cuanto a aspectos económicos, la información pública disponible sobre el presupuesto de la Junta es escasa, por lo que no es posible realizar un análisis de los aspectos financieros.

d) Junta de Vigilancia de la Cuarta Sección del río Aconcagua

Debido a que esta Junta aún no se encuentra legalmente conformada (está categorizada como "De Hecho"), no cuenta con la información necesaria para realizar análisis referente a la organización, administración, finanzas o reglas de operación.

En temas relacionados a gobernanza fue posible identificar la participación de la Junta en el "Acuerdo de redistribución de aguas y medidas por declaración de zona de escasez hídrica en la cuenca del río Aconcagua", conocido como "Mesa de Aconcagua"; sin embargo, su rol en el acuerdo no es formal, ya que al no corresponder a una OUA

conformada, no posee una personería jurídica que le permita firmar en representación de los usuarios pertenecientes a su jurisdicción.

e) Junta de Vigilancia del río Putaendo

De acuerdo al RPOU, la JVRP es conformada por 37 canales, los cuales corresponderían a un total de 3.950 usuarios de agua individuales (DGA, 2018a). Su constitución y estatutos fueron aprobados mediante la Resolución Exenta DGA N°1755, el 19 de agosto de 1993.

Organizacionalmente, la JVRP posee una directiva que se compone de un (1) Presidente, un (1) Vicepresidente, un (1) Secretario, un (1) Tesorero y 3 directores, con un periodo de administración de 1 año. De acuerdo a la información pública revisada, la organización se muestra como un ente dinámico; con usuarios bien informados y altamente participativos; con la capacidad de tomar la iniciativa para participar en instancias de fortalecimiento y generar proyectos para mejorar su organización interna y proyección productiva.

Administrativamente, es una Junta ordenada y funcional, cuenta con claras reglas de operación, las cuales son eficientemente aplicadas; también se una clara periodicidad en la actualización de información, tanto por fuentes presenciales (asambleas o reuniones extraordinarias) y no presenciales (ver <http://rioputaendo.cl/juntadevigilancia/noticias/>).

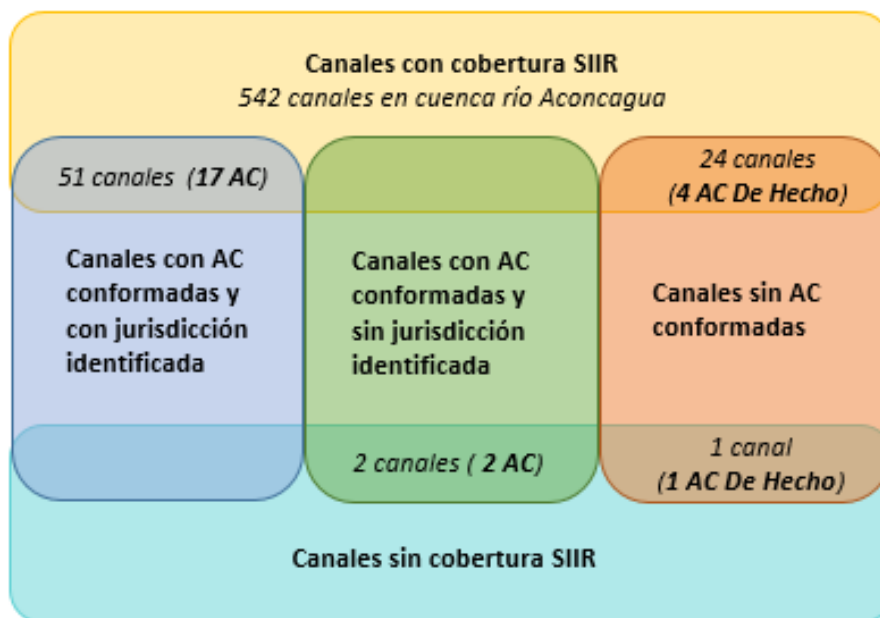
En cuanto a aspectos económicos, la información pública disponible sobre el presupuesto de la junta es escasa; sin embargo, es posible observar las bases de construcción presupuestales en los estatutos.

f) Junta de Vigilancia Estero Pocuro y sus Afluentes

Debido a que esta Junta aún no se encuentra legalmente conformada, no cuenta con la información necesaria para realizar análisis referente a la organización, administración, finanzas o reglas de operación. De acuerdo al RPOU (2020), el proceso de conformación inició el 12 de diciembre del 2019, con la solicitud de 38,91 acciones de agua, correspondiente a derechos consuntivos de ejercicio permanente y naturaleza subterránea.

g) Asociaciones de Canalistas

De acuerdo al RPOU, se registran 19 AC actualmente aprobadas. A demás, a partir del estudio de diagnóstico de las OUA (DGA, 2018a), se lograron identificar 542 canales en la cuenca. De la totalidad de canales registrados en la cuenca, a 51 canales se les asignó una AC conformada y con jurisdicción identificada; mientras que 24 canales pertenecen a alguna AC "De Hecho". Para el resto de los canales no fue posible adjudicarle una jurisdicción, ya sea por falta de información o por no ser parte de una AC conformada. Se debe considerar que, a partir de los listados de expedientes DGA correspondientes a inscripciones de AC aprobados y utilizados en el estudio, se logró identificar un grupo de AC que no registran canales en las coberturas SIIR (Figura 2.6-4).



Fuente: Elaboración propia en base a estudio DGA (2018a).

Figura 2.6-4 Número de canales espacializados (SIIR) vinculados a Asociaciones de Canalistas en la cuenca del río Aconcagua

Con respecto a la estructura organizacional, las Asociaciones de Canalistas se encuentran formadas, principalmente, por un (1) presidente o representante; un (1) tesorero; un (1) secretario y diferentes directores.

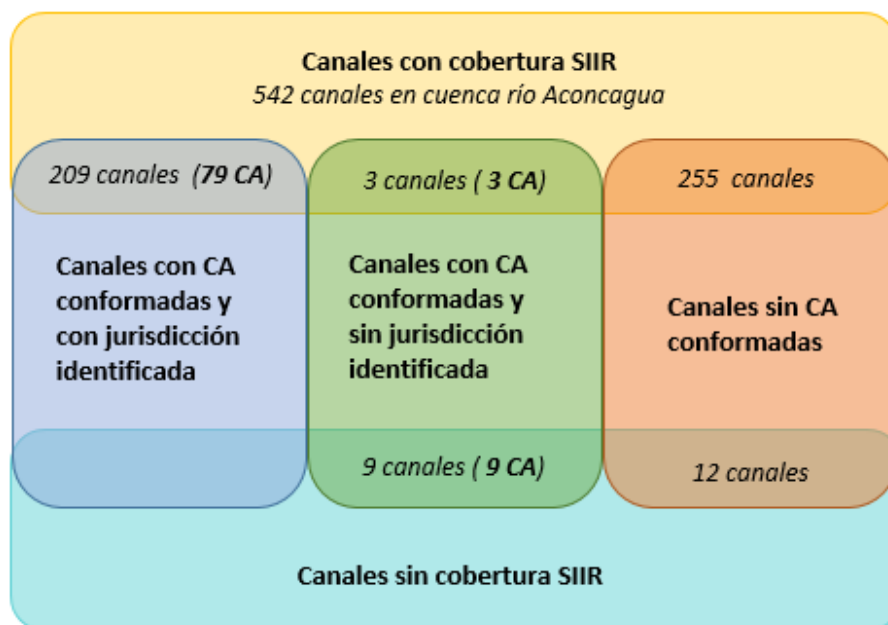
En cuanto a la estructura administrativa, gobernanza y financiera, dada la información disponible, no es posible realizar un análisis de sus capacidades actuales, sin embargo, el estudio de diagnóstico (CNR, 2016a) observa que la capacidad de gestión, participación y profesionalización de sus administradores y usuarios varía en cada Asociación; sin embargo, en los casos donde las AC funcionen en un estado legal “De Hecho”, dichas capacidades empeoran. En particular, sobre las AC en la Primera, Segunda y Tercera Sección del río Aconcagua, CNR (2016a) señala que:

- Las AC de la 1era Sección poseen un rol importante desde el punto de vista jurídico y de obras, sin embargo, demuestran malestar por la falta de voluntad hacia los servicios públicos, ya que no se sienten considerados.
- Las AC de la 2da Sección expresan que las autoridades tienen como obligación asumir el problema hídrico y hacer un plan de riego efectivo y participativo, además, demuestran poco interés en adherirse a la Junta de Vigilancia, debido a que tienen que pagar.
- Las AC de la 3era Sección consideran urgente la creación de una organización que lidere la gestión integrada de la cuenca.

h) Comunidades de Aguas superficiales

De acuerdo al RPOU, en la cuenca se registran 91 CA actualmente aprobadas. Además, de acuerdo al estudio DGA (2018a), se lograron identificar 542 canales en la cuenca, los cuales son parte del Sistema Información Integral de Riego (SIIR)

desarrollado por Comisión Nacional de Riego (CNR). De la totalidad de canales registrados en la cuenca, a 209 canales se les asignó una CA con jurisdicción identificada; al resto de los canales no fue posible adjudicarle una jurisdicción, ya sea por falta de información o por no ser parte de una CA conformada. Al igual que en caso de las Asociaciones de Canalistas, se debe considerar que, a partir de los listados de expedientes DGA correspondientes a inscripciones de CA aprobados y utilizados en el estudio, se logró identificar un grupo de CA que no registran canales en las coberturas SIIR (Figura 2.6-5).



Fuente: Elaboración propia en base a estudio DGA (2018a).

Figura 2.6-5 Número de canales especializados (SIIR) asociados a Comunidades de Agua (CA) en la cuenca del río Aconcagua

Con respecto a la estructura organizacional, al igual que las AC, y de acuerdo al estudio de diagnóstico para el Plan de Riego (CNR, 2016a), las comunidades de agua se encuentran formadas, principalmente, por un (1) presidente o representante; un (1) tesorero; un (1) secretario y diferentes directores, quienes tienen como función hacer cumplir las disposiciones de los estatutos y la gestión física del agua; sin embargo, en algunos casos, este directorio no opera conforme a sus Estatutos ni cuenta con un mínimo de tres (3) directores conforme a lo establecido en el Art. 235 del Código de Aguas. Dentro del análisis tampoco se observa la renovación de los cargos directivos.

En cuanto a la estructura administrativa, gobernanza y financiera, dada la información disponible, no es posible realizar un análisis de sus capacidades actuales; sin embargo, el estudio de diagnóstico (CNR, 2016a) clasifica a las comunidades de agua de la cuenca del río Aconcagua como organizaciones que solo cumplen con las operaciones básicas relacionadas a la captación de agua, limpieza de los canales y distribución de aguas; carentes de participación efectiva de sus usuarios; y con presupuestos que impiden la mejora de gestión y profesionalización de su

administración. En particular, sobre las CA en las diferentes secciones del río Aconcagua, CNR (2016a) señala que:

- Las CA de la *1era Sección*, al igual que las AC, poseen un rol importante desde el punto de vista jurídico y de obras; y se demuestran como agrupaciones participativas y organizadas.
- Las CA de la *2da Sección* expresan que las autoridades tienen como obligación asumir el problema hídrico y hacer un plan de riego efectivo y participativo, además, demuestran poca participación de regantes.
- Desde las CA de la *3era Sección* se percibe una falta organización dentro de la agrupación, además de existir problemas de comunicación con las autoridades.
- Desde las CA de la *4ta Sección* expresan que grandes agricultores son quienes están organizados. También se percibe una falta organización dentro de la agrupación y una desmotivación por la disminución de la disponibilidad hídrica. Además, no tienen incentivos para adherirse a la Junta de Vigilancia.
- Desde las CA del *río Putaendo* expresan problemas de regularización de derechos de aguas y se percibe un ambiente pesimista respecto de la distribución del agua.

ii. Comunidades de Aguas Subterráneas

Si bien se han presentado solicitudes de formación de comunidades de agua subterránea en la cuenca del río Aconcagua, la gran mayoría de estos procesos han sido denegados o desistidos.

A la fecha solo se ha conformado una (1) CAS, la cual se aprobó por Resolución N°1086 y escritura pública el año 2002; se ubica en la comuna de La Cruz y se compone de 4 usuarios. Considerando la estructura organizacional de esta CAS, su nivel de desarrollo de capacidades se asemeja a la de Comunidades de Aguas superficiales.

Dado lo mencionado anteriormente, es importante señalar que los efectos del cambio climático afectarán la zona estudiada, no solo en términos de reducción de precipitaciones, sino que, en la disminución de caudales y acumulación de nieve, lo cual conllevará a que los usuarios de agua prioricen la extracción de aguas subterráneas para abastecerse. Debido a esto, y considerando el rol de gestión y distribución del recurso hídrico que poseen las OUA, es de gran importancia la conformación de Comunidades de Agua Subterránea con las capacidades técnicas, legales y organizacionales necesarias para ejecutar dicho rol.

2.6.3.2 Estado actual de coordinación entre actores

A continuación, se presenta una descripción de las relaciones entre actores relevantes en materia hídrica, para disponer de una visión de los vínculos entre organizaciones y/o entidades públicas y privadas para la gestión hídrica, y las instancias existentes para este fin.

i. Sociograma de redes de actores relevantes

El sociograma de redes es una herramienta que permite visualizar los vínculos entre los actores convocados a procesos participativos, para el cual se deben considerar los siguientes conceptos necesarios para definir dicho vínculo o tipo de relación:

- Definir la fuente e instrumento de levantamiento de información (cuestionarios y/o entrevistas).
- Tener claro los nodos que definirán la red y su caracterización (atributos de los actores, relación entre actores y/o participación en actividades).
- Realizar matrices (convencional - sociométrica) con la información de los nodos y sus relaciones (mínimo dos variables, por ejemplo: sexo, ocupación o edad).
- Análisis gráfico de la red (sociograma): análisis visual y descriptivo de sus formas, elementos y figuras.
- Análisis estadístico del comportamiento de la red y los nodos (índice de densidad, distancia geodésica, grado centralidad y grado de intermediación).

No obstante, debido a las modificaciones en los diseños de las reuniones PAC (ver Anexo F acápite 3.5.2), surgieron una serie de limitantes que impidieron construir de manera correcta esta herramienta (ver Anexo F acápite 3.5.5.3 i), lo cual significó que, para términos del presente estudio, el no poder construir esta herramienta constituya una brecha para el análisis de redes de actores relevantes convocados.

ii. Relación entre actores relevantes

A partir de la asistencia de actores a las reuniones de Participación Ciudadana realizadas en este estudio, fue posible identificar dos ámbitos relevantes para los que se analiza en detalle las relaciones de interés entre actores: agua potable (tanto urbana como rural) y riego.

a) Actores relevantes vinculados al agua para uso humano

A nivel urbano, la empresa sanitaria ESVAL está presente en la cuenca del río Aconcagua, proporcionando el recurso hídrico al entorno urbano según su territorio operacional, con los requisitos de distribución de agua potable y tratamiento de aguas servidas establecidos por la normativa vigente (con la Ley General de Servicios Sanitarios D.F.L. N° 382 de 30 de diciembre de 1988 como marco regulatorio principal del sector sanitario¹³), sobre la cual la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), perteneciente al MOP, ejerce de figura fiscalizadora en temas de otorgamiento de las concesiones, descargas a las redes de alcantarillado, condiciones de calidad y continuidad de servicios, calidad de agua transportada por las redes de abastecimiento, programas de desarrollo, entre otros. Como se presenta en la Tabla 2.6-1, la SISS tiene la representación territorial en la cuenca del río Aconcagua como Oficina Regional de Valparaíso.

¹³ La legislación vigente sobre servicios sanitarios puede consultarse en el “Compendio Normativo de los Servicios Sanitarios. Agua Potable y Saneamiento” (SISS, 2018), disponible en el link: https://www.siss.gob.cl/586/articles-16991_recurso_1.pdf [accedido el 21 de agosto de 2020].

ESVAL, como titular de DAA de aguas superficiales en la cuenca, es usuario de las OUA de la cuenca en todo el territorio¹⁴, y tiene estrecha relación con las Juntas de Vigilancia de la cuenca del río Aconcagua. También es titular de DAA subterráneos, pero tal como se ha expuesto en acápite anteriores, no existen Comunidades de Agua Subterráneas conformadas en la cuenca. Esta empresa también tiene relación con la DOH por el embalse Los Aromos como obra de acumulación de agua para abastecimiento.

Desde la perspectiva del agua potable rural, existen los Comités APR, los cuales tienen una fuerte relación con la DOH, en tanto que sus sistemas fueron financiados por el Programa DOH-APR. En la cuenca del río Aconcagua, existen 83 APR en convenio para el período 2019-2021. Respecto de estos sistemas, como organizaciones intercomunitarias, existe actualmente sólo la Asociación Gremial de Servicios Sanitarios Rurales de Aconcagua, que agrupa a 23 cooperativas de APR de la provincia de San Felipe. Según información de la DOH regional¹⁵, existieron organizaciones de APR provinciales de Los Andes y Quillota, pero están inactivas; en la provincia de Marga Marga no existe tampoco unión provincial de APR.

Por otro lado, y según lo expresado durante la reunión PAC de actores relativos al agua potable, ESVAL tiene estrecha relación con algunos sistemas APR, los cuales están interconectados, en los que la empresa sanitaria les proporciona el recurso hídrico desde sus redes y el Comité mantiene la distribución operacional y el rol comunitario (por ejemplo, APR El Boco, en Quillota). La empresa sanitaria ve positiva esta relación y podría extenderse a otros sistemas, siempre y cuando la interconexión se planifique a mediano/largo plazo. Respecto a esta relación, algunos APR han firmado convenio con ESVAL para el tratamiento de aguas servidas, como es el caso del APR La Troya.

Adicionalmente, cabe resaltar la relación de algunos comités APR con las JV para la compra de agua; por ejemplo, el Comité APR Rinconada de Guzmanes, en la comuna de Putaendo, *"[...] lleva 18 años comprando con contrato agua cruda a la Junta de Vigilancia para potabilizarla"*. También existen vínculos con otros actores del territorio, como la cooperativa APR El Cobre La Colonia, en la comuna de Catemu, en que obtuvieron apoyo por parte de la Fundición Chagres, proporcionándoles equipos de telemetría.

Otra relación de importancia es la que mantiene entre el GORE de Valparaíso y su compromiso con fortalecer la seguridad hídrica para las zonas urbanas y reducir la vulnerabilidad y fragilidad de las fuentes de agua que abastecen los sistemas de Agua Potable Rural¹⁶, además de fortalecer las organizaciones APR y regularizar los DAA de estos usuarios. Asimismo, de acuerdo a lo presentado en el "Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en la cuenca de Aconcagua" (CNR, 2016a), las

¹⁴ Sus fuentes superficiales comprenden puntos a lo largo de las 4 secciones del río Aconcagua y el río Putaendo, pudiendo extraer agua desde los canales La Petaca, Curimón, El Sauce o Encon, Esval, Serrano, Waddington, Ovale, El Pueblo, La Compañía.

¹⁵ Información proporcionada por Hernán Cortez, director del Depto. APR-DOH Región de Valparaíso (junio 2020).

¹⁶ De acuerdo a lo establecido en la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso", establecida en agosto de 2019

Gobernaciones Provinciales, a través del Gobernador y de acuerdo con las instrucciones del intendente, ejercen la supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de los lineamientos del GORE respecto a temas relacionados a la gestión hídrica, con el objetivo de reducir los niveles de vulnerabilidad ante emergencias hídricas y el abastecimiento de agua

Como apoyo a la gestión del GORE en temas de abastecimiento para agua potable, SUBDERE posee una unidad de Saneamiento Sanitario, la cual cofinancia iniciativas de inversión relacionadas con sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas servidas, disposición final de aguas tratadas y todas aquellas infraestructuras necesarias para entregar una solución integral al abastecimiento de agua potable. Entre alguna de sus funciones se encuentra administrar la “Provisión Saneamiento Sanitario”, acorde a lo establecido en la Ley de Presupuestos del Sector Público de cada año; administrar el “Programa de Apoyo para la Reducción del Déficit de Cobertura de Agua Potable y Saneamiento en el Marco de las Metas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para Chile”, acorde a lo establecido en el Convenio de Financiación entre el Instituto de Crédito Oficial del Gobierno de España y la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del Ministerio del Interior y Seguridad Pública de la República de Chile; colaborar en la definición de políticas públicas relacionadas con la reducción de déficit de cobertura de agua potable y saneamiento sanitario. SUBDERE también se encuentra a cargo del “Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT)”, el cual puede financiar proyectos de infraestructura para agua potable y saneamiento.

Finalmente, en cuanto a la relación de los municipios y su vinculación al agua para consumo humano, estos se encargan de administrar y gestionar los recursos necesarios para obtener camiones aljibes, con el objetivo de mejorar el suministro de agua potable a la población, principalmente rural, que no tiene acceso a servicios sanitarios como ESVAL u APR. Entre algunos de los convenios para lograr el objetivo mencionado, se encuentra el fondo de financiamiento administrado por GORE-CORE, el cual ha permitido la entrega de camiones aljibes a diferentes municipalidades de la cuenca, tales como San Felipe, Villa Alemana, Olmué, Nogales y Putaendo¹⁷.

b) Actores relevantes vinculados al riego

Los actores principales vinculados al riego son las OUA, representadas en la cuenca por las Juntas de Vigilancia de la 1ª, 2ª y 3ª sección del río Aconcagua y la JV del río Putaendo. Cabe destacar la estrecha relación que existe entre ellas en la gestión del recurso hídrico, sobre todo las JV de las cuatro secciones, impulsada por la situación de necesidad en escenario de escasez hídrica y organizada en la Mesa Hídrica del Aconcagua¹⁸, instancia que nace a partir del “Protocolo de Acuerdo de redistribución de aguas y medidas por declaración de zona de escasez hídrica en la cuenca del río Aconcagua”. En ella, además de los gerentes, asesores técnicos y directores de las Juntas, asisten actores públicos (SEREMI Obras Públicas, SEREMI Agricultura, DGA,

¹⁷ De acuerdo a publicación “Intendente y Consejo Regional realizan tercera entrega de camiones aljibe a los municipios” del 5 de junio de 2020 (ver <en línea> <http://www.intendenciavalparaiso.gov.cl/noticias/intendente-y-consejo-regional-realizan-tercera-entrega-de-camiones-aljibe-a-los-municipios/>)

¹⁸ La instancia Mesa del Aconcagua se describe en detalle en el acápite 2.6.2.

DOH, CNR, entre otros) y privados (ESVAL, APR, etc.) según las temáticas que se traten en cada sesión.

Sobre los actores relacionados al sector productivo agrícola, se identifican grupos de productores asociados Asociaciones Provinciales¹⁹ (San Felipe, Los Andes, Quillota, y Marga Marga), quienes, de acuerdo a lo señalado por CNR (2016a), contribuyen a que sus asociados mejoren la competitividad en la producción agrícola y que ésta sea sustentable en el tiempo, debido a esto, sus principales preocupaciones se manifiestan en torno a los problemas de disponibilidad de agua asociados al aumento de las zonas de urbanización en entornos tradicionalmente agrícolas, lo cual conlleva a una desconfianza en los procesos de coordinación y colaboración entre actores públicos y privados.

Una de las relaciones entre actores a destacar en el ámbito del riego corresponde a aquella entre la Comisión Nacional de Riego (CNR) y las OUA. La CNR, a través de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (Ley N° 18.450), la cual es un instrumento que, a través de un sistema de concursos, bonifica la construcción de proyectos de obras de riego y/o drenaje, a través de la cual la mayoría de OUA mejoran sus infraestructuras. Además, desde su nivel central, la CNR genera diversos estudios y programas de fortalecimiento de OUA, entre otros. Territorialmente, la CNR tiene presencia en la cuenca, con una Oficina Regional en Quillota.

A su vez, INDAP, como institución encargada de promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos, tiene presencia territorial en la cuenca del río Aconcagua a través de una Oficina Regional y presencia local en Los Andes, San Felipe, Quillota, La Calera y Limache. Tiene programas de riego asociativo (PRA), intrapredial (PRI), obras menores de riego (PROM), bono legal de aguas (BLA), entre otros; pero su relación mayoritariamente es de carácter directo con los regantes de forma individual.

La DOH es la institución encargada de proveer de infraestructura de regadío que permita disponer del recurso hídrico para incorporar nuevas áreas al riego y/o aumentar la seguridad de riego de las superficies actualmente regadas. En la cuenca del río Aconcagua, su presencia es a nivel regional; tiene relación directa con las OUA, especialmente con las JV del río Aconcagua (en la Mesa del Aconcagua, principalmente) como la JV del río Putaendo por la construcción y explotación del embalse Chacrillas.

En cuanto a la relación del GORE Valparaíso con este sector, en su “Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso” firmada el año 2019, GORE prioriza el entregar una sostenibilidad hídrica a la producción agroalimentaria actual, además de avanzar con el fortalecimiento de las capacidades organizacionales

¹⁹ Este grupo de actores no fue convocado a las actividades PAC dado que, durante el proceso de revisión de antecedentes desde fuentes secundarias, no eran identificados como actores claves (CNR-CIREN, 2016), no obstante, se considera su participación en procesos informativos como el Seminario final. Además, el sector productivo contó con representantes durante las reuniones realizadas con las Juntas de Vigilancia.

de OUA y otorgar seguridad de riego a la agricultura familiar campesina; esto a través de potenciar alianzas como Convenio GORE-INDAP y programas sectoriales de CNR y MINAGRI.

Finalmente, cabe señalar la constante relación entre los usuarios de agua y otras entidades públicas con postestades fiscalizadoras en la cuenca, como lo es la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), a cargo de fiscalizar las normas y condiciones sobre la base de las cuales se han aprobado o aceptado los Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental, de las medidas e instrumentos que establezcan los Planes de Prevención y de Descontaminación, de las normas de calidad y emisión, entre otros establecidos en la Ley 19.300 (Bases Generales del Medio Ambiente). De los principales instrumentos de gestión ambiental relacionados a temas hídricos dentro de la Ley 19.300 y que son utilizados por el SMA en sus procesos de fiscalización se encuentran: Decreto 9052 "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales"; Normas de Calidad Primaria y Secundaria las cuales fijan niveles de contaminación tolerables en un entorno o medio determinado; Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental para obras hidráulicas susceptibles a causar impacto ambiental, como embalses, tranques o sifones. Otra entidad fiscalizadora es el Servicio Nacional de Salud (SNS), a la cual, a través del "Código Sanitario" (DFL N°725 de diciembre de 1967), se le asigna el rol de protección sanitaria del agua potable y el saneamiento de las aguas que se utilicen para riego; prohíbe la descarga de aguas servidas o residuos industriales o mineros en cualquier fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua para riego (entre otros fines) sin su previa depuración en la forma en que determinen los reglamentos; prohíbe la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares ni en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar el caudal o la calidad natural del agua, sin previa autorización del Servicio Nacional de Salud; señala que las aguas de alcantarillado, desagües, acequias u otras aguas declaradas contaminadas por la autoridad sanitaria se podrán usar en el riego agrícola cuando se obtenga la autorización correspondiente del Servicio Nacional de Salud, que determinará el grado de tratamiento, de depuración o desinfección que sea necesario para cada tipo de cultivo (el Decreto 1775, de Salud, publicado en 1995, estableció normas para la aplicación de este presente artículo)²⁰.

c) Relación de la DGA en ámbitos de agua potable y riego

La DGA, en la cuenca del río Aconcagua, tiene su representación a nivel regional. Los vínculos principales de la DGA con ESVAL y APR (agua potable) y con las OUA (riego) guardan relación con el otorgamiento de DAA y la resolución de conflictos sobre procedimientos administrativos en temas relacionados a la constitución o ejercicio de los DAA; también se relaciona con la generación de información sobre el recurso hídrico a través de su red hidrométrica (estaciones fluviométricas y nivel de pozos); con el registro y fiscalización del funcionamiento de las OUA e indirectamente con las fiscalizaciones sobre extracciones. Adicionalmente, en estado de vigencia de Decreto

²⁰ De acuerdo a lo explicitado por Centro del Agua, Universidad de Concepción, respecto a la Legislación sobre recursos hídricos y riego (<en línea> <http://www.centrodelagua.cl/>, visitado por última vez el 18 de noviembre de 2020)

de Escasez Hídrica, los usuarios (sanitaria, APR, regantes) pueden solicitar a la DGA extracción temporal de aguas.

En la cuenca, se destaca la participación de DGA en las Mesas Hídricas de Trabajo, en particular en la Mesa de Aconcagua, para la cual los miembros solicitaron la expresa asistencia de DGA para la fiscalización del cumplimiento del acuerdo, siempre en el ejercicio de sus facultades y atribuciones; además, a través de las actas de las sesiones del Comité de la Mesa de Aconcagua, se observa el rol de mediador que implícitamente cumple DGA durante dichas reuniones.

d) Conflictos

Los conflictos asociados al recurso hídrico tienen diferentes causas, puede referirse al volumen o a la calidad, aumentando donde el agua es escasa (Meza y McPhee, 2011); uno de los principales conflictos identificados en Chile son aquellas relacionadas con el otorgamiento de derechos de agua, la regularización de derechos consuetudinarios, la aplicación de patentes por no uso de agua y la definición de disponibilidad de agua (Vergara y Rivera, 2018). No obstante, durante las reuniones PAC realizadas en el presente estudio, no se identificaron conflictos relevantes entre los actores convocados.

También es importante considerar que la cuenca posee un registro histórico de conflictos relacionados a la falta de coordinación para la gestión hídrica, principalmente entre las Juntas de Vigilancia o Administraciones de las diferentes secciones.

Cabe señalar que el seccionamiento de la cuenca fue realizado por DGA mediante Resoluciones judiciales en los años 1878 y 1916 (CNR, 2016a), generando 5 secciones con administraciones independientes, disgregando el recurso y sentando las bases para futuros conflictos. De esta manera, de acuerdo a lo señalado por DGA (2004b), la cuenca queda seccionada como se presenta a continuación:

- Primera Sección: Abarca desde las nacientes de los ríos Juncal, Blanco y Colorado en la Cordillera de los Andes hasta el puente del Rey. Los recursos de agua disponibles en este tramo provienen, principalmente, del caudal propio del río Aconcagua y sus afluentes cordilleranos.
- Segunda Sección: Aguas abajo de la Primera Sección, abarca desde el puente carretero del Rey, hasta el lugar donde pasa el río Aconcagua frente a la puntilla de Romeral. Sus principales afluentes son el río Putaendo y el estero Catemu; los recursos de agua lo constituyen las recargas provenientes de los acuíferos en la parte alta del río Aconcagua; los sobrantes del río Putaendo y los sobrantes desde la Primera Sección junto con el estero Pocuro, que desemboca en el cierre de la Primera Sección.
- Tercera Sección: Aguas abajo de la Segunda Sección, se encuentra entre La Puntilla de Romeral y el puente de ferrocarril ubicado después de la junta del río Aconcagua con el estero San Isidro. Es abastecida principalmente por los sobrantes de la Segunda Sección y sus recursos propios provenientes de estero El Melón o Los Litres, el estero Rabuco y el estero San Isidro o Pocochay.

- Cuarta Sección: Aguas abajo de la Tercera Sección, está comprendida entre el puente de ferrocarril, ubicado después de la junta del río Aconcagua con el estero San Isidro y la desembocadura del río Aconcagua al Océano Pacífico. Principalmente abastecida por los sobrantes de la Tercera Sección y sus recursos propios provenientes del estero Rautén y por los sobrantes del estero Limache.
- Sección Putaendo: Conformada por toda la subcuenca del río Putaendo, desde sus nacientes en la cordillera de Los Andes hasta la desembocadura al río Aconcagua en su Segunda Sección. Está abastecida principalmente por el río Rocín y el estero Chalaco.

Como se mencionó anteriormente, la administración disgregada de la cuenca ha generado diferentes conflictos a lo largo del tiempo, lo cual, sumado al aumento de eventos críticos como la sequía, acentúan las ineficiencias en gestión hídrica y empeoran los desacuerdos, particularmente entre las organizaciones ubicadas en el sector bajo de la cuenca (JV Tercera y Cuarta Sección), con las organizaciones ubicadas en la zona alta (JV Primera y Segunda Sección)²¹. Debido a esto es que DGA, acogiéndose a lo estipulado en los Artículos 314 y 315 del Código de Aguas, ha debido intervenir en la administración del recurso en la cuenca.

Según lo señalado por DGA (2012) en el estudio “Servicios generales de estudio y análisis de caudales y apoyo en la redistribución de las aguas a la Dirección General de Aguas, en la Segunda Sección del río Aconcagua”, entre algunas de las intervenciones realizada por DGA, se encuentra la evaluación de la situación hídrica del río Aconcagua, desarrollada el año 1996²², sobre la cual se resolvió la redistribución de las aguas de dicho río, en la Segunda y Tercera Sección. Entre las medidas adoptadas se encuentra la solicitud a la Junta de Vigilancia de la Primera Sección del río Aconcagua, de entregar parte de los recursos de esa sección, en beneficio de los sectores ubicados aguas abajo; se fijaron sistemas de redistribución de los recursos entre la Segunda y Tercera Sección del río Aconcagua; se sometió a turno los canales de la Segunda Sección del río Aconcagua y; se sometió a turno los canales de la Tercera Sección del río, en base a los recursos liberados de los sectores altos del río.

DGA (2012) también señala que, a raíz de la extraordinaria situación de escasez, el día 17 de noviembre de 2011, las Juntas de Vigilancia suscribieron un acuerdo firmado por los representantes de los regantes de la Primera, Segunda y Tercera Sección del río Aconcagua. Dicho acuerdo contempló el cierre de todos los canales de las dos primeras secciones durante 36 horas todos los sábados y domingos, con el fin de entregar el total del agua pasante por el río, a la Tercera Sección. Sin embargo, durante procesos de fiscalización, DGA detecta el incumplimiento del acuerdo por parte de la Segunda Sección, debido a esto el 25 de enero de 2012, mediante Resolución D.G.A N° 22, se declara la redistribución de las aguas en la Segunda Sección del río Aconcagua y se designa a la funcionaria encargada de ejercer las facultades y atribuciones establecidas en el artículo 314, del Código de Aguas.

²¹ Como referencia, ver publicación de octubre 2018 <en línea> <https://aconcaguaaldia.cl/schilling-califica-de-tramposo-el-acuerdo-de-las-juntas-de-vigilancia-para-distribuir-aguas-del-rio-aconcagua/>, última vez visitado octubre de 2020.

²² Resolución D.G.A. N° 95, de fecha 26 de enero de 1996,

Finalmente, el año 2018, con motivo de la declaración de Zona de Escasez Hídrica para la cuenca del río Aconcagua, los representantes de las Juntas de Vigilancia de la Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Sección, firman el “Protocolo de Acuerdo de redistribución de aguas y medidas por declaración de zona de escasez hídrica en la cuenca del río Aconcagua”. Dicho protocolo se modifica en octubre de 2019, modificando acuerdos y compromisos; esta vez el Protocolo es firmado por los representantes de las Juntas de Vigilancia de la Primera, Segunda, Tercera Sección; y su vigencia terminará una vez cese el efecto del Decreto MOP N°s 91 del 20 de agosto del 2019 y N°s 97, 98 y 99, todos de septiembre de 2019, o cuando todas las partes modifiquen la fecha unánimemente.

iii. Instancias de relación entre actores

a) Generalidades

Según lo planteado por Basualto *et al.* (2019) para el estudio de “Modelos de gestión, conflictos y mediación en cuencas hidrográficas”, en Chile, las mayores carencias en la institucionalidad están relacionadas principalmente con la falta de un ente regulador a nivel de cuenca, que sea capaz de administrar los recursos hídricos desde una perspectiva local, que tenga la capacidad de generar las instancias necesarias de participación para generar una visión común de todos los usuarios de la cuenca, que permitan orientar la resolución de conflictos en torno al agua, una distribución equitativa a los distintos usos considerando las dimensiones ambientales y sociales, aspectos ausentes en la legislación actual del agua.

CEPAL (2015) observa que, en los debates sobre “Conflictos por el Agua (CpA)”, hay una ausencia de un marco teórico riguroso para procesar la enorme casuística existente, por lo que se hace necesario la búsqueda de herramientas que faciliten el abordaje de los mismos. Considerando lo anterior, CEPAL (2015) cita la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible pronunciada el año 1992, en donde se establece que “el aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” y según la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo proclamada el año 1992, “el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda”. Es en este marco en donde surgen las “Mesas del Agua” como una herramienta para coordinar conflictos actuales y potenciales entre usuarios y otros actores relevantes; el concepto de “Mesa del Agua” puede adoptar otros nombres, pero mantiene la misma finalidad.

Las “Mesas del Agua” debieran ser una instancia para abordar necesidades y soluciones que se presentan por el aumento de la demanda del agua por parte de diferentes sectores usuarios, así como para la conservación del medio ambiente; limitado a la buena voluntad de los actores que participan en las reuniones y que se congregan por el interés de buscar en forma conjunta opciones para solucionar, prevenir y en lo posible evitar o minimizar los posibles conflictos que surgen a medida que las demandas competitivas por el agua se incrementan (FCH-GORE, 2010).

b) Mesas en la cuenca del río Aconcagua

Fundación Chile (FCH, 2017) señala que, dentro del proceso de modernización del Ministerio de Obras Públicas, se definió como prioritario lograr una mayor participación de instancias regionales y otros actores relevantes en las decisiones de política y planificación, así como el fortalecimiento de la planificación en el ámbito de recursos hídricos a nivel de cuencas y la capacidad de fiscalización de la explotación del recurso agua. Con respecto a este punto, MOP identifica dentro del desarrollo del "Plan Aconcagua", tres Mesas de Trabajo para el agua, las cuales se describen a continuación:

- Mesa Aconcagua: Formada en octubre de 2018, esta instancia nace a partir del "Protocolo de Acuerdo de redistribución de aguas y medidas por declaración de zona de escasez hídrica en la cuenca del río Aconcagua" suscrito en octubre de 2018. El Comité está conformado por un representante de cada una de las secciones de la cuenca y un representante de ESVL, pudiendo contar con la participación de un representante de DGA y DOH como veedores del proceso. La función del Comité será el monitoreo, velar y resguardar la ejecución del Acuerdo; gestionar conflictos y; desarrollar propuestas y sugerencias respecto de las medidas necesarias al mediano y largo plazo para dar cumplimiento de los términos del Protocolo. El Protocolo de Acuerdo se suscribe con motivo de la declaración de Zona de Escasez Hídrica para la cuenca del río Aconcagua y su vigencia terminará una vez cese el efecto del Decreto MOP N° 126 del 29 de agosto del 2018 o todas las partes modifiquen la fecha unánimemente. Entre algunos de los acuerdos a cumplir se encuentran:
 - Sistema de reparto de aguas superficiales: definición de turnos para apertura y cierre de compuerta de canales; determinación de los caudales a repartir y las condiciones de operación.
 - Convenio con DOH para la habilitación, uso y explotación de los pozos fiscales y DAA en el sector de Curimón y Panquehue, más los excedentes de pozos de Llay-Llay. Se incluye reglas de operación y distribución.

Este comité continúa trabajando, con reuniones periódicas y desarrollando iniciativas para la mejora de la gestión de agua en la cuenca. Las actas de reuniones, reportes a Dirección General de Aguas y reportes para Dirección de obras Hidráulicas son información pública y suscrita en portal web perteneciente a DGA (https://dga.mop.gob.cl/Paginas/plan_aconcagua.aspx). Además, a raíz del "Plan de Obras Hidráulicas del río Aconcagua" firmado por las Juntas de Vigilancia de la Primera, Segunda y Tercera Sección y ESVL, surge una Mesa Técnica para abordar específicamente y desde un punto de vista técnico dichas obras.

- Mesa Regional para la Emergencia Hídrica: Es una mesa creada en el marco de la emergencia agrícola y la contingencia hídrica desde octubre del año 2019, la cual nace al alero de la Mesa Operativa Nacional para la Emergencia Hídrica,

la cual tiene como objetivo general, enfrentar la sequía a corto plazo (2019-2020), actuar en terreno y entregar soluciones oportunas y coordinadas.

De acuerdo al “Protocolo Mesas Regionales para la Emergencia Hídrica”²³, particularmente, a nivel región, su objetivo es dimensionar y solucionar los problemas hídricos, llegando a nivel de localidad, priorizando según urgencia. Además, informar la situación pronóstico de la región, y permitir cuantificar los recursos requeridos. Esta Mesa está liderada por el Intendente Regional, y la conforman de forma permanente, representantes de MOP (DGOP, DGA, DOH, SISS); MINAGRI (CNR), Ministerio del Interior (UGRE, SUBDERE, ONEMI); y Unidad Regiones de SEGPRES. Se debe considerar que, de acuerdo a los lineamientos base del Protocolo, los Intendentes pueden proponer cambios en las mesas e integrar actores según lo estimen conveniente, por lo que la participación de Organizaciones de Usuarios de Agua no es periódica ni establecida y es dependiente de la situación atinente a tratar en la mesa. Su trabajo se centra en tres ejes:

- Aseguramiento del agua potable urbana
 - Disponibilidad del agua potable rural
 - Apoyo a la producción agropecuaria.
- Mesas Provinciales: Implementadas por MOP durante en el año 2019, son mesas hídricas en las provincias de San Felipe; Los Andes; y Quillota-Marga Marga; lideradas por los Gobernadores correspondientes, en ella también participan Alcaldes, representantes de las Juntas de Vigilancia y MINAGRI). El SEREMI de Obras Públicas señaló que estas mesas se formaron con el objetivo de “conocer de primera fuente las necesidades y también para nosotros tanto el Ministerio de Obras Públicas como Agricultura poder informar las acciones que estamos desarrollando y que llevaremos adelante también la próxima temporada”. Por ejemplo, en diciembre del 2019 se convoca la Mesa Hídrica Provincial de San Felipe de Aconcagua; encabezada por el Gobernador Claudio Rodríguez, contó con la presencia de los alcaldes de Panquehue, Luis Pradenas; Catemu, Boris Luksic; Santa María, Claudio Zurita; San Felipe, Patricio Freire; además del Secretario Regional Ministerial de Agricultura Humberto Lepe; el Director Regional de la DOH Boris Olgún; del Coordinador Regional de la CNR Juan Cabrera y; representantes de INDAP y la DGA (ver <http://www.gobernacionanfelipec.gov.cl/noticias/mesa-hidrica-provincial-analiza-avance-de-gestiones-para-obras-de-riego/>).

También se puede identificar la Mesa Regional del Agua en la región de Valparaíso, conformada el año 2018 y convocada por el Senador Juan Ignacio Latorre, en el cual participan representantes de organizaciones de la sociedad civil, ONG y del mundo académico, tales como Fundación Newenko, el Movimiento de Defensa del Agua, la Tierra y la Protección del Medioambiente (Modatima), la agrupación Putaendo Resiste, la organización Mujeres en Zona de Sacrificio en Resistencia Quintero-Puchuncaví, académicas de Trabajo social de la Universidad de Valparaíso, la Fundación Henrich

²³ De acuerdo al Anexo 1 Minuta N°512 DCI/2019: Protocolo Mesas Regionales para la Emergencia Hídrica, desarrollado por la División de Coordinación Interministerial (Ministerio Secretaría General de Gobierno).

Boll Stiftung Oficina regional Cono Sur, en colaboración con la oficina regional de Valparaíso del Instituto Nacional de Derechos Humanos, entre otros actores (ver <https://recuperemoselagua.cl/>). Su objetivo principal es levantar propuestas político-legislativas para la recuperación democrática del agua como derecho humano y bien común, a través de diagnósticos participativos en los territorios de la región; la generación de propuestas de políticas e iniciativas parlamentarias; la articulación de actores del mundo social, político y académicos (Mundaca, 2019). La Mesa continua activa, con la última reunión realizada en enero de 2020.

c) Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso

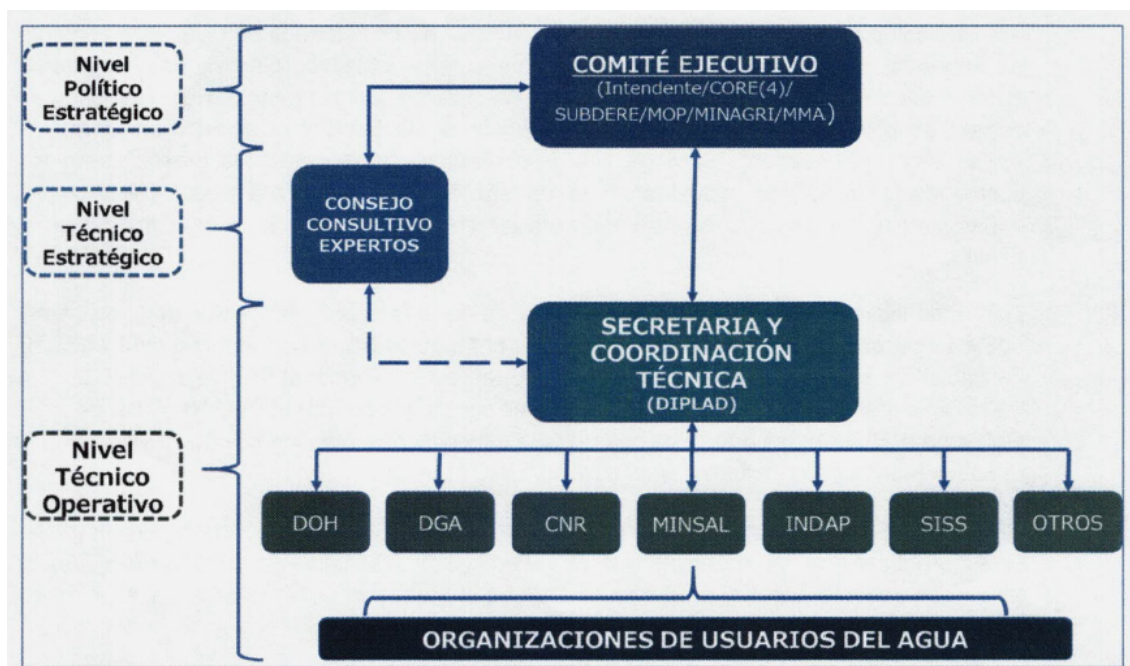
Aprobada en agosto de 2019 por el Gobierno Regional de Valparaíso (GORE), esta Política tiene por objetivo abordar la situación de desequilibrio hídrico que afecta la disponibilidad de agua para consumo humano y para responder a los requerimientos actuales y futuros, de las actividades productivas agroalimentarias, industriales, mineras, de energía y turísticas de la región, así como para la preservación de los ecosistemas. Para esto considera tres pilares que estructuran las acciones a ejecutar, a partir de los cuales se definen diferentes ejes estratégicos, los cuales apuntan a lograr la imagen objetiva propuesta en la Política; los pilares y ejes mencionados son:

1. Seguridad y aumento de la oferta de agua
 - a. Habilitación de nuevas fuentes de aprovisionamiento.
 - b. Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento.
 - c. Restauración de ecosistemas hídricos.
2. Sustentabilidad de la demanda de agua
 - a. Uso eficiente del recurso.
 - b. Conservación de ecosistemas hídricos (terrestres).
 - c. Sistemas productivos agrícolas adaptados al cambio climático.
3. Gobernanza y gestión hídrica
 - a. Institucionalidad Regional.
 - b. Conformación y fortalecimiento de las organizaciones y capacitación de los usuarios del agua.

También se definen focos en los cuales se centrarán y priorizarán las iniciativas que se promuevan en esta política:

1. Agua para consumo humano y saneamiento.
2. Agua para la producción agroalimentaria.
3. Agua para la producción industrial, minera y de energía.
4. Agua para la preservación ecosistémica.

Finalmente, se describe la gobernanza de la Política; esta se considera como una herramienta para gestionar procesos complejos a través de asociatividad, colaboración y negociación, la cual será utilizada por el GORE para aplicar la Política. Considerando lo mencionado anteriormente, la Política plantea el modelo de gobernanza presentado en la Figura 2.6-6.



Fuente: GORE Valparaíso (2019).

Figura 2.6-6 Modelo de gobernanza de la Política de Sostenibilidad Hídrica

De acuerdo a los 3 niveles presentados en la figura anterior, el nivel Político Estratégico tendrá como función ejercer la toma de decisiones sobre la Política, liderarla, generar mecanismos de coordinación y velar por la transparencia en la ejecución de la política; el nivel Técnico Estratégico deberá asesorar la definición de lineamientos de acción, proponer medidas de fortalecimiento, apoyar la implementación de la política, entre otros; finalmente, el nivel Técnico Operativo, representado por una Secretaría y Coordinación Técnica, deberá generar información sistematizada sobre la ejecución de acciones contempladas en la política, desarrollar instrumentos e indicadores para el cumplimiento de esta, analizar y canalizar propuestas de los actores, elaborar, coordinar e implementar la ejecución de las iniciativas en el marco de la política, entre otros²⁴.

2.6.3.3 Lecciones de experiencias internacionales

A continuación, se presentan algunas de lecciones centradas en las tres dimensiones presentadas por OCDE (2015a) para alcanzar una gobernanza eficiente, eficaz e incluyente en Chile y en la cuenca del río Aconcagua. Estas lecciones se identifican a partir de un breve análisis de las principales características de la gobernanza internacional en materia hídrica enfocada en los casos de España, California y Australia, ya que estos lugares presentan cierto grado de similitud con Chile en características climáticas, de usuarios y/o de gestión del recurso, según el caso. La caracterización realizada para cada país y Estado, se presenta en Anexo J.4.5. La metodología utilizada para el presente análisis se presenta en Anexo F acápite 3.3.4.3.

²⁴ Más detalle de la Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso, en la publicación <en línea> http://www.gorevalparaiso.cl/archivos/archivoDocumento/2019/otros/REXE_893_Aprueba_POLIHIDRICA_13_08_2019.pdf (visitado por última vez el 23 de septiembre de 2019)

i. Dimensión “Efectividad”

De acuerdo a OCDE (2015a), esta dimensión se refiere a la contribución de la gobernanza en definir metas y objetivos sostenibles y claros de las políticas del agua en los diferentes órdenes de gobierno, en la implementación de dichos objetivos de política y en la consecución de las metas y objetivos esperados.

A continuación, se presentan las ideas más relevantes en materia de “efectividad” para el caso de la cuenca del río Aconcagua:

- *De acuerdo a la experiencia en España, se identifica la necesidad de mantener escalas apropiadas de gestión hídrica, en donde los esfuerzos para mejorar la gobernanza hídrica y aplicar programas de gestión, superen los límites político-administrativos existentes.* Si bien en Chile se trabaja con el concepto de cuenca natural como entorno de organización hídrica, los órganos de administración pública con competencias relacionadas al agua, usualmente son entes centralizadas con representatividad regional e incluso zonal; esto conlleva a que estudios y programas relacionados a gestión hídrica se apliquen dentro de límites políticos en lugar de límites naturales. Por ejemplo, la existencia de Mesas Hídricas Provinciales o Regionales en Valparaíso, si bien tienen su función acotada a esos límites administrativos, no juegan el rol de instancia a nivel de cuenca, por ejemplo, la Mesa Regional de para la Emergencia Hídrica o la Mesa Provincial de Quillota- Marga Marga. Es decir, si bien estas mesas abarcan temáticas concernientes a la cuenca de Aconcagua, también incluye a otras cuencas de la región (cuenca río Petorca, cuencas costeras, entre otras), por lo que la identificación de problemas y priorización de soluciones no serán estratégicas o alineadas con las necesidades propias de la cuenca, sino que se convertirán en iniciativas atomizadas dentro del territorio regional.
- *De acuerdo a la experiencia en California, es necesario priorizar el rol de las administraciones locales sobre gestión de acuíferos, y centrarse en el fortalecimiento de dichas organizaciones para mejorar su desarrollo organizacional.* Como se observa en el caso de California, es necesario promover la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas y fomentar su desarrollo organizacional, con el objetivo de que sean capaces de implementar Planes de Gestión, coordinadas con otros *stakeholders* en la cuenca. En el caso de Aconcagua, actualmente CNR se encuentra desarrollando los Programas de Capacitación para CAS en las Provincias de San Felipe y Los Andes, cuyo objetivo es mejorar la gestión de las aguas subterráneas en la cuenca a través de la conformación de CAS y la capacitación de sus potenciales directores.
- *De acuerdo a la experiencia australiana, las entidades públicas territoriales relacionadas a la gestión hídrica deben garantizar que la planificación a nivel local esté alineado y coordinado.* Es decir, se observa que las administraciones locales deben ser autónomas frente a la toma de decisiones respecto a la gestión hídrica, no obstante, también deben coordinarse con las estrategias hídricas a nivel nacional. En el caso chileno, se identifica la necesidad de fortalecer las OUA para incrementar su autonomía, además de reforzar el rol de DGA como entidad a cargo

de desarrollar y hacer cumplir la política nacional del agua, a través de financiamiento que le permita mejorar la fiscalización de las OUA, tanto en el uso y regulación de DAA, así como en temas relacionados al desarrollo organizacional de las OUA.

ii. Dimensión “Eficiencia”

De acuerdo a OCDE (2015a), esta dimensión se refiere a la contribución de la gobernanza en maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar, al menor costo para la sociedad.

A continuación, se presentan las ideas más relevantes en materia de “eficiencia” para el caso de la cuenca del río Aconcagua:

- *Reconocer el “derecho a la información” como pilar fundamental de buenas prácticas de gobernanza y legislar al respecto.* En nuestro país, existen diversos sistemas de información del agua cuyos datos son públicos, en algunos casos en “tiempo real” y cubren parámetros claves para la gestión hídrica, como: datos meteorológicos, fluviométricos, piezométricos, zonas de riesgo de sequías e inundaciones, entre otros. Sin embargo, se identifica la necesidad de centralizar la información disponible entre los diferentes organismos públicos, con soluciones como las observadas en Australia, en donde existen plataformas centralizadas, las cuales son actualizadas con información provenientes de monitoreo telemétrico y categorizadas dependiendo del objetivo para lo que será utilizada dicha información (plataforma WaterConnect); o en el caso de California, donde existen plataformas con información proveniente de organizaciones locales a través de programas de colaboración voluntaria de monitoreo con entidades públicas centrales (plataforma CASGEM), quienes trabajan en conjunto para cumplir con los diferentes lineamientos legales establecidos respecto a la transferencia de información²⁵, en donde se observa el rol de los privados como entidades de monitoreo y el rol de instituciones públicas como administradores y difusores de la información entregada, además, estas últimas continúan como una entidad de monitoreo en el caso de que existan cuencas donde no se generen entidades voluntarias para el levantamiento de información, no obstante, esta entidad pública central aplica restricciones sobre asistencias financieras estatales para dichas organizaciones cuenca para el desarrollo de proyectos (limitaciones para el acceso a créditos, bonos o licitaciones). Actualmente, en la cuenca de Aconcagua, se encuentra en desarrollo la plataforma “Central de Información y Modelación Hídrica (CIMHi)”, la cual, si bien cuenta con una amplia gama de información integrada relativa al recurso hídrico superficial, no contempla información relevante para la gestión de aguas subterráneas, además de no contar con una actualización de datos “en línea”.

²⁵ Senate Bill x7-6 (2009), sobre colaboración para el monitoreo entre agencias locales y Departamento de Recurso Hídricos de California.

iii. Dimensión “Confianza y participación”

De acuerdo a OCDE (2015a) esta dimensión se refiere a la contribución de la gobernanza en la creación de confianza entre la población, y en garantizar la inclusión de los actores a través de legitimidad democrática y equidad para la sociedad en general.

A continuación, se presentan las ideas más relevantes en materia de “confianza y participación” para el caso de la cuenca del río Aconcagua:

- *Avanzar hacia una participación y colaboración integrada efectiva, con procesos adaptados a las circunstancias particulares de cada territorio.* De acuerdo al estudio realizado por OCDE (2017), en Chile, esto requeriría aumentar la variedad de herramientas participativas y extender los aportes de las partes interesadas más allá de un enfoque sobre los asuntos ambientales. De acuerdo a la experiencia Californiana, y según lo establecido en su legislación a través del Código de Aguas²⁶, las Organizaciones a cargo de la administración del agua en la cuenca, deben mantener un registro de las personas que estén interesadas en recibir información, citaciones a reuniones y acceso a cualquier documento relevante sobre la planificación y gestión del agua en la cuenca; además, este registro debe ser adjuntado al momento conformar la OUA, incluyendo una explicación de cómo sus intereses serán considerados en la operación y desarrollo de la Organización y de sus planes de gestión hídrica. Las partes interesadas en participar de los procesos de coordinación y operación de dichas organizaciones, deberían incluir (y no ser limitadas) a: regantes; usuarios de DAA para abastecimiento de agua para uso domiciliario; servicios sanitarios públicos y privados; representantes públicos y privados de departamentos a cargo de la planificación territorial municipal/local; usuarios de agua con demanda ambiental o sin DAA (por ejemplo, organizaciones para la protección del medio ambiente, turismo); representantes de instituciones públicas que tengan vínculos con la gestión y uso del agua y del suelo; comunidades y/o asociaciones indígenas; usuarios de agua en “desventaja”, como usuarios de agua para abastecimiento domiciliario sin DAA o pequeñas OUAs. Estos procesos deberían ser apoyados por directrices y capacitación, y potencialmente reforzados con la regulación y el fortalecimiento institucional y las reglas administrativas. En el caso de la cuenca del río Aconcagua, existe una mesa de trabajo a nivel regional (Mesa Regional para la Emergencia Hídrica), en la cual trabajan permanentemente actores relacionados a instituciones públicas, sin embargo, y como se menciona en el Plan Estratégico (acápito 2.6.1.2 iii b), la participación de Organizaciones de Usuarios de Agua no es periódica ni establecida y es dependiente de la situación atinente a tratar en la mesa. También existe la Mesa de Aconcagua, la cual reúne a representantes de las Juntas de Vigilancia, ESVAL y entidades públicas, sin embargo, no incluye otras entidades privadas como Minerías o APRs y tampoco incluye a miembros de la sociedad civil (organizaciones ambientalistas, entre otros). Debido a lo anterior, se concluye que la cuenca del río Aconcagua no cuenta con instancias de participación y colaboración integradas efectivas.

²⁶ California Water Code §10723 et seq.

- *Generar instancias periódicas de participación, en las cuales se fomenten la colaboración a través de financiamiento y capacitación de los stakeholders.* Esta lección identifica la necesidad de generar programas de transferencia y fortalecimiento, centrados en la capacitación de las partes interesadas en la gestión del recurso hídrico, con el objetivo de generar foros de opinión integrando por diversos actores informados y con las necesarias aptitudes para una correcta integración.

2.6.3.4 Síntesis de brechas de coordinación

A continuación, se presenta una síntesis de brechas identificadas a partir de la información señalada en acápites anteriores y las experiencias recopiladas durante los procesos de Participación Ciudadana (ver Anexo I.3 y Anexo I.4).

1. Existe una **disparidad de capacidades técnicas y organizacionales entre OUA, en particular a nivel de Comunidades de Aguas y/o Asociaciones de Canalistas**, las cuales, si bien cumplen con las labores básicas de captación y distribución de agua, suelen carecer de desarrollo organizacional y profesionalización, impidiendo una participación informada y efectiva en la toma de decisiones respecto a la gestión hídrica de la cuenca; debido a esto, se debe considerar que el nivel organizacional actual de la OUA condicionará el nivel desarrollo que puedan alcanzar al fortalecer sus capacidades. No obstante, cualquier iniciativa que acorte dicha brecha de disparidad, permitirá mejorar las aptitudes de gestión y de coordinación de las OUA, incrementando las posibilidades de participar en instancias de alianzas público-privadas en materia hídrica.
2. **No se encuentra legalmente conformada la Junta de Vigilancia de la Cuarta Sección del río Aconcagua**; esta situación impide tener representación de ese territorio en la gestión hídrica conjunta con las otras 3 JV del río Aconcagua, y la Junta del río Putaendo a nivel cuenca. Es decir, la conformación legal de la Junta de Vigilancia es fundamental para que esta pueda participar de manera efectiva y vinculante en alianzas público-privadas.
3. Actualmente en la cuenca, **no existen Comunidades de Aguas Subterráneas** que permitan una administración local y un manejo sustentable de los acuíferos, lo que impide la correcta integración de la gestión de recursos hídricos superficiales y subterráneos. Debido a esto, la conformación de CAS es esencial para generar entidades que, a través de una gestión estratégica del recurso, permita reducir las brechas entre oferta y demanda de agua, especialmente considerando los efectos del cambio climático y eventos críticos (sequía); además, la conformación de estas OUA promoverá la creación de nuevas alianzas público-privadas.
4. Las **instancias de participación en la cuenca del río Aconcagua no se realizan en las escalas recomendadas para una gestión hídrica adecuada** (cuenca/subcuenca hidrográfica) y, aquellas instancias que se aproximan (“Mesa del Aconcagua”), no son instancias públicas para todos los actores de interés en la cuenca, sino que para un grupo limitado de OUA (Juntas de Vigilancia) relacionados a actividades productivas particulares y ciertos representantes de entidades públicas. Esta situación, impide una óptima coordinación entre los

actores relevantes en la toma de decisiones sobre los recursos hídricos en la cuenca, lo que dificulta la generación de iniciativas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua durante eventos críticos (sequía) y, obstaculiza la promoción de nuevas alianzas público-privadas.

5. En la cuenca se **desconoce la existencia de instancias de participación y coordinación sólo entre miembros de las OUAs y/o entre las organizaciones de usuarios, que no estén relacionadas a las establecidas por sus estatutos o por el solo ministerio de la ley.** Si bien, se identifica la existencia de instancias de relación entre las OUAs (principalmente las Juntas de Vigilancia) y otros actores de en la cuenca, es necesario conocer las instancias de coordinación entre las propias organizaciones y sus usuarios, externas a lo establecido legalmente. Solventar esta brecha permitiría mejorar la generación de iniciativas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua durante eventos críticos (sequía) y la creación de alianzas público-privadas.

Se presenta a continuación algunos aspectos relativos a brechas de coordinación y ejecución de las actividades PAC del presente Plan, surgidas a partir de la cotingencia sanitaria relacionada a la pandemia generada por el virus Sars-CoV-2:

1. El desarrollo de **reuniones telemáticas** significó que **algunos actores convocados presentaron dificultades en el acceso a internet o a señal telefónica**, complejizando su participación en las actividades PAC del estudio.
2. El cambio de **modalidad de trabajo de algunos actores** (de presencial a teletrabajo o trabajo a distancia) **dificultó su contacto** para invitarlos a participar de las actividades PAC, debido a números de **teléfonos corporativos no operativos** a causa de su trabajo fuera de oficina.

2.6.4 Brechas de información

En este acápite se presentan los estados actuales de información respecto a la situación de las OUA, específicamente de aquellas de la cuenca del río Aconcagua, y respecto a la disponibilidad de información de los DAA. Finalmente, se sintetizan las principales brechas de información identificadas en la cuenca de Aconcagua en relación a su gobernanza.

2.6.4.1 Estado de información sobre OUA

Cabe señalar las siguientes consideraciones en torno a la información sobre OUA en la cuenca del río Aconcagua:

- i) Durante las reuniones de Participación Ciudadana realizadas para el presente estudio, se levantó la necesidad de fortalecer las Comunidades de Agua; sin embargo, para esto, se requiere el desarrollo de programas de diagnóstico y levantamiento de información territorial sectorizada, en áreas de estudio a nivel subcuenca o menores, con el objetivo de identificar específicamente las necesidades de cada Comunidad.
- ii) No hay información de OUA de carácter subterráneo porque estas organizaciones, en la cuenca del río Aconcagua, son inexistentes actualmente; este hecho supone una falta de información de los actores que explotan el

recurso hídrico subterráneo. El modelo hidrológico desarrollado durante este estudio, permitirá identificar aquellos SHAC en donde el balance entre oferta y demanda ejerza mayor presión sobre los acuíferos, pudiendo servir como base para establecer los sectores prioritarios para promover la conformación de Comunidades de Agua Subterránea.

- iii) Se identifica la escasa información pública con respecto al desempeño de algunas OUAs como entidades que deben y/o pueden cumplir con diferentes funciones relacionadas a la gestión hídrica. Debido a esto y considerando el alcance de las actividades PAC realizadas en el presente Plan, se requiere el desarrollo de programas de diagnóstico y levantamiento de información particularizados, con el objetivo de identificar específicamente el desempeño de cada OUA.

2.6.4.2 Estado de información sobre DAA

se observa una dispersión de fuentes de datos y una desactualización de las características de los DAA registrados. De acuerdo a lo señalado por Vergara y Rivera (2018) y complementando con lo mencionado por DGA (2020)²⁷ sobre las problemáticas para la conformación de OUAs (lo cual también se considera aplicable por la consultoría, para los procesos de solicitudes de DAA); la falta de perfeccionamiento y regularización pueden ser relacionadas a las siguientes problemáticas:

- Procedimiento de regularización es oneroso y complejo, cuyo costo de ejecución puede superar las capacidades financieras de los usuarios interesados.
- Existe una desinformación por parte de los usuarios respecto al correcto procedimiento de registro, lo cual genera procesos de inscripción incompletos o incorrectamente ejecutados.
- Se identifica una falta de coordinación y comunicación entre los entes públicos relacionados al registro y regularización de DAA.
- Los incentivos o sanciones son insuficientes para para enfrentar la falta de regularización de los DAA

También se identifica la falta de registro de algunas características esenciales para un DAA. En la Tabla 2.6-12 se puede observar un resumen de aquellos derechos de agua existentes en la cuenca, en los cuales falta al menos una (1) característica esencial para su perfeccionamiento.

²⁷ Presentación realizada por Felipe Tapia (Profesional de DGA) en las “XXII Jornadas de Derecho y Gestión de Aguas”, organizada por el “Centro UC: Derecho y Gestión de Aguas”, realizada el 6 de agosto de 2020. Con respecto a la conformación de Organizaciones de Usuarios de Agua.

Tabla 2.6-12 DAA con características esenciales de perfeccionamiento faltantes

Tipo de solicitud	N° DAA
Subterránea	273
Coordenada	245
Caudal	27
Tipo de Derecho	1
Ejercicio del Derecho	0
Superficial	738
Coordenada	674
Caudal	64
Tipo de Derecho	0
Ejercicio del Derecho	0
Total	1.011

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

En cuanto a las transacciones de DAA realizadas en el mercado de derechos de agua en la cuenca del río Aconcagua, se identifican falencias en el registro de sus elementos esenciales para un seguimiento óptimo de la mutación del dominio. Uno de los principales elementos faltantes es una identificación que vincule el derecho trasladado al derecho original, ya sea a través de la identificación de un expediente de traslado, de transferencia o las coordenadas de ubicación de dicho derecho. A continuación, en la Tabla 2.6-13, se muestra un resumen de las transacciones y el estado de registro de sus características esenciales disponibles para el estudio correspondiente a los últimos 5 años (periodo 2015-2019).

Tabla 2.6-13 Número de transacciones y sus características no indicadas según naturaleza del agua, años 2015-2019

Naturaleza del Agua	N° de Transacciones	Característica no indicada			
		Nombre vendedor	Nombre comprador	Caudal	Valor Transacción
Subterránea	864	1	-	9	-
Superficial	5.339	6	-	357	14
No indica	440	1	-	117	5
Total	6.643	8	0	483	19

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020d).

De la tabla anterior, se puede observar que en la cuenca se han realizado 440 transacciones, en las cuales no se ha indicado la naturaleza del agua, característica esencial para la perfección de un DAA, esta irregularidad de información impide conocer el estado actual de demanda efectiva de agua en la cuenca, lo cual dificulta generar iniciativas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua.

Las irregularidades antes mencionadas, no solo dificultan el seguimiento sobre la mutación de los dominios de DAA y en consecuencia la estimación de la oferta y demanda efectiva actual sobre los recursos hídricos, sino que impiden el óptimo

funcionamiento de otras herramientas necesarias para una correcta gestión hídrica, como lo es la figura de la “patente por no uso de agua (PNU)”, la cual impone un tributo en beneficio fiscal a aquellos titulares que no utilicen los caudales correspondientes a sus derechos de aprovechamiento (Rivera y Vergara, 2015). Es decir, considerando que la PNU es una herramienta sancionatoria aplicada a los titulares de DAA, si dichos derechos no se encuentran correctamente inscritos en el CPA y CBR, la fiscalización sobre ellos será compleja y puede conllevar a conflictos entre los titulares y DGA.

2.6.4.3 Herramientas de información hídrica

De acuerdo a fuentes secundarias de información y a lo recopilado durante las actividades de Participación Ciudadana, se presentan algunas de las herramientas de información actualmente disponibles en la cuenca y el estado de información actual:

- i) Las Juntas de Vigilancia son co-ejecutoras y beneficiarias de la plataforma “Central de Información y Modelación Hídrica (CIMHi)”, herramienta de apoyo a la gestión para los diferentes usuarios de la cuenca desarrollada por UC Davis, en coordinación con DGA.
- ii) La Junta de Vigilancia de la Primera Sección cuenta con un sistema de telemetría de caudal para 23 canales y la actualización de las curvas de descarga con el objetivo de corregir las reglas de reparto; no obstante, esta información no está abierta en su web al público en general (ver <http://primeraseccionaconcagua.cl/proyectos/>). De forma análoga, la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección también realiza telemetría en 24 de sus compuertas, pero tampoco dispone de la información de los caudales de forma abierta al público. La Junta de Vigilancia de la Segunda Sección se encuentra actualmente implementando telemetría (automatización) en ciertas bocatomas de su jurisdicción.
- iii) Red Hidrométrica DGA (Tabla 2.4-11). En las reuniones PAC, diversos actores expresaron la necesidad de contar con una estación fluviométrica de cierre de la cuenca. Cabe señalar que, a fecha de elaboración del presente documento, el Director Regional de la DGA comunicó la puesta en marcha de dicha estación (río Aconcagua en Puente Colmo). Otra problemática señalada durante las reuniones PAC, es respecto a la precisión de los datos levantados desde la red, la cual es insuficiente como base para la toma de decisiones sobre gestión hídrica para ciertos actores, como, por ejemplo, cambios en las reglas de reparto de las Juntas de Vigilancia. Por último, también se menciona la limitada inversión pública para la red de monitoreo, siendo esta dependiente de los presupuestos y capacidades sectoriales.
- iv) Cabe señalar que en el marco del Monitoreo de Extracciones Efectivas (MEE) de la DGA se podría tener mayor detalle de las extracciones superficiales²⁸ y

²⁸ Resolución DGA N° 53 “APRUEBA REGLAMENTO DE MONITOREO DE EXTRACCIONES EFECTIVAS DE AGUAS SUPERFICIALES”, del 03 de abril de 2020

subterráneas²⁹ de la cuenca; esta información se visualiza en una plataforma propia de la DGA.

- v) Finalmente, sobre el levantamiento de datos hidrométricos por privados (OUA, Academia, entre otros): la inexistencia de procedimientos de validación autorizados por las entidades públicas correspondientes, es un impedimento para que estos datos sean utilizados como fuente de información oficial para la toma de decisiones en gestión hídrica.

Entre algunos de los problemas relacionados al levantamiento de información hídrica en la cuenca de Aconcagua es posible señalar que:

- i) La precisión de los datos levantados por la red hidrométrica no es la suficiente como base para la toma de decisiones sobre gestión hídrica para ciertos actores, como, por ejemplo, cambios en las reglas de reparto de las Juntas de Vigilancia.
- ii) La inversión pública para red de monitoreo es dependiente de presupuestos y capacidades sectoriales, y, por tanto, limitada.
- iii) Con respecto a la entrega de información por parte de actores privados (OUA, mineras, agrícolas, entre otros), cabe señalar que esta queda condicionada a diferentes variables a analizar en cada caso específico, por ejemplo: qué información se comparte, con qué usuarios, en qué plataforma, cuál es el compromiso de las otras partes en la facilitación de información, etc. También es importante mencionar que estas interacciones entre actores (no conflicto, colaboración y confianza, u otra situación) pueden cambiar según el tema que los una o relacione; es posible que se presenten relaciones de confianza para la gestión, pero no para compartir información. Debido a lo anterior y al alcance del presente estudio, estas instancias de levantamiento de información no se consideran evaluables a partir de las reuniones PAC sostenidas.

2.6.4.4 Síntesis de brechas de información

A continuación, se presenta una síntesis de brechas identificadas a partir de la información señalada en acápite anteriores y las experiencias recopiladas durante los procesos de Participación Ciudadana (ver Anexo I.3 y Anexo I.4).

1. No existe la **información base recopilada necesaria para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas** en la cuenca, como, por ejemplo, la certificación de los DAA registrados en el Catastro Público de Aguas. Esta situación obstaculiza la conformación de nuevas OUAs, lo cual, de acuerdo a lo mencionado en el acápite 2.6.3.4, dificulta la generación de estrategias para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua y promover la creación de nuevas alianzas público-privadas.

²⁹ Resolución Exenta DGA N° 1238 “DETERMINA LAS CONDICIONES TÉCNICAS Y LOS PLAZOS A NIVEL NACIONAL PARA CUMPLIR CON OBLIGACIÓN DE INSTALAR Y MANTENER UN SISTEMA DE MONITOREO Y TRANSMISIÓN DE EXTRACCIONES EFECTIVAS EN LAS OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS”, del 30 de octubre de 2020

2. Actualmente existen en la cuenca del río Aconcagua **1.011 Derechos de Aprovechamiento de Aguas con al menos una característica esencial del derecho sin definir**, es decir, son DAA incompletos que necesitan ser perfeccionados. Esta irregularidad de información impide conocer el estado actual de demanda efectiva de agua en la cuenca, lo cual dificulta generar propuestas estratégicas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua, además de obstaculizar la participación de dichos usuarios de DAA en proyectos de conservación y/o mejora de infraestructuras hidráulicas.
3. **La información pública disponible sobre las transacciones de DAA en el mercado de Derechos de Agua no es suficiente para realizar un seguimiento óptimo de las mutaciones de derecho.** Esto se debe a que no se incluye coordinada de captación o información sobre el expediente del DAA original. Debido a esto, y tal como se señaló en la brecha anterior, esta irregularidad de información impide conocer el estado actual de demanda efectiva de agua en la cuenca, lo cual dificulta generar iniciativas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua.
4. **La precisión de los datos levantados por la red hidrométrica de la DGA no es la suficiente como base para la toma de decisiones sobre gestión hídrica para terceros actores**, como, por ejemplo, cambios en las reglas de reparto de las Juntas de Vigilancia. Debido a esto se identifica la necesidad de mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca.
5. Actualmente la cuenca de Aconcagua **no cuenta con datos “en línea”, que agrupe la información de la red hidrométrica DGA y otros monitoreos de extracciones de carácter privado**; no obstante, la plataforma más cercana a ello, y abierta al público en general, es la generada en el marco del proyecto CIMHi. Cabe mencionar que, la existencia de un sistema integral y centralizado de información hidrométrica, no solo sería una mejora respecto al monitoreo de las aguas, sino que se convertiría en una herramienta fundamental para generar estrategias de gestión hídricas necesarias para mejorar la conservación y protección del recurso hídrico y, reducir las brechas entre oferta y demanda.
6. **Se desconoce la disposición efectiva de los actores privados para entregar información**, la cual puede ser un aporte para el monitoreo de los recursos hídricos y ser una herramienta fundamental para mejorar la toma de decisiones en la cuenca y, por ende, reducir las brechas entre oferta y demanda.
7. **Se desconoce la efectividad de los sistemas privados para el levantamiento de información hídrica**, la cual impide diagnosticar de manera correcta los sistemas de información existentes, dificultando el desarrollo de iniciativas para mejorar el monitoreo de los recursos hídricos.

Finalmente, se presenta la síntesis de las brechas de información y ejecución de las actividades PAC del presente Plan, surgidas a partir de la cotigencia sanitaria relacionada a la pandemia generada por el virus Sars-CoV-2:

1. El desarrollo de **reuniones telemáticas**, significó que algunos **actores convocados presentaron dificultades en el acceso a internet o a señal telefónica, dificultando la recopilación de información primaria** necesaria para evaluar el interés de estos en la gestión del agua y en el desarrollo del Plan Estratégico.

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

En el presente capítulo se cuantifica la demanda de agua por los diferentes sectores productivos y otros usos del recurso, tanto actual como su proyección futura, para uso humano, necesidades mínimas ambientales, demandas agrícola, minera, industrial u otras. La determinación de las demandas efectivas se complementa como un análisis del mercado de derechos de agua asociado.

Adicionalmente, cabe señalar que la información y datos que en este capítulo se señalan, se utilizan como datos de entrada para la modelación de los procesos correspondientes. El levantamiento de información aquí sostenido se utilizará para complementar la información de demanda del modelo, especialmente en el sector de riego y agua potable.

3.1 USO HUMANO

La demanda para uso humano considera la demanda requerida en agua potable urbana y rural. Para ello, primero, se presenta un análisis de la población actual de la cuenca y una proyección poblacional futura en los años 2030 y 2050.

3.1.1 Agua potable urbana, actual y proyectada

3.1.1.1 Demografía

i. Población actual y proyección demográfica

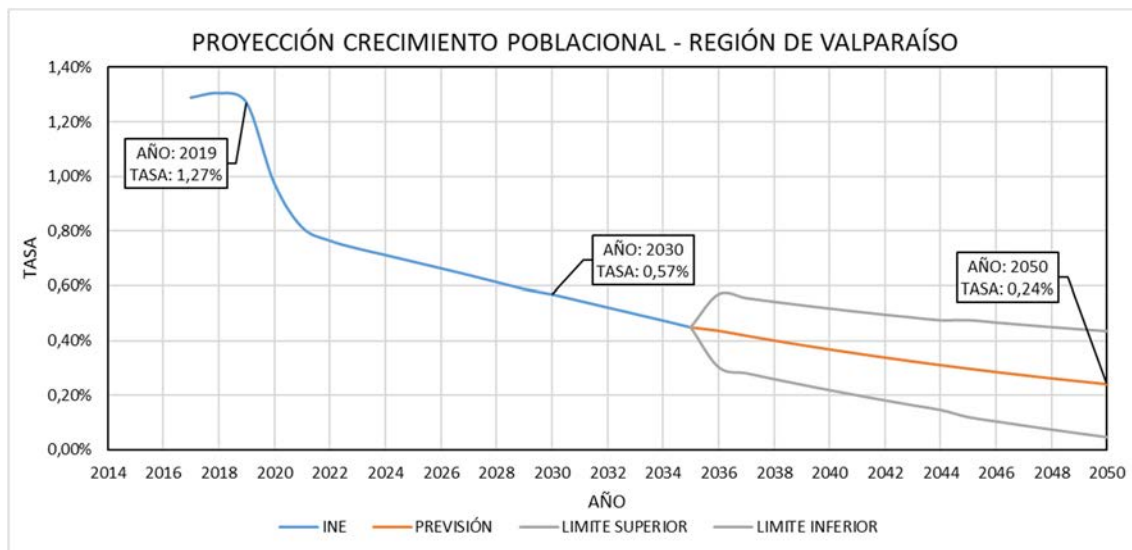
De acuerdo a la información del "Censo Poblacional y Vivienda" del año 2017 (INE, 2018), la población que habita en la cuenca del río Aconcagua alcanza los 576.002 habitantes, cuya distribución territorial se presenta en la Tabla 3.1-1. Se observa que la comuna de Quillota concentra la mayor cantidad de habitantes en zona urbana al interior de la cuenca (el 87% del total comunal en la cuenca) y la mayor población habitante en zona rural (13% del total comunal en la cuenca), seguido por la comuna de Putaendo (60% del total comunal).

Considerando la información recopilada por el censo (INE, 2018), durante el periodo 2002-2017, la región de Valparaíso experimentó un crecimiento poblacional promedio del 1,56%, inferior al 1,79% estimado en el periodo 1992-2002 y mayor al 1,11% actual a nivel nacional. En la Figura 3.1-1 se puede observar la proyección de las tasas de crecimiento poblacional para la región, en donde se muestran las tasas estimadas por INE al año 2035 y las tasas proyectadas con estadísticas de tendencia (mediante herramientas Excel) para el periodo 2036-2050.

Tabla 3.1-1 Densidad y población residente en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Provincia	Comuna	Población (n° habitantes)			Densidad de población (n° hab./km ²)
			Total	Urbana	Rural	
Río Aconcagua	Los Andes	Los Andes	66.708	61.017	5.691	54,07
		Calle Larga	14.832	10.691	4.141	46,05
		Rinconada	10.207	8.065	2.142	82,93
		San Esteban	18.855	11.372	7.483	13,72
	Marga Marga	Limache	46.121	39.169	6.952	156,25
		Olmué	17.516	12.277	5.239	75,75
		Villa Alemana	979	0	979	1.317,97
	Quillota	Quillota	90.517	78.331	12.186	300,16
		Calera	50.554	48.668	1.886	852,44
		Hijuelas	17.988	11.735	6.253	66,88
		La Cruz	22.098	19.452	2.646	282,81
		Nogales	22.120	18.779	3.341	54,59
	San Felipe de Aconcagua	San Felipe	76.844	69.617	7.227	411,22
		Catemu	13.998	7.813	6.185	38,75
		Llayllay	24.608	17.972	6.636	70,49
		Panquehue	7.273	3.806	3.467	60,06
		Putaendo	16.706	6.734	9.972	11,55
		Santa María	15.241	9.788	5.453	91,97
	Valparaíso	Concón	42.152	39.409	2.743	549,94
		Quintero	685	0	685	218,35

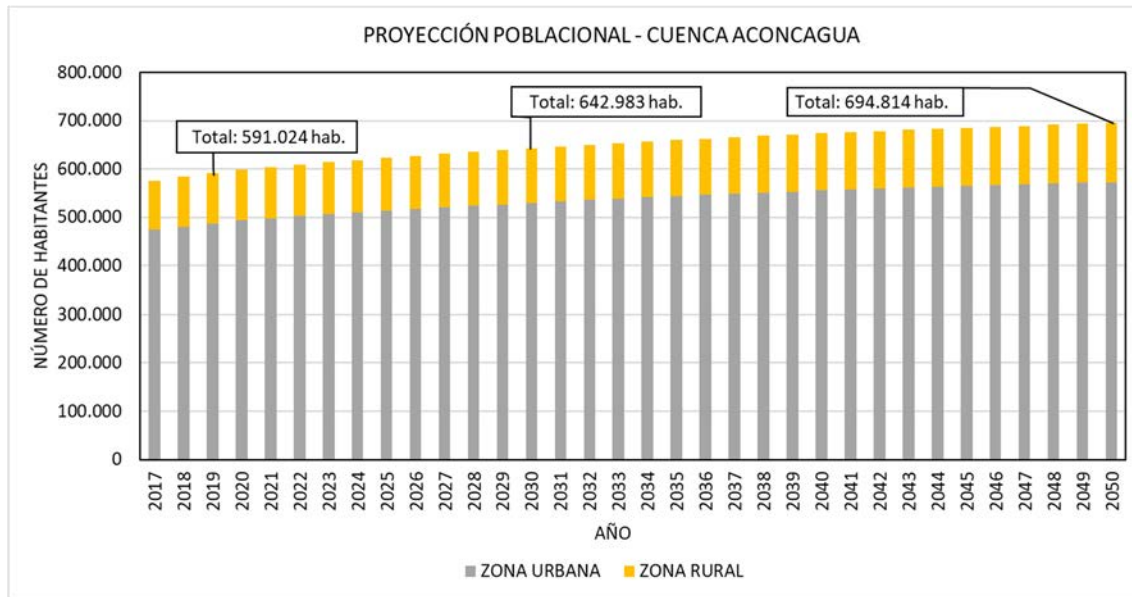
Fuente: Elaboración propia basada en INE (2018).



Fuente: Elaboración propia basada en INE (2018).

Figura 3.1-1 Proyección de la tasa de crecimiento poblacional en la región de Valparaíso, periodo 2018-2050

A partir de lo anterior y la información poblacional entregada en la Tabla 3.1-1, se realiza la proyección de población en la cuenca para el periodo 2018 - 2050, lo cual se muestra en la Figura 3.1-2, donde se presenta el total de habitantes estimados en la cuenca para los años 2019, 2030 y 2050, identificando habitantes en zona rural y urbana.



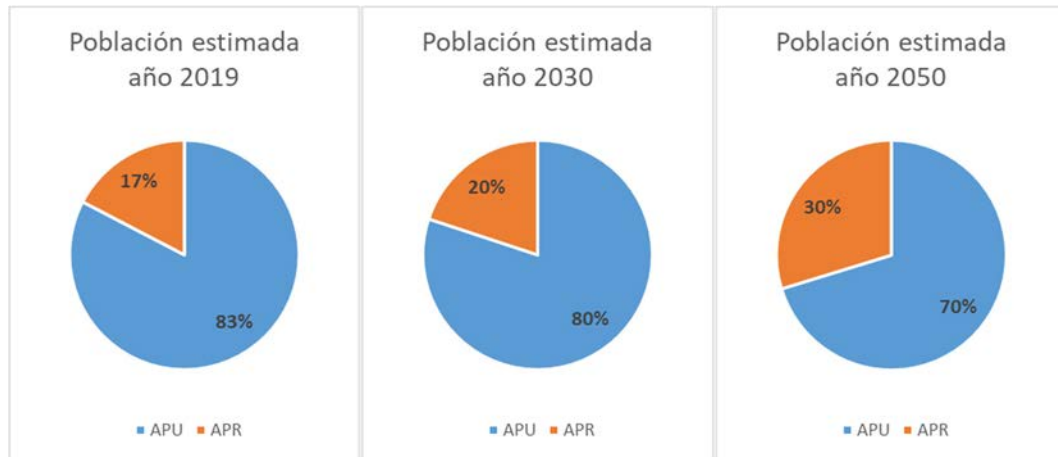
Fuente: Elaboración propia basada en INE (2018).

Figura 3.1-2 Población proyectada para la cuenca del río Aconcagua, periodo 2018 – 2050

El detalle de la distribución territorial y las proyecciones de crecimiento se encuentran en el Anexo J.5.

ii. Abastecimiento de agua potable de la población

En términos generales, la población urbana se abastece de agua potable desde la red de distribución de una empresa sanitaria (ESVAL), mientras que la población rural lo hace mediante los sistemas de APR, actualmente llamados "Servicios Sanitarios Rurales". La distribución de la población, según la estimación de la población actual (año 2019) y sus proyecciones (años 2030 y 2050), según su fuente de abastecimiento, se muestra en la Figura 3.1-3.



Nota: APU: Agua Potable Urbana; APR: Agua Potable Rural.

Fuente: Elaboración propia basada en INE (2018) y DGA-DOH (2019).

Figura 3.1-3 Distribución de la población según abastecimiento de agua potable, años 2019, 2030 y 2050

El porcentaje de población abastecida desde sistemas APR podría decrecer bajo el supuesto en que el territorio operacional de la empresa sanitaria existente se ampliara hasta APR con mayor población, considerando que 15 APR de la cuenca superarían los 3.000 habitantes el año 2050.

3.1.1.2 Demanda Agua Potable Urbana

La demanda de agua potable urbana en la cuenca del río Aconcagua, está determinada por las fuentes de extracción que se localizan al interior de los límites definidos de la cuenca y que abastecen localidades con áreas urbanas dentro y fuera de la cuenca. Adicionalmente, las proyecciones poblacionales del acápite anterior permiten estimar la demanda hídrica APU en el futuro. En la Tabla 3.1-2 se presentan las estimaciones de demanda hídrica asociadas a las localidades identificadas y que cumplen con lo antes mencionado.

Tabla 3.1-2 Demanda hídrica APU actual y futura

Localidad	Demanda hídrica (m ³ /año)		
	2019	2030	2050
Almendral	299.620	316.868	343.507
Calle Larga	969.177	1.060.694	1.203.720
Catemu	415.953	268.303	61.782
Chepical	47.238	48.109	49.283
Concón	5.211.181	5.474.703	5.778.015
Curauma	1.832.003	1.931.468	2.045.053
Hijuelas	524.945	557.936	607.010
La Calera	2.217.968	2.360.452	2.508.765
Las Cruces	678.277	855.788	1.112.093
La Cruz	1.214.043	1.362.846	1.574.146
Limache	2.349.727	2.481.758	2.625.631
Llay Llay	1.066.953	1.160.916	1.311.911
Los Andes	4.554.962	4.809.438	5.076.980
Nogales	554.316	1.581.906	3.056.324
Placilla De Peñuelas (*)	1.190.921	1.269.396	1.386.673
Putendo	739.451	786.873	859.416
Quillota	4.276.543	4.534.613	4.837.556
Quilpue (*)	9.058.185	9.624.253	10.213.722
Real Curimon	559.778	589.491	637.769
Reñaca (*)	3.059.593	3.225.778	3.398.707
Rinconada	797.704	957.665	1.194.240
San Esteban	1.451.277	1.721.339	2.087.444
San Felipe	4.092.305	4.343.135	4.604.175
San Isidro	58.843	61.559	65.911
Santa María	619.522	657.058	718.593
Valparaíso (*)	14.566.219	15.368.587	16.277.678
Villa Alemana (*)	6.557.121	6.976.486	7.436.433
Viña Del Mar (*)	20.653.828	21.905.502	23.184.383
Total	89.617.655	96.292.921	104.256.920

(*) Localidades ubicadas espacialmente fuera de la cuenca del río Aconcagua.

Fuente: Elaboración propia.

En el acápite 3.3.2.2 del Anexo F se presenta la metodología aplicada para la estimación de la demanda actual y la proyección de la demanda futura, y en el Anexo J.6.1 se adjunta detalle de los resultados obtenidos.

3.1.1.3 Pérdidas

A partir de los volúmenes de agua potable producida para cada localidad, informado por la SISS en el PR027001 (SISS, 2019), se obtiene el porcentaje (%) de pérdidas asociados a la distribución del recurso en cada localidad en la actualidad, lo que se presenta en la Tabla 3.1-3.

Tabla 3.1-3 Pérdidas por distribución en localidades abastecidas

Localidad	Pérdidas	Localidad	Pérdidas
Almendral	46%	Putaendo	45%
Calle Larga	35%	Quillota	41%
Catemu	48%	Quilpue (*)	39%
Chepical	43%	Real Curimon	35%
Concon	32%	Reñaca (*)	34%
Curauma	36%	Rinconada	33%
Hijuelas	42%	San Esteban	39%
La Calera	45%	San Felipe	43%
Las Cruces	37%	San Isidro	39%
La Cruz	37%	Santa María	38%
Limache	32%	Valparaíso (*)	41%
Llay Llay	42%	Villa Alemana (*)	38%
Los Andes	38%	Viña Del Mar (*)	35%
Nogales	36%	Promedio	39%
Placilla De Peñuelas (*)	40%		

(*) Localidades ubicadas espacialmente fuera de la cuenca del río Aconcagua.

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2019).

El porcentaje de pérdidas por distribución expresado se entiende como el volumen de agua que una vez se produce para determinada localidad, no llega a ser consumido por la población de dicha localidad, en definitiva, el volumen es perdido en la red de distribución desde la fuente productora hasta el consumidor final.

3.1.2 Agua potable rural, actual y proyectada

3.1.2.1 Población actual y proyección demográfica

La población estimada abastecida desde un sistema APR, en situación actual (año 2019) y proyección futura (años 2030 y 2050), se presenta en la Tabla 3.1-4. La población asociada a cada sistema se presenta en detalle en el Anexo J.6.2.

Tabla 3.1-4 Población abastecida por sistema APR actual y futura

Provincia	Población (hab./año)		
	2019	2030	2050
Los Andes	9.756	10.716	13.265
Marga Marga	26.184	30.406	44.686
Quillota	29.395	35.500	57.693
San Felipe de Aconcagua	37.190	46.174	80.426
Total	102.526	122.796	196.071

Fuente: Elaboración propia en base a DGA-DOH (2019).

3.1.2.2 Demanda APR

Se identificaron 83 localidades al interior de la cuenca del río Aconcagua que cuentan con un sistema de APR. En la Tabla 3.1-5 y Tabla 3.1-6 se resume la demanda hídrica asociada al consumo de localidades rurales agrupado por provincias y por SHAC, respectivamente. el detalle de sistemas APR se encuentra en el Anexo J.6.2.

Tabla 3.1-5 Demanda hídrica APR actual y futura por provincia

Provincia	Demanda hídrica (m ³ /año)		
	2019	2030	2050
Los Andes	916.873	1.006.981	1.245.902
Marga Marga	2.500.645	2.914.949	4.315.834
Quillota	2.957.457	3.550.794	5.681.297
San Felipe de Aconcagua	3.567.813	4.432.184	7.733.246
Total	9.942.789	11.904.909	18.976.279

Fuente: Elaboración propia en base a DGA-DOH (2019).

Tabla 3.1-6 Demanda hídrica APR actual y futura por SHAC

SHAC	Demanda hídrica (m ³ /año)		
	2019	2030	2050
Aconcagua desembocadura	256.302	329.501	593.551
Catemu	704.438	810.122	1.133.687
Limache	2.378.896	2.769.947	4.097.851
Llay Llay	429.958	501.450	709.333
Nogales-Hijuelas	1.388.932	1.557.714	2.035.114
Panquehue	341.789	378.285	473.951
Putendo	1.275.577	1.571.660	2.638.933
Quillota	1.433.972	1.808.581	3.270.615
Río Aconcagua 1era sección	96.033	105.030	128.156
San Felipe	1.636.891	2.072.619	3.895.087
Total	9.942.789	11.904.909	18.976.279

Fuente: Elaboración propia en base a DGA-DOH (2019).

3.1.2.3 Eficiencia

Las pérdidas asociadas a los sistemas APR, al igual que los sistemas urbanos, corresponden a los volúmenes producidos y que no son facturados por los consumidores finales. Por tanto, se asume que estos volúmenes corresponden a pérdidas por distribución en la red. De acuerdo a lo informado por DOH en (DGA-DOH, 2019), se presenta el porcentaje de pérdida de cada APR en detalle en el Anexo J.6.2. En la Tabla 3.1-7 se resume el promedio de pérdidas por provincia.

Tabla 3.1-7 Promedio de pérdidas por provincia

Provincia	Pérdidas
Los Andes	19%
Marga Marga	26%
Quillota	27%
San Felipe de Aconcagua	22%
Promedio	23%

Fuente: Elaboración propia en base a DGA-DOH (2019).

3.1.3 Derechos de agua para uso humano

Los derechos de agua destinados a agua potable corresponden a las extracciones del acueducto Las Vegas y al canal "Qch10", configurados como la demanda de agua potable del Gran Valparaíso. De acuerdo con lo informado por DGA (2009b) Tomo IV. La demanda mensual respectiva se expone en la Tabla 3.1-8.

Tabla 3.1-8 Extracciones destinadas a agua potable, en m³/s

Extracción	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Acueducto Las Vegas	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
AP Gran Valparaíso	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Fuente: Elaboración propia en base a WEAP Aconcagua (2020).

3.2 NECESIDADES MÍNIMAS AMBIENTALES

En este acápite se presentan los valores de demanda relativos a las necesidades de carácter ambiental, específicamente el caudal de protección ambiental y el caudal ecológico en distintos puntos de la cuenca.

3.2.1 Consideración de sistemas protegidos

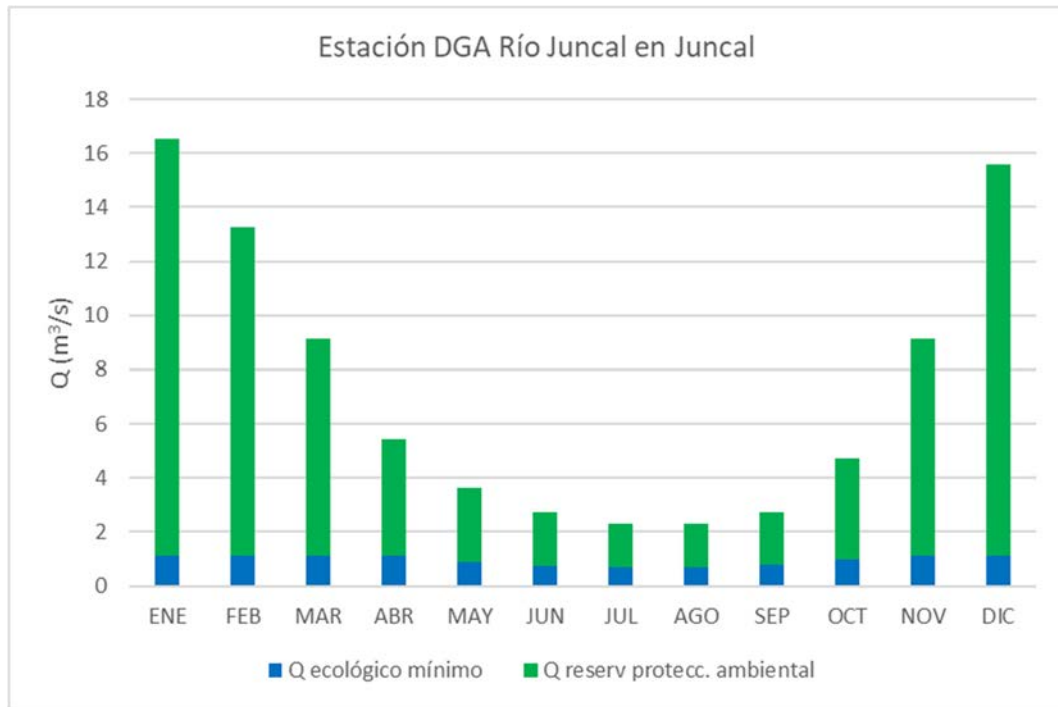
El caudal de reserva para protección ambiental se ha determinado en aquellas estaciones de la red pluviométrica de la DGA cercanas y potencialmente representativas del flujo de agua mínimo asociado a áreas de conservación existentes en la cuenca, presentadas en el acápite 2.3.1.3. La metodología para su determinación se presenta en el acápite 3.3.2.2 del Anexo F y el detalle del análisis correspondiente en el Anexo J.6.9.

En la cuenca del río Aconcagua se ha estimado el caudal actual (año 2019) de reserva para protección ambiental en 2 estaciones DGA, tal como se presenta en la Tabla 3.2-1 y Tabla 3.2-2, en relación a las áreas de conservación "Parque Andino Juncal" (RAM-012) y a "Río Blanco" (WDPA-072), ambos en la subcuenca de Aconcagua Alto, respectivamente; la distribución gráfica de estos caudales se presenta en la Figura 3.2-1 y la Figura 3.2-2.

Tabla 3.2-1 Caudal de reserva para protección ambiental (m³/s) en "Río Juncal en Juncal"

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
15,41	12,11	8,01	4,30	2,76	2,00	1,63	1,63	1,96	3,77	8,01	14,42	5,84

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020c).



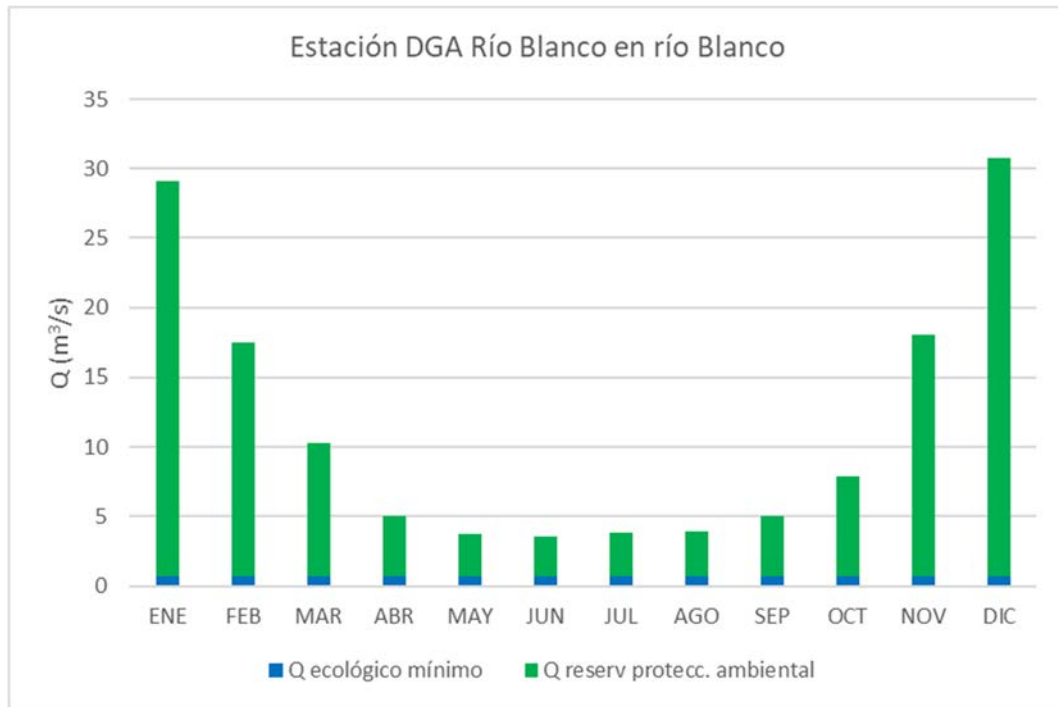
Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA (2020c).

Figura 3.2-1 Caudal de reserva para protección ambiental (m³/s) en “Río Juncal en Juncal”

Tabla 3.2-2 Caudal de reserva para protección ambiental (m³/s) en “Río Blanco en río Blanco”

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
28,39	16,79	9,60	4,35	3,05	2,84	3,17	3,17	4,36	7,16	17,33	30,03	10,11

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020c).



Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA (2020c).

Figura 3.2-2 Caudal de reserva para protección ambiental (m³/s) en “Río Blanco en río Blanco”

Cabe señalar que existen otras áreas de conservación en la cuenca en las cuales no ha sido posible determinar un caudal de reserva para protección ambiental por la falta de registros estadísticos en los flujos de agua asociados a dichas áreas. La demanda futura para protección ambiental (años 2030 y 2050) corresponde como mínimo a los valores de caudales de reserva estimados para la situación actual (año 2019), ya que no se puede estimar una proyección futura de esta demanda según la metodología utilizada (ver acápite 3.3.2.2 del Anexo F).

3.2.2 Derechos de agua para el medio ambiente: caudales ecológicos

Los caudales ecológicos de referencia para este estudio corresponden a los expuestos en el documento “Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del Río Aconagua”, desarrollado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos el año 2004. En la Tabla 3.2-3 se especifican los caudales ecológicos por tramos de cauce para la cuenca.

Tabla 3.2-3 Caudales ecológicos en la cuenca del río Aconcagua

Tramo de cauce	Cauce	Caudal ecológico (m ³ /s)
Entre estero Del Maitén y río Aconcagua	Río Colorado	0,86
Entre estero El Peñón y río Blanco	Río Juncal	1,25
Entre estero Polvareda y río Juncal	Río Blanco	0,9
Río Aconcagua entre ríos Blanco y Colorado	Río Aconcagua	2
Río Aconcagua entre río Colorado y puente Del Rey	Río Aconcagua	3
Esteros Pocuro entre estero La Cuesta y río Aconcagua	Esteros Pocuro	0,12
Río Putaendo entre Rocín y Aconcagua	Río Putaendo	0,84
Río Rocín entre ríos Hidalgo y Putaendo	Río Rocín	0,64
Esteros Quilpue entre estero El Cobre y río Putaendo	Esteros Quilpue	0,32
Río Aconcagua entre puente Del Rey y puntilla Romeral	Río Aconcagua	3,5
Esteros Lo Campo en junta río Aconcagua	Esteros Lo Campo	0,12
Esteros Los Loros en junta río Aconcagua	Esteros Los Loros	0,32
Esteros Catemu en junta río Aconcagua	Esteros Catemu	0,34
Río Aconcagua entre puntilla Romeral y estero San Isidro (puente FFCC)	Río Aconcagua	3,5
Esteros Rabuco en junta río Aconcagua	Esteros Rabuco	0,07
Esteros El Melón o Litres en junta río Aconcagua	Esteros El Melón	0,66
Río Aconcagua entre estero San Isidro y desembocadura al mar	Río Aconcagua	4,3
Esteros Rautén en junta río Aconcagua	Esteros Rautén	0,02
Esteros Limache entre embalse Los Aromos y río Aconcagua	Esteros Limache	0,73

Fuente: Elaboración propia a partir de informe DARH (2005).

3.3 DEMANDA AGRÍCOLA

La demanda agrícola se actualiza a partir de lo planteado en MOS (2008), donde se había considerado áreas agrícolas hasta el Censo Agropecuario del año 1997. Para el presente estudio, se agrega a las estadísticas el Censo Agropecuario del año 2007 y el Catastro Frutícola 2017/18, con el fin de analizar las tendencias y estimar las áreas al año 2019.

Adicionalmente, la demanda para riego se representa a través de Unidades Hidrológicas (*Catchments*) en el modelo WEAP Aconcagua bajo la metodología de Lluvia-Escorrentía (*Rainfall Runoff, Simplified Coefficient Method*). Los parámetros de entrada para este método incluyen coeficientes de cultivo, evapotranspiración de referencia, precipitación y eficiencia de riego. Sin embargo, la topología del modelo de base entregado la demanda no se calcula a través de WEAP, si no que por fuera y solo se representan en el modelo las demandas totales calculadas de forma externa, en base a las actualizaciones agrícolas mencionadas anteriormente.

El detalle de la demanda agrícola estimada para la cuenca del río Aconcagua se presenta en el Anexo H, apéndice H-9.

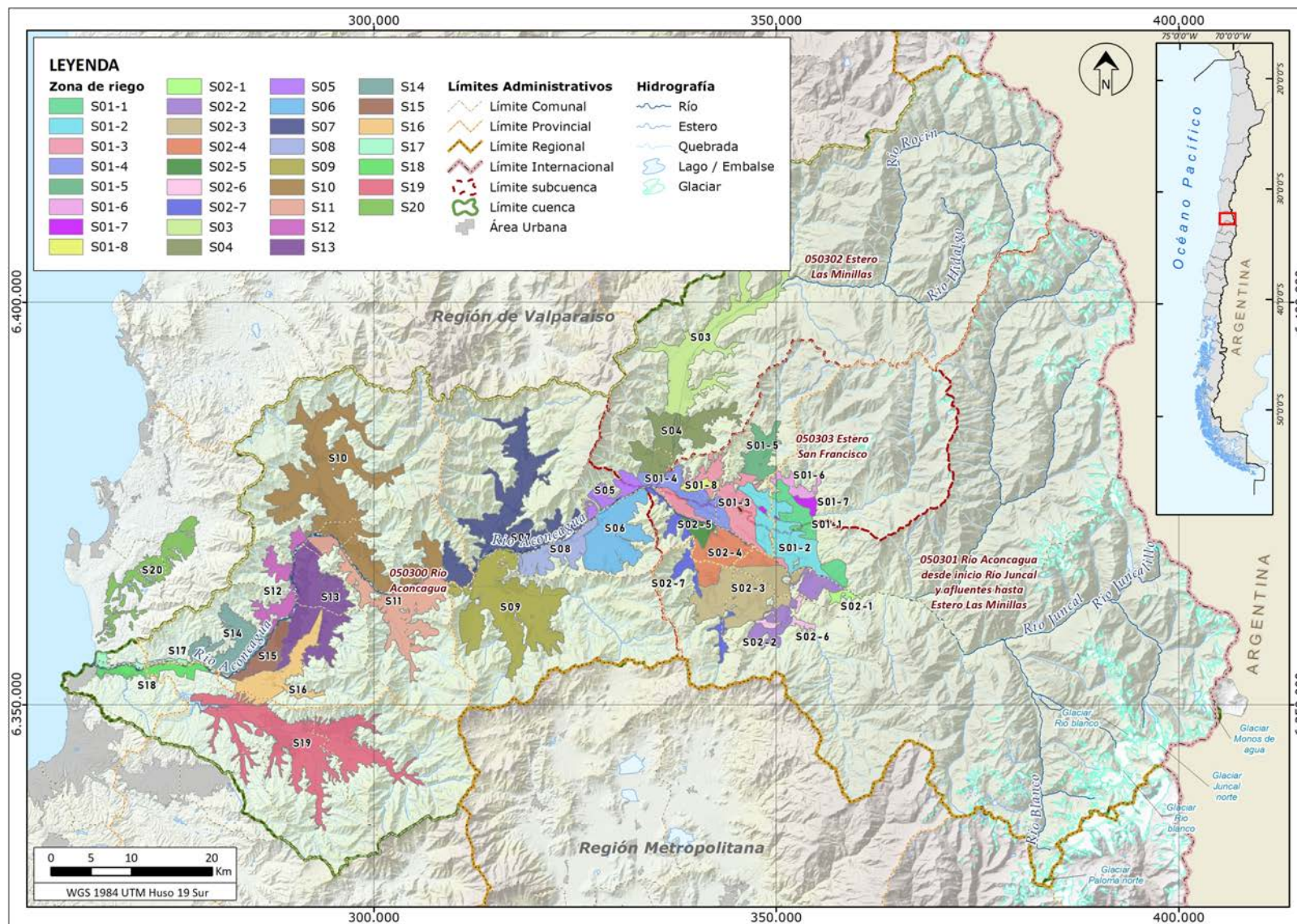
3.3.1 Zonas de riego modeladas

En la Tabla 3.3-1 se exponen las zonas de riego consideradas en la modelación, señalando el sector y su área al año 2019. Adicionalmente, esta tabla se complementa con la Figura 3.3-1 que muestra las zonas de riego en el territorio.

Tabla 3.3-1 Zonas de riego modeladas

Sector de Riego	Superficie (ha)	Sector de Riego	Superficie (ha)
S01-1	1.655	S05	977
S01-2	3.346	S06	3.582
S01-3	2.887	S07	5.305
S01-4	1.307	S08	1.774
S01-5	769	S09	6.926
S01-6	885	S10	6.468
S01-7	311	S11	3.238
S01-8	389	S12	1.252
S02-1	332	S13	3.542
S02-2	1.871	S14	2.972
S02-3	3.785	S15	615
S02-4	2.244	S16	2.520
S02-5	432	S17	527
S02-6	348	S18	549
S02-7	980	S19	2.289
S03	2.570	S20	410
S04	1.666		

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia, basado en RHODOS (2014).

Figura 3.3-1 Zonas de riego modeladas

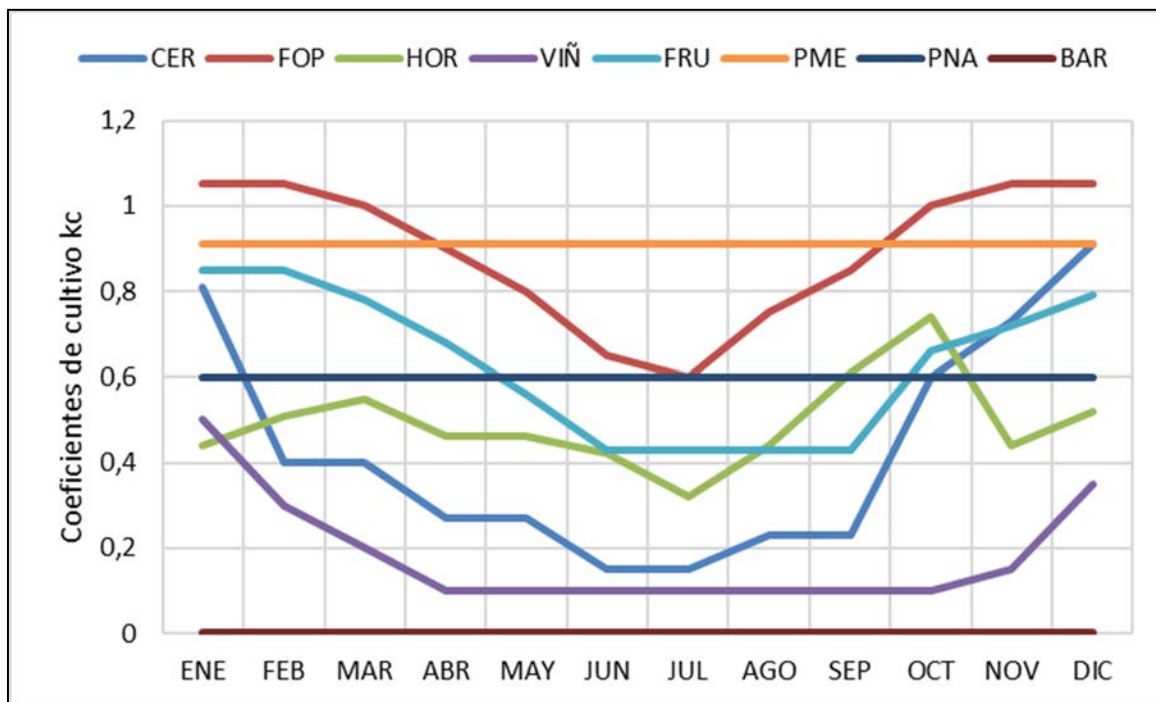
3.3.2 Cultivos modelados, kc y evapotranspiraciones netas

Los cultivos modelados se agrupan en ocho categorías según se muestra en la Tabla 3.3-2. En la Figura 3.3-2 se exponen los coeficientes de cultivo promedio de cada categoría y en la Tabla 3.3-3 se tienen las evapotranspiraciones netas promedio, donde se agrupan las secciones desde la 3 a la 11 y desde la 12 a la 20. El detalle de los cultivos modelados, sus coeficientes y evapotranspiraciones netas se puede consultar en detalle en el Anexo H, acápites H-9 “Demanda Agrícola” acápite 1.1.3.

Tabla 3.3-2 Agrupación de cultivos modelados

Nombre Grupo	Especies consideradas	Cultivos
CER	Cereales, Legumbres, Tubérculos y Forraje anual	Papa, maíz y curagüilla
FOP	Forrajes permanentes	Alfalfa
HOR	Hortalizas, Flores y Semilleros	Tomate invernadero, alcachofa, lechuga, zanahoria y choclo
VIÑ	Viñas y Parronales	Vid Vinífera
FRU	Frutales y Huertos caseros	Palto, uva de mesa, duraznos, cítricos, nogal
PME	Praderas Mejoradas	Pastos de pastoreo
PNA	Praderas Naturales	Pastos de pastoreo
BAR	Barbechos y descanso	Sin cultivo

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.3-2 Coeficientes de cultivo para cada categoría

Tabla 3.3-3 Evapotranspiración neta en zonas de riego, en m³/s

Sector o grupo	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
S01	0,3714	0,1559	0,0003	0,0066	0,0312	0,1915	0,4494	0,7379	0,9174	0,8964	0,7819	0,5373
S02	0,3940	0,1635	0,0004	0,0009	0,0263	0,2060	0,4962	0,8064	1,0183	1,0208	0,8900	0,6069
S03 a S11	0,6716	0,3163	0,0004	0,0184	0,0878	0,5023	1,0831	1,5808	1,9356	1,9540	1,7063	1,0492
S11 a S20	0,3124	0,1148	0,0001	0,0003	0,0306	0,2370	0,5293	0,7913	0,9660	0,9697	0,8292	0,5332

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Ineficiencia de métodos de riego

En este acápite se expone de manera agrupada la ineficiencia de los métodos de riego considerados, agrupando las secciones de la 3 a 11 y de la 12 a 20, como se ve en la Tabla 3.3-4. El detalle se puede consultar en el Anexo H, apéndice H-9 "Demanda Agrícola" acápite 1.1.4.

Tabla 3.3-4 Ineficiencia de método de riego por zona agrupada

Zona de riego del canal	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
S01	0,16	0,15	0,15	0,17	0,18	0,18	0,17	0,20	0,24	0,25	0,24	0,19
S02	0,31	0,29	0,29	0,30	0,31	0,30	0,28	0,35	0,40	0,41	0,41	0,35
S03 a S11	0,21	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26	0,23
S11 a S20	0,19	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	0,22	0,19

Fuente: Elaboración propia.

3.4 DEMANDA MINERA

3.4.1 Demanda del sector minero

De acuerdo al Anuario de la Minería de Chile (SERNAGEOMIN, 2018), a partir de la producción anual declarada se estimó la demanda hídrica asociada. En Tabla 3.4-1 se presenta la estimación actual y futura de demanda hídrica asociada a la minería; el detalle de la estimación se encuentra en el Anexo J.6.5.

Tabla 3.4-1 Demanda hídrica minera actual y futura

Subcuenca	Demanda hídrica (m ³ /año)		
	2019	2030	2050
Aconcagua Alto	38.432.814	33.629.423	31.186.841
Aconcagua Bajo	3.888.170	3.401.922	3.133.405
Total	42.320.984	37.031.345	34.320.246

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Derechos de agua para la minería

Las extracciones destinadas a la minería corresponden a los derechos otorgados a la División Andina y a la Minería Sur Andes. Si bien hay canales modelados que se configuran como extracciones de tipo A y B para Andina, estos representaban escenarios futuros de embalses de cabecera que no han sido abordados en este trabajo y por ende no corresponde citar en el resumen de la Tabla 3.4-2.

Tabla 3.4-2 Extracciones destinadas a la minería, en m³/s

Extracción	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Der. Cons. Andina	0,593	0,593	0,593	0,593	0,593	0,593	0,593	1,017	1,017	1,017	1,017	0,593
Minería Sur Andes	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907

Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP Aconcagua (2020).

3.5 DEMANDA INDUSTRIAL

3.5.1 Demanda del sector industrial

La demanda hídrica industrial es estimada a partir de volúmenes declarados y que son emitidos a sistemas de alcantarillado o fuentes superficiales, por lo tanto, se emplearon dos fuentes de información: una asociada a localidades que son parte del área de concesión de una empresa sanitaria (SISS) y otra asociada a lo declarado por unidades fiscalizables (SMA). La metodología se expone en el acápite 3.3.2.2 del Anexo F y el detalle de localidades y unidades fiscalizables se presentan en el Anexo J.6.6. Debido a las distintas fuentes de información, se presenta la Tabla 3.5-1 que resume la demanda hídrica a nivel cuenca.

Tabla 3.5-1 Demanda hídrica industrial actual y futura

Demanda hídrica (m ³ /año)		
2019	2030	2050
83.066.052	75.262.928	69.321.425

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la demanda hídrica a futuro presenta una baja, principalmente por la tendencia a la baja del PIB correspondiente a la industria manufacturera en la región y que es el factor empleado para la proyección.

3.5.2 Derechos de agua para la industria

Las extracciones de agua destinadas a la industria se concentran en la Central Aconcagua, que posee dos ramales con derechos del tipo no consuntivo. Por otra parte, el trasvase Chacabuco-Polpaico impone un flujo desde la cuenca del Aconcagua hacia el Maipo, en donde las aguas son conducidas a través del estero Margarita y derivados a la Central Las Tórtolas. En este sentido el uso de dicho canal es consuntivo para la cuenca del Aconcagua. La demanda se expone en Tabla 3.5-2.

Tabla 3.5-2 Extracciones destinadas a la industria, en m³/s

Extracción	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Central Aconcagua: Ramal Juncal	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Central Aconcagua: Ramal Blanco	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Trasvase Chac. Polpaico	0	0	0	0	0	0	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62

Fuente: Elaboración propia a partir de WEAP Aconcagua (2020).

3.6 OTRAS DEMANDAS

3.6.1 Demanda del sector pecuario

De acuerdo con los Censos Agropecuarios de los años 1997 y 2007 y otras fuentes complementarias (ver acápite 3.3.2.2 del Anexo F) se estimó la demanda actual y futura asociada al sector pecuario. En la Tabla 3.6-1 se presenta el resumen de la demanda hídrica por tipo de ganado, y en la Tabla 3.6-2 la demanda por subcuenca.

Tabla 3.6-1 Demanda hídrica pecuaria actual y futura por sector

Sector pecuario	Demanda hídrica (m ³ /año)		
	2019	2030	2050
Bovino	123.492	187.760	80.844
Ovino	8.369	11.870	18.307
Caprino	13.527	20.351	27.433
Avícola	627.490	857.044	1.274.817
Porcino	96.626	113.496	117.405
Equino	142.639	141.448	183.287
Camélidos	1.558	2.320	3.710
Otros	1.314	1.834	2.737
Total	1.015.015	1.336.123	1.708.541

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6-2 Demanda hídrica pecuaria actual y futura por subcuenca

Código Subc./Cuenca	Nombre Subcuenca/Cuenca	Demanda hídrica (m ³ /año)		
		2019	2030	2050
0540	Aconcagua Alto	3.340	5.214	11.212
0541	Aconcagua Medio	198.382	271.761	267.854
0542	Aconcagua Bajo	813.293	1.059.148	1.429.475
054	Río Aconcagua	1.015.015	1.336.123	1.708.541

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, la mayor presión por demanda hídrica de este rubro corresponde a la proyección del sector avícola en la subcuenca Aconcagua Bajo. Mayor detalle de la estimación de demanda hídrica actual y su proyección se presenta en el Anexo J.6.4.

3.6.2 Demanda por generación eléctrica

A partir de los registros históricos de generación eléctrica de plantas hidroeléctricas y termoeléctricas en la cuenca, se estimó la demanda hídrica tanto no consuntiva como consuntiva, respectivamente, según la naturaleza de la central analizada. En la Tabla 3.6-3 se presenta el resumen de los resultados.

Tabla 3.6-3 Demanda hídrica eléctrica actual y futura

Uso	Código Subc./Cuenca	Nombre Subcuenca/Cuenca	Demanda hídrica (m ³ /año)		
			2019	2030	2050
Consuntivo	0542	Aconcagua Bajo	53.013.711	47.875.409	47.544.915
	054	Rio Aconcagua	53.013.711	47.875.409	47.544.915
No Consuntivo	0540	Aconcagua Alto	564.004.848	573.055.439	369.832.206
	0541	Aconcagua Medio	444.931.499	241.928.273	67.915.237
	054	Rio Aconcagua	1.008.936.347	814.983.712	437.747.443

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, la presión por demanda hídrica consuntiva corresponde completamente a la subcuenca Aconcagua Bajo, mientras que la proyección futura de demanda no consuntiva se prevé en la subcuenca Aconcagua Alto. Mayor detalle de la estimación de demanda hídrica actual y su proyección se presenta en el Anexo J.6.7.

3.6.3 Demanda por uso turístico

La cuenca del río Aconcagua no presenta ZOIT asociadas a fuentes hídricas continentales, por lo que no aplica determinación de demanda por uso turístico.

3.7 RESUMEN DE DEMANDAS

En la Tabla 3.7-1 se presenta un resumen de los valores de demandas consuntivas y no consuntivas por sector económico u otro uso, mientras que en la Figura 3.7-1 se representa la distribución de las demandas en el territorio y la Figura 3.7-2 se grafica el porcentaje de dichos sectores sobre el total del consumo de agua en la cuenca.

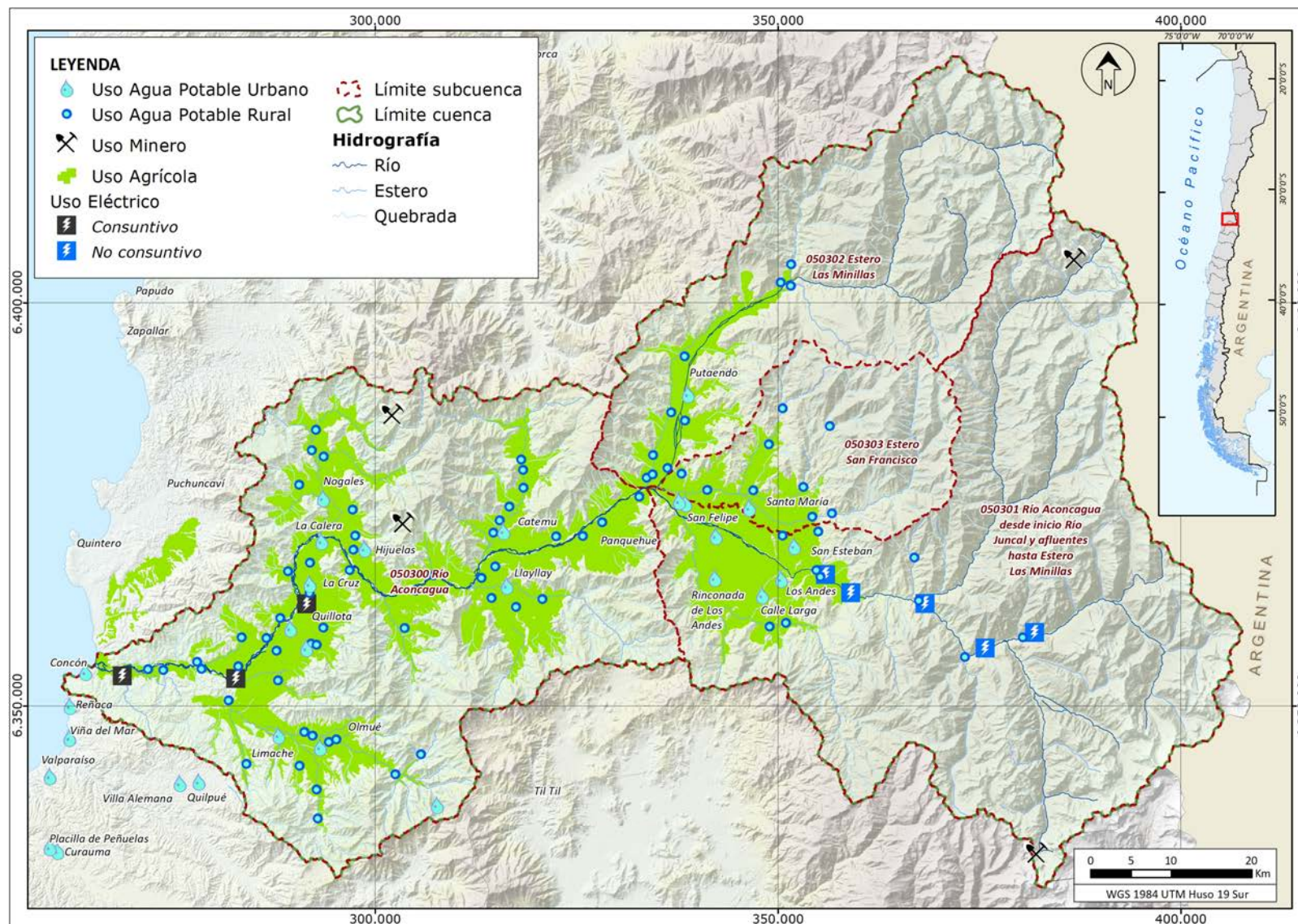
Tabla 3.7-1 Resumen de demandas de la cuenca del río Aconcagua

Sector	Año 2019		Año 2030		Año 2050		Var. 2019/2030	Var. 2019/2050
	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(%)	(%)
Agua potable urbana	89.617.655	2,84	96.292.921	3,05	104.256.920	3,31	7%	16%
Agua potable rural	9.942.789	0,32	11.904.909	0,38	18.976.279	0,60	20%	91%
Agrícola	813.251.681	25,79	847.921.294	26,89	916.822.800	29,07	4%	13%
Pecuario	1.015.015	0,03	1.336.123	0,04	1.708.541	0,05	32%	68%
Minería	42.320.984	1,34	37.031.345	1,17	34.320.246	1,09	-12%	-19%
Industrial	83.066.052	2,63	75.262.928	2,39	69.321.425	2,20	-9%	-17%
Generación Eléctrica	53.013.711	1,68	47.875.409	1,52	47.544.915	1,51	-10%	-10%
Generación Eléctrica (*)	1.008.936.347	31,99	814.983.712	25,84	437.747.443	13,88	-19%	-57%
Protección Ambiental (**)	-	15,94	-	15,94	-	15,94	0%	0%

(*) Demanda no consuntiva, asociada a centrales hidroeléctricas de pasada.

(**) Demanda anual asociada a una distribución mensual, en unidades m³/s.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7-1 Distribución de demandas principales según uso

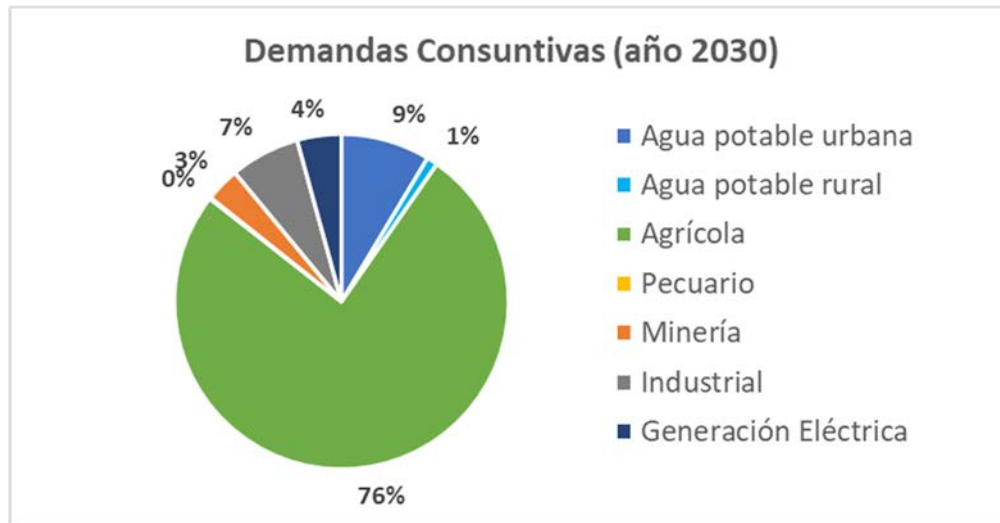


Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7-2 Distribución de las demandas consuntivas (año 2019) – Cuenca del río Aconcagua

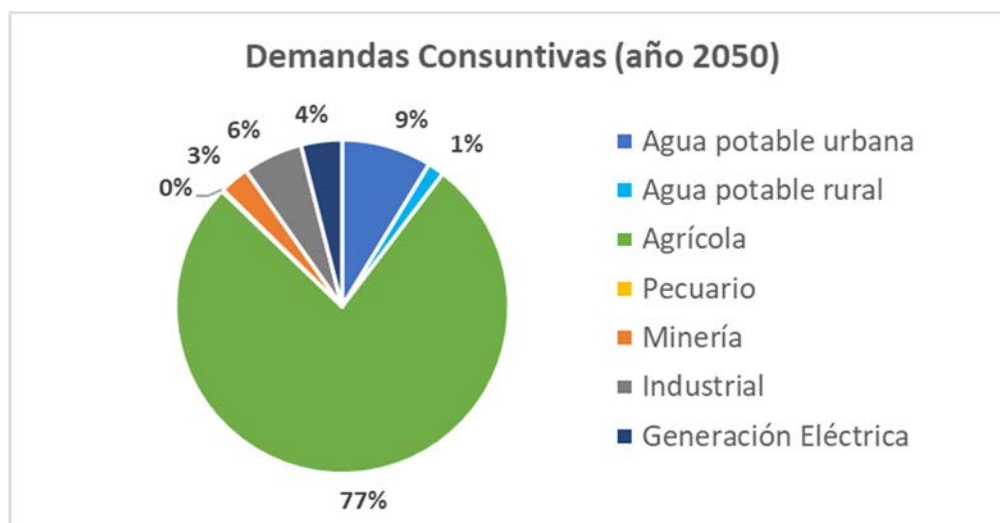
Al respecto, cabe destacar que el principal consumo es el referente al riego (74,5%), mientras que la minería y la industria, en conjunto, representan un 11,5% del total; el agua potable urbano y rural alcanzan en torno a un 9,1% (considerando que las fuentes de la cuenca abastecen a Gran Valparaíso).

La proyección futura (año 2030) muestra una tendencia al alza del peso de la demanda de riego (75,9%), así como del agua potable (9,7%), disminuyendo el consumo por parte de minería e industria (10,0%); en la proyección al año 2050, aumenta ligeramente el peso de demanda para riego (76,9%) y se incrementa levemente los requerimientos para agua potable urbano y rural (10,3%) (ver detalle en Anexo J.6, Figura 3.7-3 y Figura 3.7-4). De lo anterior se desprende que el peso en la demanda hídrica de Aconcagua seguirá en incremento para riego y abastecimiento de agua potable; este hecho va a requerir medidas o acciones para disminuir la potencial demanda insatisfecha en estos sectores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7-3 Distribución de las demandas consuntivas (año 2030) – Cuenca del río Aconcagua



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7-4 Distribución de las demandas consuntivas (año 2050) – Cuenca del río Aconcagua

Respecto de las variaciones porcentuales de las demandas proyectadas a los años 2030 y 2050 sobre de la estimación de la situación actual (año 2019) mostradas en la Tabla 3.7-1, cabe resaltar el incremento futuro para agua potable rural proyectado al año 2050, suponiendo un porcentaje de variación del 91%. A su vez, la variación en el sector pecuario es destacable, si bien cabe señalar que la proyección se basa en los datos disponibles de los Censos Agropecuarios de los años 1997 y 2007, por lo que existe un grado de incertidumbre a considerar en dicha estimación (ver metodología en el acápite 3.3.2.2 del Anexo F).

3.8 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 (CNR, 2016a).

3.8.1 Evolución histórica

La información que a continuación se presenta corresponde a la contenida en la base de datos "Inscripciones de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Conservadores de Bienes Raíces" disponible en el portal web de la DGA y cuyas transacciones comprende el periodo 1953-2019.

Para el análisis del mercado de los DAA en la cuenca del río Aconcagua se utilizó la información correspondiente a los CBR de Concón, Villa Alemana, Limache, Quillota, La Calera, Llay-Llay, San Felipe, Putaendo y Los Andes, todos con jurisdicción en las comunas que integran la cuenca (Concón, Villa Alemana, Olmué, Limache, La Cruz, Quillota, Nogales, Hijuelas, La Calera, Catemu, Llay-Llay, Panquehue, Santa María, San Felipe, Putaendo, San Esteban, Rinconada y Los Andes).

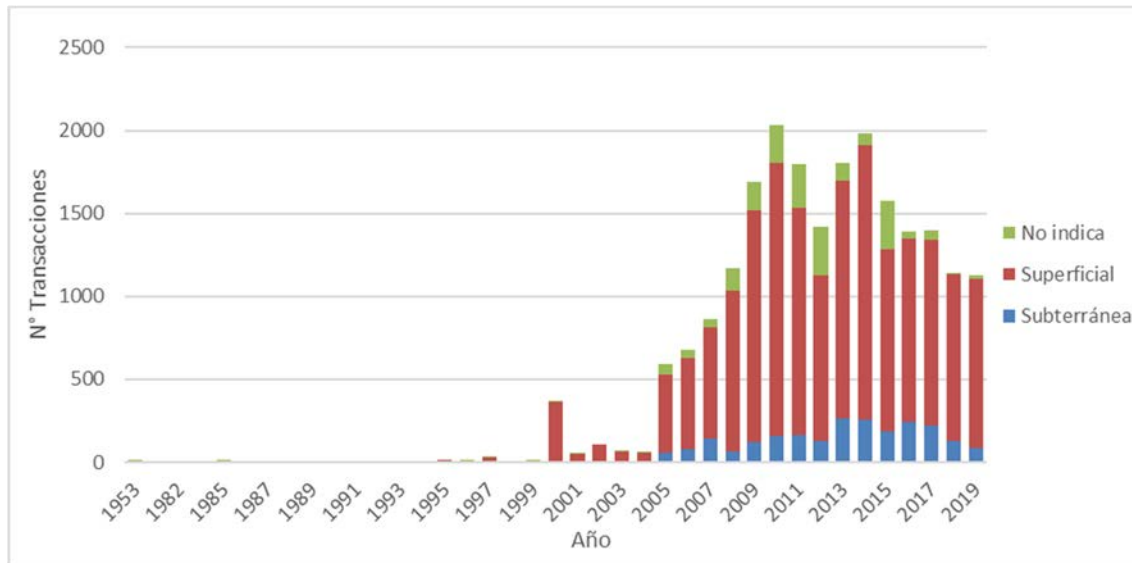
El estado de registro de las características esenciales disponibles para el análisis correspondiente al periodo 1953-2019 se presenta en la Tabla 3.8-1.

Tabla 3.8-1 Transacciones según naturaleza del agua, años 1953-2019

Naturaleza del Agua	N° de Transacciones	Característica no indicada		
		Nombre vendedor	Nombre comprador	Caudal
Subterránea	2.296	202	1	130
Superficial	17.261	3.260	7	4.128
No indica	1.862	620	0	695
Total	21.419	4.082	8	4.953

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

El total de transacciones informadas corresponde a 21.419, de las cuales, según la naturaleza del agua, 2.296 (11%) de ellas pertenecen al tipo de fuente subterránea, 17.261 (81%) corresponden al tipo de fuente superficial y 1.862 (9%) no indica el tipo de fuente. En la Tabla 3.8-1 se observa el total de transacciones de DAA a lo largo del periodo de estudio. Entre 2000 y 2019 se concentra el 99% de las transacciones de DAA en relación al total informado, con un máximo en los años 2010 y 2014 con 2.034 y 1.984 transacciones respectivamente.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

Figura 3.8-1 Distribución anual del número de DAA transados, periodo 1953-2019

3.8.2 Valor del agua

Con el objetivo de estimar el valor de mercado de los DAA, se tomó como fuente de información la información contenida en la base de datos entregada por la DGA y que registra las transacciones informadas por los CBR. Esta base de datos contiene 27.047 transacciones informadas por los CBR de Concón, La Calera, Limache, Llay Llay, Los Andes, Putaendo, Quillota, San Felipe y Villa Alemana durante el periodo del año 1953 hasta el año 2019.

Sobre la base de datos inicial se procedió a aplicar los criterios de depuración de manera incremental, con el fin de contar con una base de datos depurada que incluya transacciones que cumplan con todas las condiciones para que sean consideradas en la estimación. Esta depuración se realizó en base a la metodología que la SISS utiliza para la estimación del valor de los derechos de aprovechamiento de aguas en los procesos tarifarios que se llevan a cabo cada 5 años y que se encuentra plasmada en el estudio "Análisis de Mercados de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Chile", SIT N° 438, diciembre 2018.

En la Tabla 3.8-2 se presenta el resultado del proceso de depuración de la base de datos inicial. Se observa que, de las 27.047 transacciones, 1.749 (6,5%) cumplen con los requisitos definidos para estimar precios de mercado de DAA.

Tabla 3.8-2 Aplicación incremental de criterios de depuración

	Número de transacciones
Base de datos inicial	27.047
<i>Criterio de depuración</i>	
Compraventa	16.440
Con información de naturaleza	14.977
Con información de tipo de ejercicio	2.915
Con información de caudal	2.789
Con información de monto	2.589
Transacciones sin otros bienes	1.749
Con información de mercado (sector comprador)	1.749
Base de datos depurada	1.749

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

Cabe indicar que, de las transacciones que quedaron fuera de las estimaciones, según la depuración descrita, 14.691 (54%) no se consideraron debido a que no cuentan con información básica de la transacción de un DAA: naturaleza, ejercicio, mercado (sector), caudal o monto. En la Tabla 3.8-3 se muestra el número de transacciones depuradas según tipo de ejercicio del DAA.

Tabla 3.8-3 Transacciones depuradas

Tipo de ejercicio del DAA	N° Superficial	N° Subterránea	Total
Eventual	1	31	32
Eventual y continuo	1	53	54
Eventual y discontinuo	0	4	4
Permanente	2	41	43
Permanente y alternado	4	36	40
Permanente y continuo	1.207	365	1.572
Permanente y discontinuo	0	4	4
Total general	1.215	534	1.749
Proporción	69%	31%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

Se ha considerado como "unidad de mercado" la naturaleza del agua (subterránea o superficial) y el sector económico en cual se realizó la transacción. En el Anexo J.7 se entregan los antecedentes respecto a este último punto.

En la Tabla 3.8-4 se presenta el número de transacciones según naturaleza del agua y sector económico obtenidas de la depuración de la base de datos.

Tabla 3.8-4 Transacciones por unidad de mercado

Naturaleza del agua	Unidad de mercado	Transacciones
Subterránea	Agrícola	136
	Agua potable y Saneamiento	17
	Banca	8
	Inmobiliaria y Construcción	63
	Minería	3
	Otros (Particular y otras empresas)	988
	Subtotal	1.215
Superficial	Agrícola	53
	Agua potable y Saneamiento	14
	Banca	3
	Inmobiliaria y Construcción	6
	Minería	22
	Otros (Particular y otras empresas)	436
	Subtotal	534
Total		1.749

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las unidades de mercado “aguas subterráneas” y “aguas superficiales”.

Aguas Subterráneas

Para la unidad de mercado de aguas subterráneas, se encontraron tres (3) valores atípicos. Estos valores fueron apartadas a fin de no generar distorsión en los resultados. Con esto, se obtiene una media y mediana por caudal de 819 UF/l/s y 115 UF/l/s, respectivamente (Tabla 3.8-5).

Tabla 3.8-5 Resultados valor de aguas subterráneas

Transacciones	1.215
Transacciones atípicas	3
Media (UF/l/s)	819
Mediana (UF/l/s)	115

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

Aguas Superficiales

Para la unidad de mercado de aguas superficiales, se encontraron nueve (9) valores atípicos. Estos valores fueron apartadas a fin de no generar distorsión en los resultados. Con esto, se obtiene una media y mediana por caudal de 819 UF/l/s y 115 UF/l/s, respectivamente (Tabla 3.8-6).

Tabla 3.8-6 Resultados valor de aguas superficiales

Transacciones	534
Transacciones atípicas	9
Media (UF/I/s)	651
Mediana (UF/I/s)	127

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2020d).

Los resultados, respecto al valor del agua por sector económico, se presentan en el Anexo J.7. Asimismo, en el Anexo J.7.1 y el Anexo J.7.2 se adjuntan las planillas con el detalle del análisis presentado sobre los DAA en la cuenca del río Aconcagua, así como su mercado de aguas, respectivamente.

CAPÍTULO 4 OFERTA HÍDRICA

En el presente capítulo se estima la oferta hídrica de la cuenca, tanto de las fuentes superficiales como subterráneas, así como la identificación de los glaciares existentes. Se complementa además con el análisis de las restricciones históricas y actuales sobre uso de las aguas, de forma de establecer un diagnóstico realista de los recursos hídricos que se disponen. Además de la “cantidad”, también es influyente la “calidad” de la misma, por ello se incorpora el estado actual de la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas.

4.1 AGUA SUPERFICIAL

4.1.1 Fuentes superficiales

4.1.1.1 Identificación de fuentes

El río Aconcagua se forma de la reunión en la cordillera de los Andes, a 1.430 m de altitud, de los ríos Juncal, que proviene del W, y Blanco, que vienen del SE. Desde ese punto, el río Aconcagua recorre 142 km hasta su desembocadura en la bahía de Concón.

El río Juncal se origina en la cordillera que divide las aguas con la cuenca del Maipo, en una gran lengua de ventisquero llamado glaciar Juncal Norte. En su desarrollo de 35 km recibe por ambas riberas numerosos arroyos, la mayoría originados también en glaciares colgados. Entre esos tributarios está el río Juncalillo o Juncalito, al cual se le reúne el emisario de la Laguna del Inca (a 3.200 m s.n.m.).

El río Blanco se genera en el cordón de despluvio con la cuenca alta del río Mapocho; se dirige al NW con una gran pendiente y una longitud de 15 km. Su tributario más importante es el río Los Leones, que se genera en áreas englaciadas alrededor del cerro Alto de Los Leones (5.400 m).

En el tramo del río Aconcagua hasta Los Andes, el tributario más importante por la ribera N es el río Colorado; debe su nombre al limo y otros sedimentos rojizos que enturbian sus aguas en las crecidas. Otros afluentes menores hacen sus aportes al Aconcagua en este tramo (esteros Riecillos y Vilcuya).

En los alrededores de San Felipe, el río Aconcagua recibe otros tributarios como el estero Pocuro que recoge aguas de precordillera, de la vertiente N del cordón de Chacabuco. Por su vertiente N, recibe el estero San Francisco (o Quilpué), con una longitud de 52 km y que drena un amplio sector cordillerano con una nutrida red de esteros y arroyos. En este sector, el río Aconcagua recibe uno de sus más importantes afluentes, el río Putaendo, que se origina en la localidad de Los Patos, a 1.188 m s.n.m., desembocando en una caja muy ancha y pedregosa. Esta subcuenca tiene una extensión de 1.377 km² y una longitud de 85 km, y en ella se encuentra el embalse Chacillas, con una capacidad útil de 27 millones de m³.

En el tramo comprendido entre San Felipe y La Calera, el principal tributario es el estero Catemu, que riega el valle agrícola de ese nombre; tiene un desarrollo de 14 km en dirección al S. También en este tramo recibe el estero Los Loros, que fluye desde el S y drenando el valle de Llay Llay.

En el curso inferior, entre La Calera y su desembocadura, los afluentes relevantes son los esteros Los Litres y Limache. Sobre el estero Limache se ubica el embalse Los Aromos; a su vez, una pequeña obra de regulación está emplazada en uno de sus principales afluentes, el estero Lliu Lliu.

El régimen del río Aconcagua es nivo-pluvial, ya que, en la parte alta de su cuenca, donde están sus ríos tributarios de alta cordillera Colorado, Juncal y Blanco, presenta un régimen nival; en cambio en la parte baja de la cuenca comienza a tomar importancia la influencia pluvial (DGA, 2004b). A modo de ejemplo, en la Tabla 4.1-1, se presentan los valores de caudal en 2 puntos de control de la cuenca según su régimen.

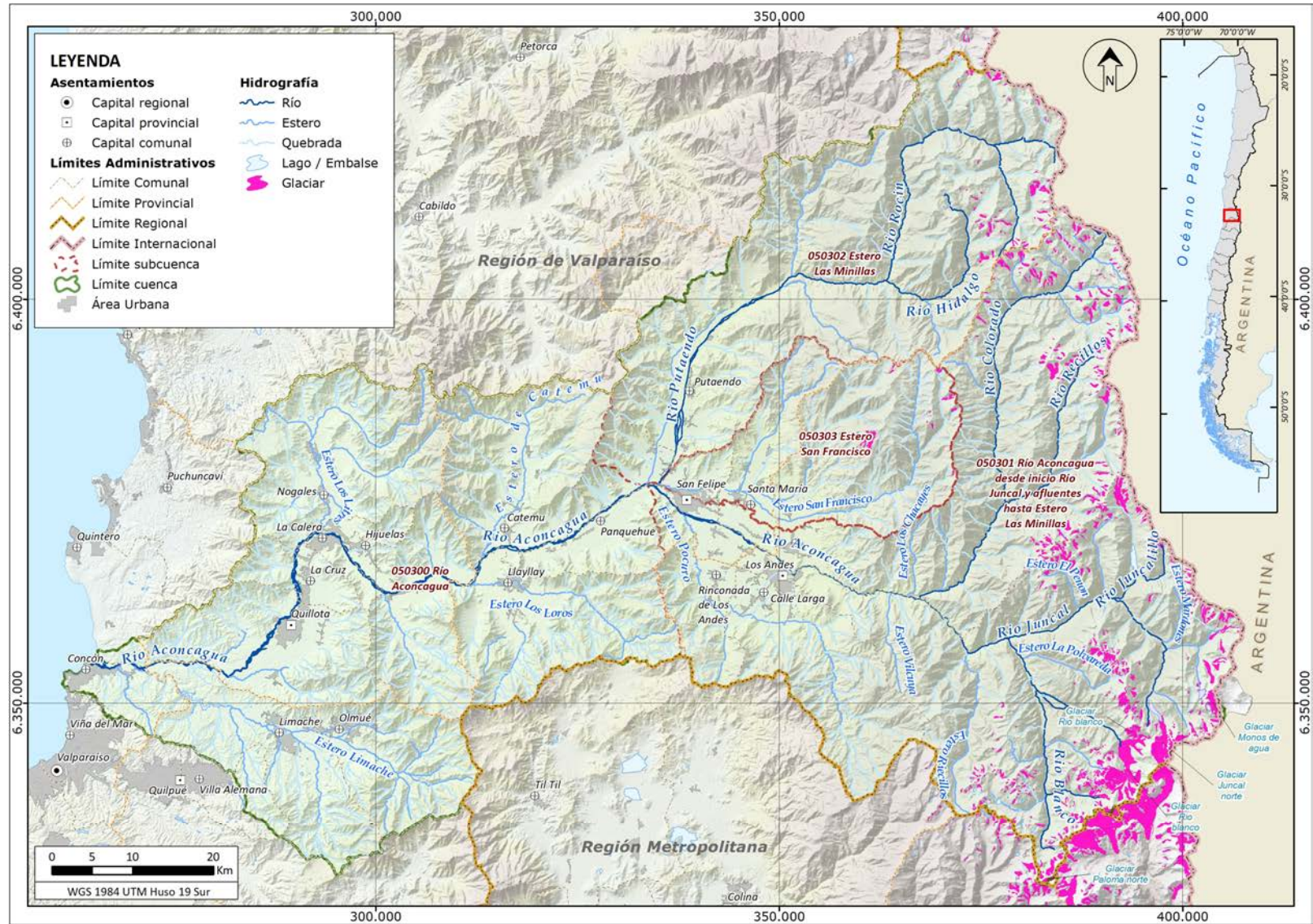
Tabla 4.1-1 Regímenes y caudales promedio histórico en la cuenca del río Aconcagua

Cód. BNA	Estación Fluviométrica	Q _{medio} anual (m ³ /s)	Q _{medio} DEF (m ³ /s)	Q _{medio} MAM (m ³ /s)	Q _{medio} JJA (m ³ /s)	Q _{medio} SON (m ³ /s)	Régimen
5410002-7	Río Aconcagua en Chacabuquito	31,6	58,0	17,5	14,7	36,1	Nival
5410005-1	Río Aconcagua en San Felipe	18,9	33,5	7,2	12,1	21,5	Nivo-pluvial

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

Fuente: Elaboración propia en base a CR2 (2020).

Complementariamente, se presenta en la Figura 4.1-1 los principales ríos y esteros que conforman la hidrografía de la cuenca del río Aconcagua.



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2019).

Figura 4.1-1 Hidrografía de la cuenca del río Aconcagua

4.1.1.2 División administrativa

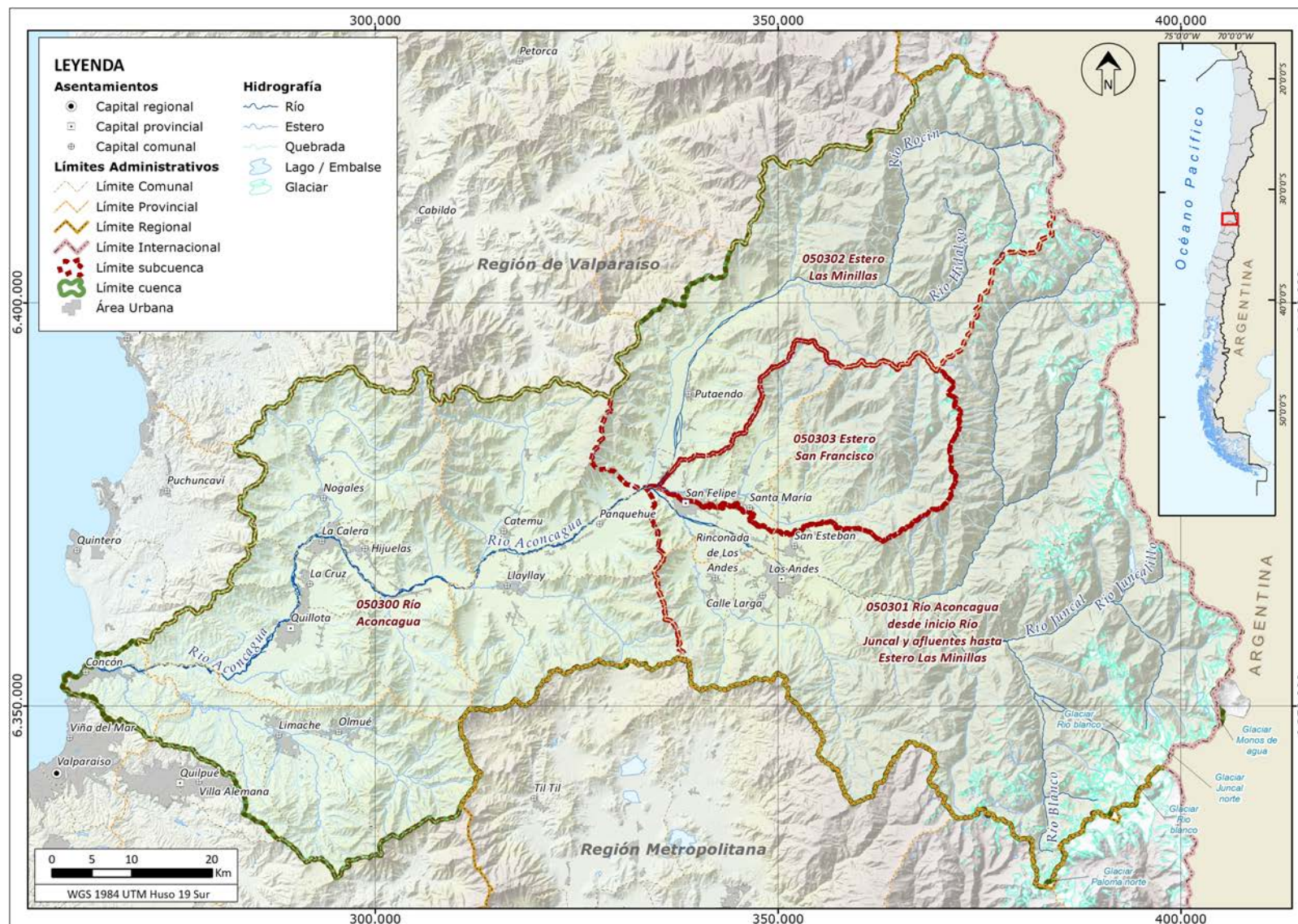
La cuenca del río Aconcagua tiene una superficie de 7.324 km² y se divide en 4 subcuencas, las cuales se presentan en la Tabla 4.1-2. En la Figura 4.1-2 se presentan la cuenca y las subcuencas del río Aconcagua.

Tabla 4.1-2 División administrativa de la cuenca del río Aconcagua

Código Cuenca	Nombre Cuenca	Código Subcuenca	Nombre Subcuenca	Superficie (km ²)
0503	Río Aconcagua	050300	Río Aconcagua	2.619
		050301	Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas	2.753
		050302	Estero Las Minillas	1.377
		050303	Estero San Francisco	575

Nota: Codificación de cuenca y subcuencas en base a Cuencas DARH.

Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA.



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

Figura 4.1-2 Cuenca y subcuencas del río Aconcagua

4.1.1.3 Restricciones de uso sobre fuentes superficiales

Con la finalidad de tener una visión amplia de los problemas de escasez que existen y/o han ido apareciendo temporalmente, se presentan seguidamente las restricciones al uso de agua en la cuenca, en sus diferentes figuras de protección de las aguas superficiales. En el acápite 3.3.1.2 del Anexo F se presenta la definición de cada restricción considerada.

A su vez, en la Figura 4.1-3 se representan las medidas vigentes de restricción al uso de agua de la cuenca del río Aconcagua. En los Anexos J.8.1 y J.8.3 se recopilan los antecedentes relativos a restricciones de uso de aguas superficiales en la cuenca.

i. Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales

En la Tabla 4.1-3 se muestra la declaración de agotamiento de aguas superficiales que afecta la cuenca del río Aconcagua:

Tabla 4.1-3 Declaración de agotamiento en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Limitación	Res. DGA N°	Fecha Res. DGA
Primera Sección Río Aconcagua	Declaración de agotamiento	209	22-05-1985
Río Putaendo y sus afluentes	Declaración de agotamiento	1278	13-09-2004

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

ii. Zonas de conservación

Las áreas colocadas bajo protección oficial y sitios prioritarios en la cuenca del río Aconcagua se han identificado y recopilado en el acápite 2.3.1.3 del presente documento.

Seguidamente se enumeran únicamente las áreas protegidas, sitios Ramsar y Reservas de la Biosfera de la cuenca, esto es, zonas de conservación con protección oficial y una descripción general (MMA, 2020a), mientras que en la Figura 4.1-3 se muestra su ubicación:

- **Parque Nacional: La Campana (WDPA-035).** La unidad pertenece administrativamente a las comunas de Hijuelas y Olmué. La fauna que la unidad protege está compuesta por una alta representatividad de especies del mediterráneo chileno como de otras migratorias (el caso de aves y felinos). Hay 100 especies animales, agrupados en mamíferos, aves, reptiles y anfibios. En cuanto a flora, este parque desarrolla un número importante de especies vegetales "nativas" de distintas latitudes y longitudes de Chile y "endémicas", en total son 320 especies de plantas.
- **Santuario de la Naturaleza: Serranía el Ciprés (WDPA-128).** Esta unidad se ubica en la Quebrada El Asiento del Cerro Tabaco, comuna de San Felipe. Es uno de los lugares patrimoniales más valiosos del valle del Aconcagua y constituye un ecosistema único desde el punto de la biodiversidad.

- Santuario de la Naturaleza: Campo dunar de la punta de Concón (WDPA-129). Punta de Concón es el resultado de una larga evolución y constituye una unidad estructurada y funcional desde el punto de vista geológico. Las formaciones naturales relevantes de dunas geológicas y de arenas relictos conforman todo el santuario. Los sistemas de dunas son recursos escénicos no solo en el sentido estético, sino como demostración de ecosistemas y geosistemas relictos, constituyen un testimonio de la historia evolutiva del paisaje de la zona central, revelando cambios importantes en el nivel del mar en los últimos milenios.
- Santuario de la Naturaleza: Roca Oceánica (WDPA-130). Esta unidad está ubicada en la comuna de Concón. Este grupo rocoso es frecuentado por diversas especies de aves y especies marinas. Se ha conservado en forma natural y libre de contaminación, ofreciendo la posibilidad de llevar a efecto estudios e investigaciones geológicas, ecológicas y biológico-marinas.
- Reserva Forestal: Río Blanco (WDPA-072). La unidad está ubicada en la comuna de Los Andes. Respecto de fauna, resalta la presencia y reproducción de parejas de cóndores en acantilados pronunciados, especialmente los que dan hacia el río Blanco. También la presencia de puma, vizcacha, lauchón orejudo, zorro culpeo y chilla, águila, aguilucho, jote, chercán, loica y perdiz, entre otras especies. Esta unidad no está bajo la administración de CONAF, ni existe mayor infraestructura ecoturística.

Uso de suelo (sistema hídrico)	Superficie (ha)
Glaciares	17,06
Ríos	12,34
Vegas	24,38

- Sitio Ramsar: Parque Andino Juncal (RAM-012). Está conformado por una extensa red hídrica con ríos, canales, esteros, glaciares y vegas andinas. El ecosistema es representativo de la zona de matorral Mediterráneo, único en América del Sur y contiene a especies endémicas como la culebra cola corta (*Tachymenis chilensis*).

Uso de suelo (sistema hídrico)	Superficie (ha)
Glaciares	1.229,22
Nieve	1.626,81
Vegas	187,15

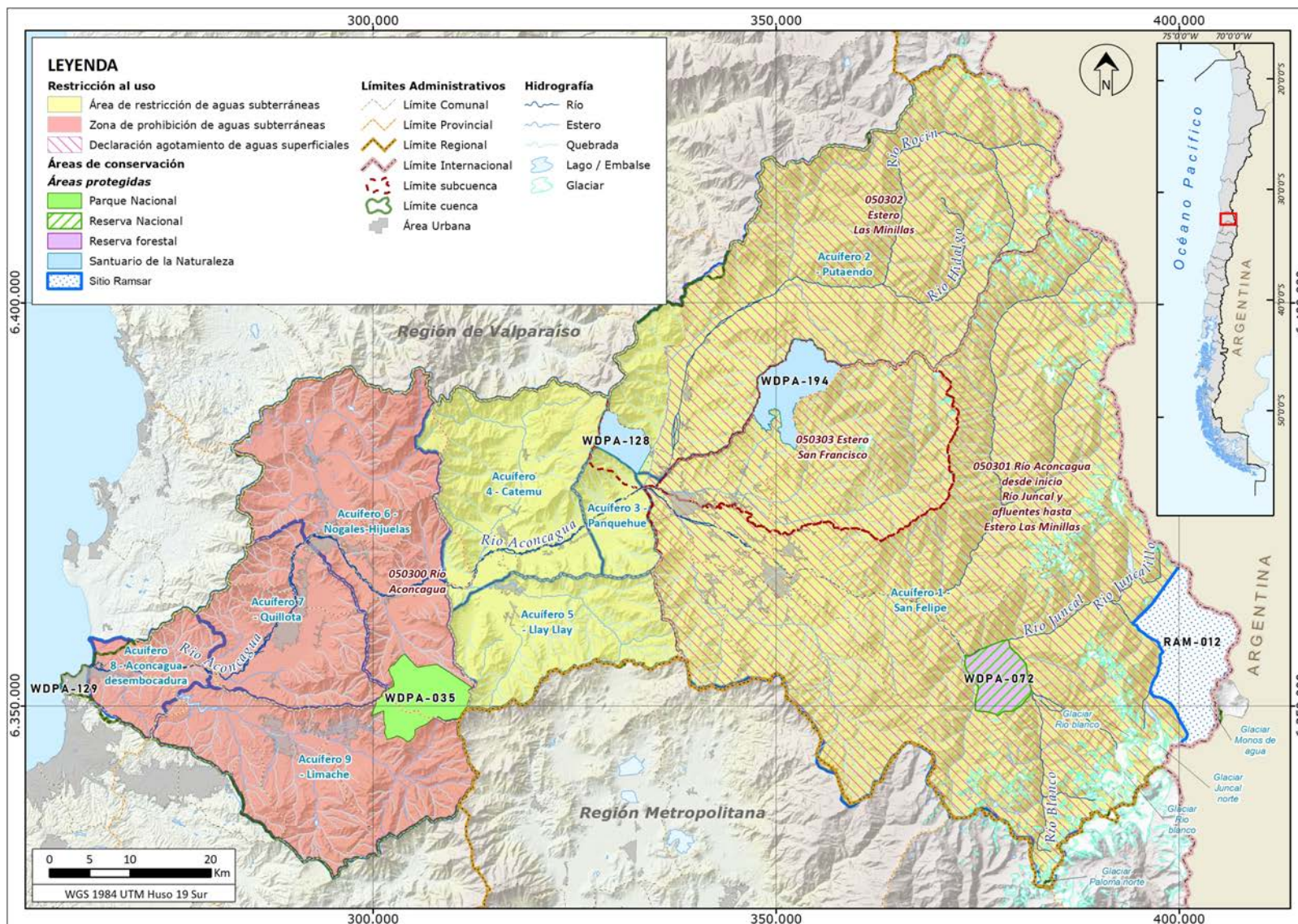
- Reserva de la Biosfera: La Campana-Peñuelas (RBIO-002). Esta Reserva es importante para la protección de ecosistemas de Chile mediterráneo que presenta alto grado de riqueza y endemismo y además estos ecosistemas están altamente intervenidos y amenazados.

Uso de suelo (sistema hídrico)	Superficie (ha)
Lagos, lagunas, embalses y tranques	568,18

En el Anexo J.2 se adjunta la ficha RNAP (MMA, 2020a) de esta zona de conservación. Cabe señalar que los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, si bien pueden tener vínculos con los recursos hídricos de la cuenca, no tienen carácter de categoría de protección.

iii. Decretos de reserva

No se han dictado decretos de reserva en la cuenca del río Aconcagua.



Fuente: Elaboración propia en base a Mapoteca DGA (2019).

Figura 4.1-3 Zonas con diferentes grados de restricción al uso de agua en la cuenca del río Aconcagua

iv. Decretos de escasez hídrica

En la cuenca del río Aconcagua, en el periodo 2008-2020, se han declarado un total de 35 decretos de escasez. En el Anexo J.8.3 se enumeran los decretos de escasez hídrica históricos promulgados parcial o totalmente en la cuenca. Actualmente, se encuentran vigentes los siguientes decretos de escasez hídrica sobre la cuenca del río Aconcagua siguientes:

- N° 92 de 27 de agosto del 2020 con fecha de caducidad el 27 de febrero del 2020, en provincia de Valparaíso.
- N° 100 de 04 de septiembre del 2020 con fecha de caducidad el 04 de marzo del 2021, en provincias de San Felipe de Aconcagua, Quillota y Los Andes.
- N° 109 de 21 de septiembre del 2020 con fecha de caducidad el 21 de marzo del 2021, provincia de Marga Marga.

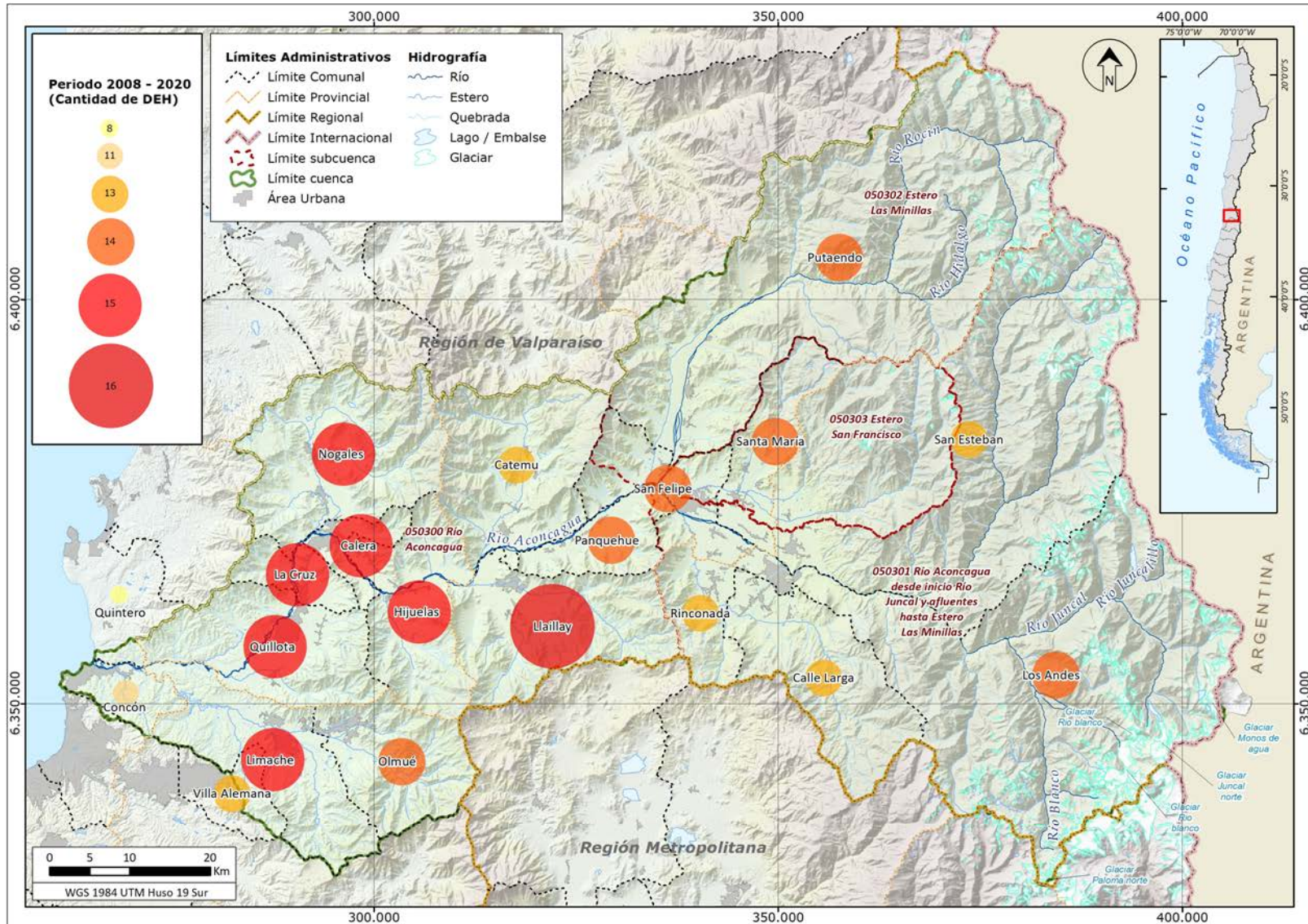
En la Figura 4.1-4 se muestran aquellos años en que, a nivel comunal, se ha declarado algún decreto a lo largo del año. Se observa, en términos generales, la afectación del conjunto de la cuenca en dicho periodo, a excepción de los años 2009, 2016 y 2017 (éste último, en la parte alta de la cuenca). Nótese que el territorio de la provincia de Valparaíso en el conjunto de la cuenca representa un área reducida.

Cuenca	Provincia	Comuna	Decretos de escasez hídrica															
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
Río Aconcagua	Los Andes	Calle Larga																
		Los Andes																
		Rinconada																
		San Esteban																
	San Felipe	Catemu																
		Llaillay																
		Panquehue																
		Putendo																
		San Felipe																
		Santa María																
	Quillota	Calera																
		Hijuelas																
		La Cruz																
		Nogales																
		Quillota																
	Marga Marga	Limache																
		Olmué																
		Villa Alemana																
	Valparaíso	Concón																
		Quintero																

Fuente: Elaboración propia basada en DGA (2020a).

Figura 4.1-4 Distribución temporal y espacial de los decretos de escasez hídrica (2008-2020) en la cuenca del río Aconcagua

En la Figura 4.1-5 se presenta la cuantificación de estos decretos a escala comunal.



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

Figura 4.1-5 Decretos de escasez históricos por comuna, período 2008-2020

El total de solicitudes de extracción autorizadas, pendientes y rechazadas con cargo a los Decretos de Escasez se entrega en la Tabla 4.1-4. Este análisis ha sido realizado con base en la información consolidada con fecha 22 de mayo del año 2020, proporcionada por la DGA.

Tabla 4.1-4 Total solicitudes y caudal aprobado por comuna

Estado	Subterránea	Superficial	Total
Autorizada	49	2	51
Pendiente	2	0	2
Rechazada	20	0	20
Total	71	2	73

Fuente: Elaboración propia en base a información 22/05/20 de DGA (2020).

Con respecto a las solicitudes de extracción autorizadas, en la Tabla 4.1-5 se entrega el total de solicitudes y caudal aprobado en la cuenca.

Tabla 4.1-5 Total solicitudes autorizadas y caudal aprobado por comuna

Comuna	Cantidad		Caudal	
	N°	%	l/s	%
Hijuelas	2	3,9	25	0,6
Llay Llay	9	17,6	1.193	27,7
Los Andes	2	3,9	1.270	29,5
Nogales	5	9,8	41	1,0
Panquehue	24	47,1	1.018	23,7
Putando	2	3,9	157	3,6
Quillota	2	3,9	25	0,6
San Esteban	1	2,0	50	1,2
San Felipe	4	7,8	525	12,2
Total	51	100,0	4.304	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a información 22/05/20 de DGA (2020).

Según se desprende de la Tabla 4.1-5 existe un total de 51 solicitudes en la cuenca, distribuidos en las comunas Hijuelas, Llay Llay, Los Andes, Nogales, Panquehue, Putando, Quillota, San Esteban y San Felipe. Se observa que el mayor caudal aprobado se concentra en la comuna de Los Andes con un 29,5% seguido por Llay Llay y Panquehue.

En la Tabla 4.1-6 se entrega el total de solicitudes autorizadas en la cuenca del río Aconcagua por rubro.

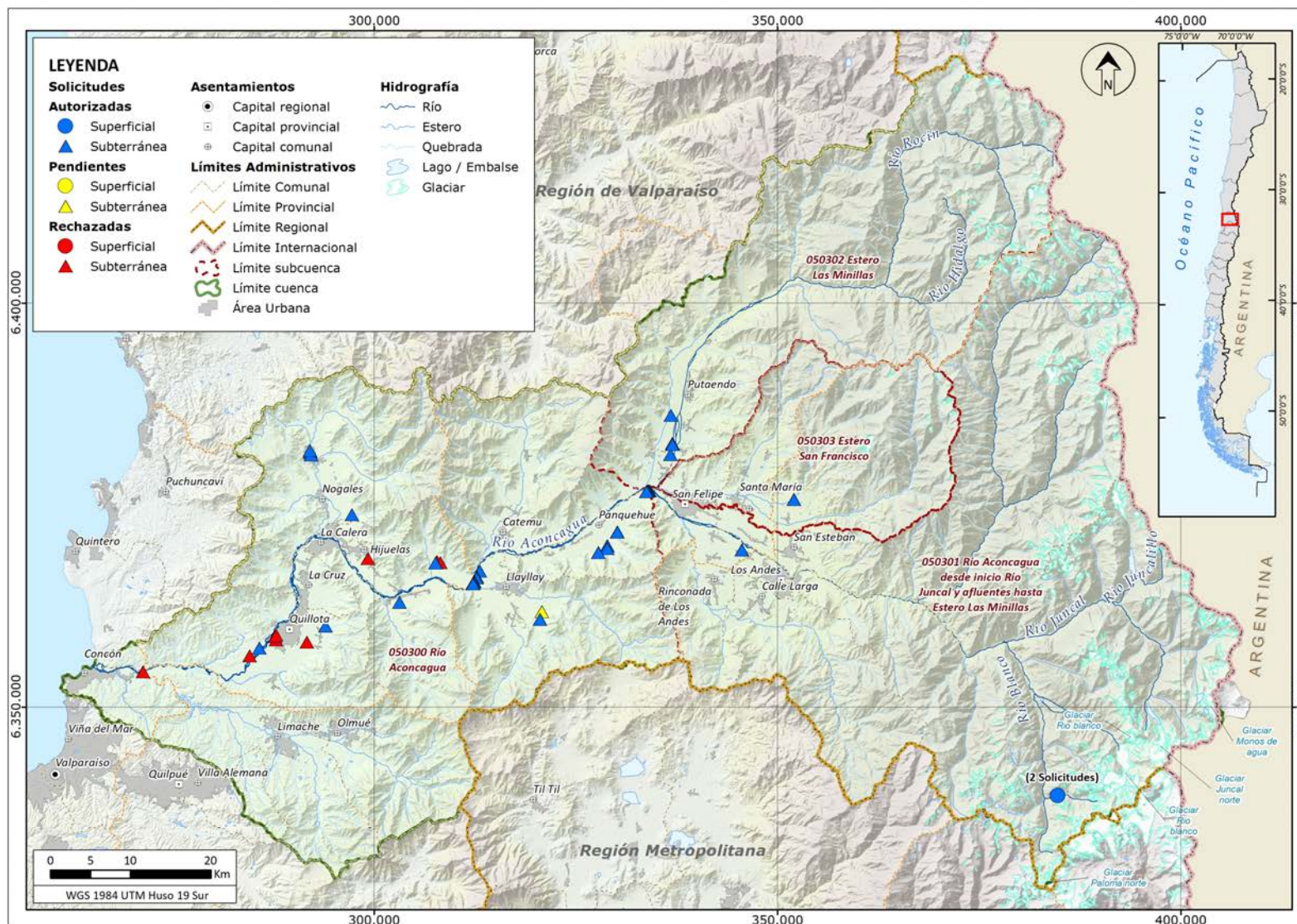
Tabla 4.1-6 Total solicitudes aprobadas por rubro

Naturaleza del agua	Cantidad		Caudal	
	N°	%	l/s	%
Subterránea	49	96,1	3.034	70,5
Agrícola	27	52,9	681	15,8
Junta de Vigilancia	2	3,9	157	3,6
Minera	2	3,9	324	7,5
Sanitaria	14	27,5	1.835	42,6
Servicio Público	4	7,8	37	0,9
Superficial	2	3,9	1.270	29,5
Minera	2	3,9	1.270	29,5
Total	51	100,0	4.304	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a información 22/05/20 de DGA (2020).

Según se desprende de la tabla, los rubros solicitantes corresponden a Agrícola, Junta de Vigilancia, Minería, Sanitaria y Servicio Público, siendo el rubro Agrícola el que concentra el mayor porcentaje con un 52,9% del total de solicitudes. Con respecto al caudal aprobado, el rubro sanitario concentra el 42,6% del total.

En la Figura 4.1-6 se muestra la ubicación geográfica de las solicitudes de extracción autorizadas, pendientes y rechazadas con cargo a los decretos antes mencionados en la cuenca del río Aconcagua.



Fuente: Elaboración propia en base a información 22/05/20 de DGA (2020).

Figura 4.1-6 Ubicación geográfica de las solicitudes de extracción en la cuenca del río Aconcagua en el marco de los decretos de escasez hídrica

4.1.2 Oferta en la fuente

Evaluar la oferta en la fuente requiere necesariamente un esfuerzo adicional. Este aspecto debe de entenderse como la oferta hídrica en un régimen no intervenido o natural de la cuenca. Para la reconstitución del régimen natural, usualmente se requiere de la construcción de un diagrama unifilar detallado del sistema, que incluya sus fuentes y extracciones (que abarque sus distintos usos), de tal manera que la oferta estimada menos las extracciones reales coincidan entonces con los flujos superficiales medidos en las estaciones de control fluviométricas.

Elaborar este tipo de productos, particularmente el diagrama unifilar de cada cuenca, resulta redundante cuando ya se tiene un modelo implementado, en el entendimiento que dicho modelo ha nacido de la representación de las interacciones entre la oferta hídrica y la intervención antrópica caracterizado por la demanda.

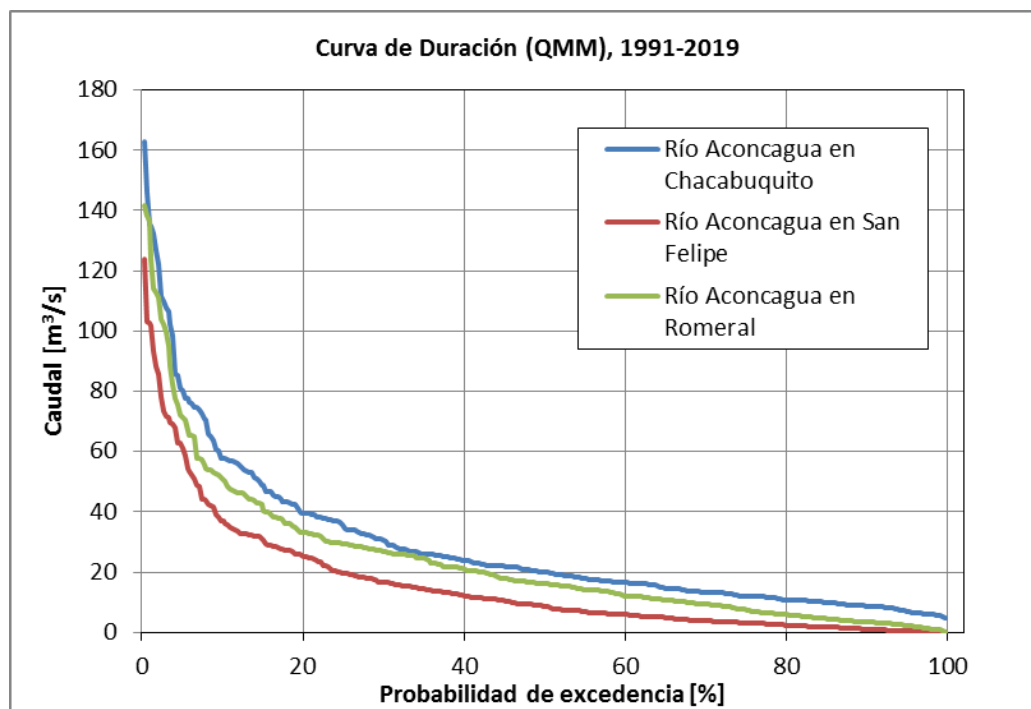
Es por este motivo, que, a partir del modelo calibrado de la cuenca, descrito en el acápite 5.1.1, se generó un modelo "sin demandas", de tal manera de reproducir los caudales en régimen natural de la cuenca. Se entiende que puede llamar a confusión este aspecto, dado que, hasta este punto, no se ha discutido el detalle de la modelación. Sin embargo, se debe entender que esto representa una simplificación necesaria, dado que la misma herramienta consituye la estimación más certera y actualizada que puede hacerse de la oferta hídrica, pues incluye el mayor nivel de actualización del funcionamiento del sistema a la fecha. Es por este motivo que se toma la decisión de utilizar el modelo para poder caracterizar la oferta en régimen natural en los puntos de control fluviométrico.

Para evaluar la oferta hídrica del sistema se presentan los resultados de las curvas de duración, de acuerdo a los resultados del modelo numérico acoplado, detallado en acápite 4.2 del Anexo H. Los valores para diferentes probabilidades de excedencia se presentan en la Tabla 4.1-7 y en la Figura 4.1-7 para los 3 puntos de control del modelo, correspondientes a las estaciones fluviométricas: Río Aconcagua en Chacabuquito, Río Aconcagua en San Felipe y Río Aconcagua en Romeral, considerando la operación del modelo en el periodo 1991-2019, sin demandas ni obras de regulación.

Tabla 4.1-7 Caudal en m³/s, a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones y probabilidades de excedencia, periodo 1991-2019

P_{exc} (%)	Río Aconcagua en Chacabuquito	Río Aconcagua en San Felipe	Río Aconcagua en Romeral
10	57,72	36,87	50,84
20	39,66	25,49	33,25
30	30,56	16,62	26,91
40	23,94	12,13	21,05
50	19,90	8,51	16,34
60	16,50	5,97	12,13
70	13,30	3,75	9,32
80	10,82	2,38	5,87
90	8,70	1,02	3,42

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.1-7 Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones, periodo 1991-2019

Se esperaría que entre más aguas abajo se encuentre el punto de control, se tengan caudales de menor magnitud, sin embargo, del análisis mostrado en la Figura 4.1-7, se distingue que la curva de duración de la estación Río Aconcagua en Romeral (ubicada aguas abajo de las otras dos estaciones, en la parte más baja de la cuenca) en lugar de encontrarse más abajo en la gráfica, se ubica por sobre Río Aconcagua en San Felipe (estación ubicada entre las otras dos, en zona media de la cuenca). Esto se debe principalmente a los múltiples afloramientos subterráneos que se presentan en la zona de Romeral, representando un aporte directo en la escorrentía superficial.

La influencia de los afloramientos se sostiene tanto en las posibles crecidas (10% de probabilidad de excedencia), variaciones promedio (50% de probabilidad de excedencia) y en el flujo base (90% de probabilidad de excedencia). A menor probabilidad de excedencia, la variación de caudal aumenta considerablemente respecto a probabilidades por sobre el 70%.

4.1.3 Oferta en la fuente proyectada

Al igual que en el caso de la oferta en situación actual, la oferta proyectada también incluye la utilización del modelo, principalmente por consistencia metodológica. En este caso, cabe destacar que la oferta proyectada se basa en los resultados de un modelo sin demandas, pero con la proyección de cambio climático seleccionada en el acápite 5.2.1.

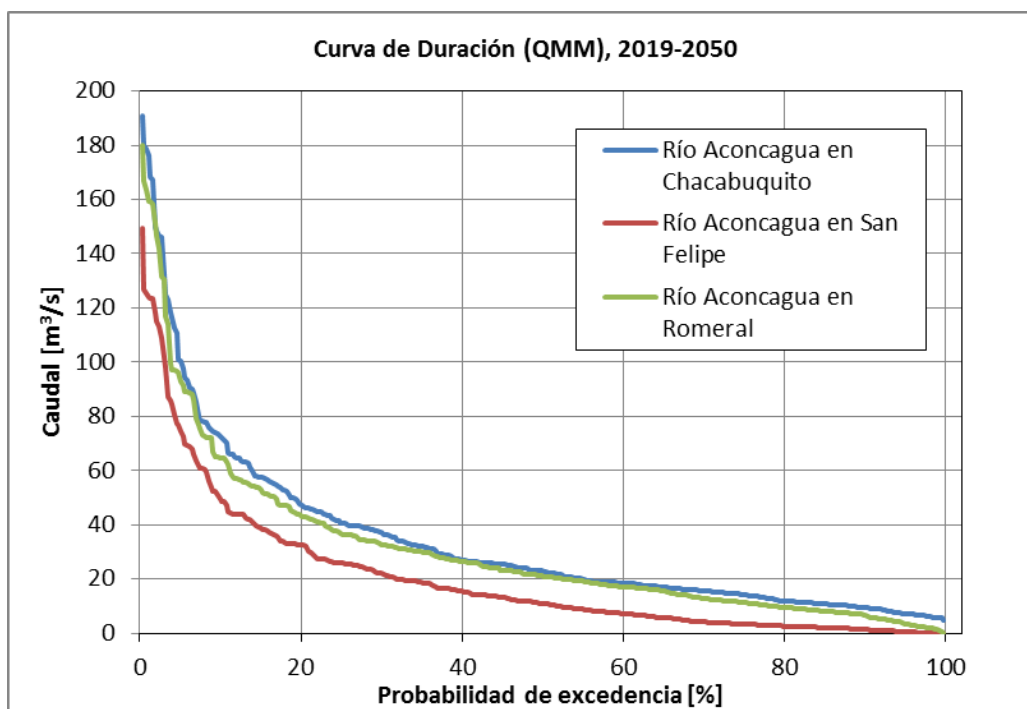
Para evaluar la oferta hídrica futura del sistema se presentan los resultados de las curvas de duración, de acuerdo a los resultados del modelo numérico acoplado, detallado en

acápite 4.2 del Anexo H. Los valores para diferentes probabilidades de excedencia se presentan en la Tabla 4.1-8, mientras que en la Figura 4.1-8 se presentan las curvas de duración para los 3 puntos de control del modelo, correspondientes a las estaciones fluviométricas: Río Aconcagua en Chacabuquito, Río Aconcagua en San Felipe y Río Aconcagua en Romeral, considerando la operación del modelo en el periodo 2019-2050, sin demandas ni obras de regulación.

Tabla 4.1-8 Caudal en m³/s, a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones y probabilidades de excedencia, periodo 2019-2050

P _{exc} (%)	Río Aconcagua en Chacabuquito	Río Aconcagua en San Felipe	Río Aconcagua en Romeral
10	72,66	49,39	64,80
20	47,41	32,59	43,30
30	36,98	22,11	32,91
40	27,10	15,40	26,50
50	22,89	11,03	21,14
60	18,58	7,28	17,18
70	15,64	4,17	12,78
80	11,86	2,67	9,47
90	9,39	1,37	6,62

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.1-8 Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones, periodo 2019-2050

Siguiendo un análisis similar a la oferta del periodo histórico, nuevamente se puede distinguir la influencia de los afloramientos subterráneos en la zona de Aconcagua en Romeral, sin embargo, para el periodo futuro y sin considerar demandas, la oferta en la parte media aumenta considerablemente acercándose a la de Aconcagua en Chacabuquito, dejando en evidencia que bajo un escenario sin demandas tanto superficiales como subterráneas, la oferta aumenta en la zona media de la cuenca debido a los aportes subterráneos.

4.1.4 Calidad actual

La calidad de las aguas en la cuenca, tanto superficiales como subterráneas, se ha caracterizado a partir de las estaciones de calidad pertenecientes a la Red Hidrométrica de la DGA. Esta caracterización de las aguas se ha realizado basándose en el estudio “Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile” (DGA, 2017a), complementándose con el estudio “Mapa hidroquímico de Chile” (DGA, 2019c).

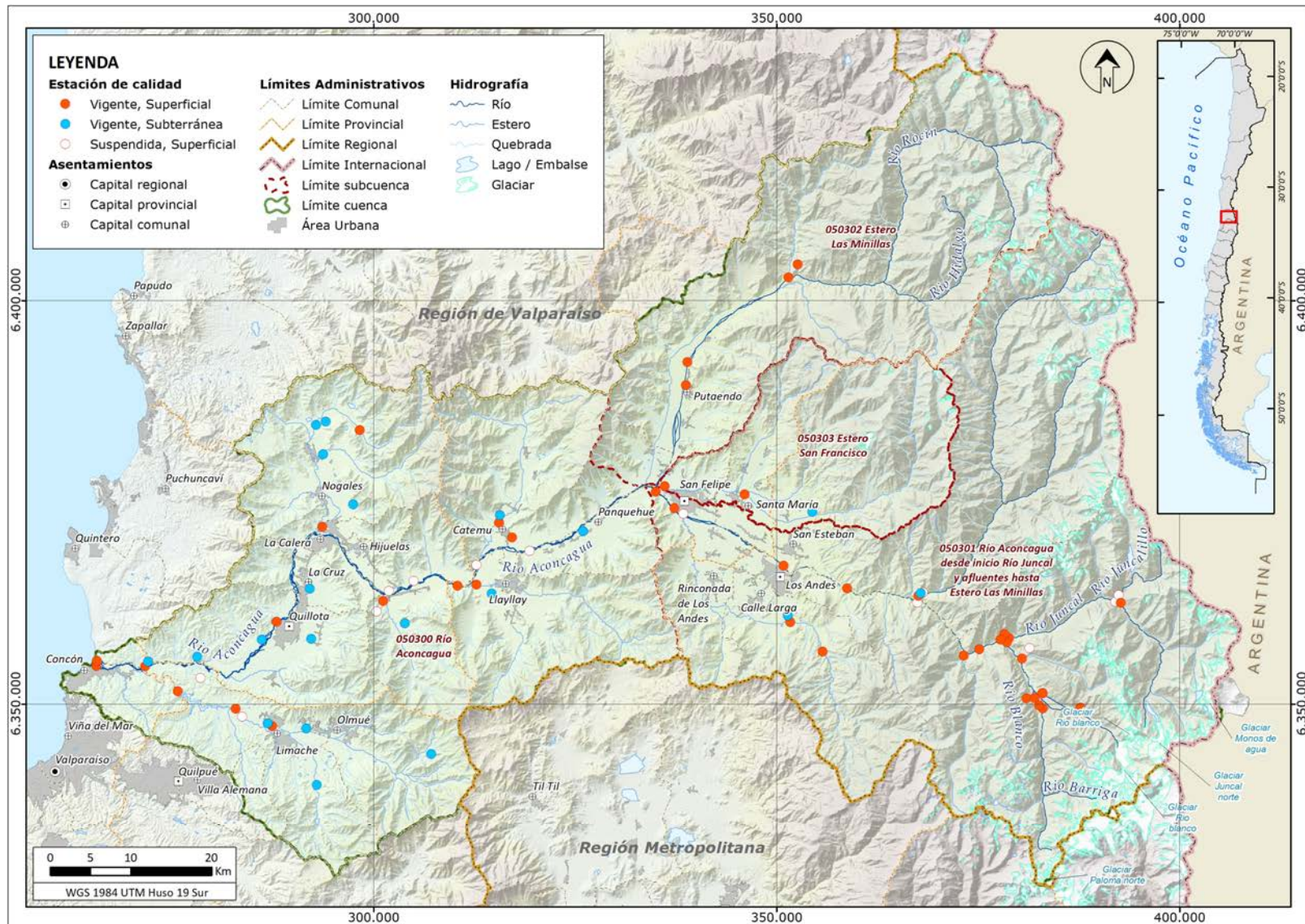
En la Tabla 4.1-9 se presentan las estaciones destinadas a control de calidad de aguas dentro de la cuenca a partir de las cuales se ha realizado dicha caracterización y/o que fueron utilizadas en el diagnóstico del estado de la calidad, indicando detalles sobre su estado, ubicación y el tipo de estación a la cual corresponde. Adicionalmente se presenta la Figura 4.1-9 con la disposición espacial de dichas estaciones.

Tabla 4.1-9 Registro de estaciones de control de calidad de agua analizadas en la cuenca del río Aconcagua

Código Subc.	Código BNA	Nombre Estación	Estado medición	Coordenadas		Tipo Estación
				Este 84	Norte 84	
0540	05400001-4	RIO JUNCAL ANTES RIO JUNCALILLO (CA)	Suspendida	391983	6362630	Superficial
	05401002-8	RIO JUNCA ANTES JUNTA RIO BLANCO	Vigente	378806	6358135	Superficial
	05400003-0	RIO JUNCALILLO ANTES RIO JUNCAL	Suspendida	392396	6363468	Superficial
	05401003-6	RIO JUNCAL EN JUNCAL	Vigente	392675	6362512	Superficial
	05402001-5	RIO BLANCO EN RIO BLANCO	Vigente	378540	6357632	Superficial
	05402004-K	RIO BLANCO ANTES RIO JUNCAL (CA)	Vigente	378229	6358620	Superficial
	05402005-8	RIO BLANCO ANTES TRANQUE RELAVE (CA)	Vigente	383015	6349437	Superficial
	05402006-6	RIO LOS LEONES EN ENTRADA TUNEL (CA)	Vigente	387687	6349491	Superficial
	05402007-4	ESTERO POLVAREDA ANTES RIO BLANCO (CA)	Vigente	380417	6355597	Superficial
	05402008-2	RIO BLANCO EN PISCICULTURA (CA)	Suspendida	381351	6356862	Superficial
	05402009-0	RIO BLANCO DESPUES TRANQUE RELAVE (CA)	Vigente	382993	6351285	Superficial
	05402010-4	RIO BLANCO ANTES RIO LEONES (CA)	Vigente	382993	6351285	Superficial
	05402011-2	RIO LOS LEONES ANTES RIO BLANCO (CA)	Vigente	382993	6351285	Superficial
	05402013-9	RIO BLANCO EN CENTRAL HIDROELECTRICA	Vigente	380975	6350644	Superficial
	05402014-7	RIO BLANCO EN B.T. CENTRAL ACONCAGUA	Vigente	381994	6350721	Superficial
	05402015-5	RIO BLANCO ANTES JUNTA RIO DE LOS LEONES	Vigente	382570	6349802	Superficial
	05403002-9	RIO ACONCAGUA EN RIO BLANCO	Vigente	377748	6357917	Superficial
	05403003-7	RIO ACONCAGUA EN LOS QUILOS	Suspendida	367450	6362549	Superficial
	05403004-5	RIO ACONCAGUA BOCATOMA CANAL CHACABUCO	Vigente	375134	6356733	Superficial
	05403005-3	RIO RIECILLOS ANTES RIO ACONCAGUA (CA)	Vigente	373208	6355951	Superficial
05406001-7	RIO COLORADO EN COLORADO	Vigente	367575	6363359	Superficial	
05406002-5	RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	368136	6363791	Superficial	
05404002-4	APR RIO COLORADO	Vigente	367877	6363694	Subterránea	
0541	05410002-7	RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	Vigente	358752	6364286	Superficial
	05410004-3	RIO ACONCAGUA EN LOS ANDES (CA)	Vigente	350875	6367098	Superficial
	05410005-1	RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	Vigente	337335	6374251	Superficial
	05410022-1	RIO ACONCAGUA EN LAS TINAJAS	Vigente	335027	6376293	Superficial
	05411001-4	ESTERO POCURO EN EL SIFON	Vigente	355682	6356459	Superficial
	05411002-2	ESTERO POCURO ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	338412	6373547	Superficial
	05411003-0	ESTERO POCURO EN ASENTAMIENTO CRISTO REDENTOR	Vigente	351700	6360106	Superficial
	05413001-5	ESTERO CHALACO EN LOS PATOS (CA)	Vigente	352604	6404478	Superficial
	05414001-0	RIO PUTAENDO EN RESGUARDO LOS PATOS	Vigente	351471	6402864	Superficial
	05414002-9	RIO PUTAENDO EN PUTAENDO (CA)	Vigente	338746	6389478	Superficial
	05414003-7	RIO PUTAENDO EN EL BADEN (CA)	Vigente	338932	6392332	Superficial
	05415001-6	ESTERO QUILPUE ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Vigente	336137	6376959	Superficial
	05415003-2	ESTERO SAN FRANCISCO ANTES ESTERO JAHUEL	Vigente	346052	6375947	Superficial
05415010-5	APR HIGUERAL	Vigente	354416	6373794	Subterránea	
05411004-9	APR EL PIMIENTO	Vigente	351356	6360934	Subterránea	
0542	05420002-1	ESTERO DE LOS CAMPOS EN ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	319336	6368966	Superficial
	05420003-K	RIO ACONCAGUA EN PUENTE CATEMU (CA)	Vigente	317189	6370619	Superficial

Código Subc.	Código BNA	Nombre Estación	Estado medición	Coordenadas		Tipo Estación
				Este 84	Norte 84	
	05421001-9	ESTERO CATEMU ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	312760	6367211	Superficial
	05421004-3	ESTERO CATEMU EN CATEMU (CA)	Vigente	315594	6372439	Superficial
	05422001-4	ESTERO LAS VEGAS EN DESEMBOCADURA	Vigente	312766	6364755	Superficial
	05423003-6	RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	Vigente	310430	6364620	Superficial
	05423004-4	ESTERO ROMERAL ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	304992	6365211	Superficial
	05423005-2	RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	Suspendida	301922	6363980	Superficial
	05423006-0	ESTERO RABUCO EN FUNDO RABUCO	Suspendida	300385	6361421	Superficial
	05423007-9	ESTERO RABUCO ANTES RIO ACONCAGUA	Vigente	301214	6362712	Superficial
	05424002-3	ESTERO EL LITRE ANTES RIO ACONCAGUA (CA)	Vigente	293647	6371936	Superficial
	05424003-1	ESTERO EL COBRE EN PUENTE MINA (CA)	Vigente	298300	6383928	Superficial
	05426001-6	RIO ACONCAGUA EN PUENTE BOCO (CA)	Vigente	288010	6360142	Superficial
	05426002-4	RIO ACONCAGUA EN TABOLANGO	Suspendida	278531	6353188	Superficial
	05426003-2	RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	Vigente	271692	6354605	Superficial
	05427001-1	ESTERO LIMACHE ENTRADA TRANQUE LOS AROMOS	Vigente	282934	6349362	Superficial
	05427002-K	ESTERO LIMACHE EN LIMACHE (CA)	Vigente	287431	6347205	Superficial
	05427003-8	ESTERO DE LIMACHE ANTES JUNTA RIO ACONCAGUA	Suspendida	283706	6348385	Superficial
	05427004-6	ESTERO LIMACHE DESPUES EMBALSE AROMOS	Vigente	275750	6351533	Superficial
	05428001-7	RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA (PTE. CONCON)	Vigente	265630	6354655	Superficial
	05428002-5	CONTAMINACION DEL RIO ACONCAGUA CON MAR	Vigente	265691	6355316	Superficial
	05424013-9	POZO DREN LOS CALEOS	Vigente	294062	6384989	Subterránea
	05427017-8	POZO C.C.U. LIMACHE	Vigente	286891	6347578	Subterránea
	05420010-2	APR SAN ROQUE	Vigente	325980	6371395	Subterránea
	05421007-8	APR LOS CORRALES	Vigente	315688	6373366	Subterránea
	05422006-5	APR LAS PALMAS	Vigente	314672	6363671	Subterránea
	05423025-7	APR HUALCAPO	Vigente	303899	6359981	Subterránea
	05424014-7	APR LA PEÑA	Vigente	297461	6374705	Subterránea
	05424015-5	APR LOS CALEOS	Vigente	292880	6384564	Subterránea
	05424016-3	APR PARCELEROS EL MELÓN	Vigente	293764	6380915	Subterránea
	05425007-K	APR POCOCHAY	Vigente	292107	6364270	Subterránea
	05426026-1	APR PEUBLO LOS INDIOS	Vigente	292264	6358048	Subterránea
	05426024-5	APR CASAS VIEJAS DE RAUTÉN	Vigente	286130	6357948	Subterránea
	05426025-3	APR MANZANAR	Vigente	278117	6355799	Subterránea
	05426027-K	APR SANTA ROSA DE COLMO	Vigente	272047	6355228	Subterránea
	05427019-4	APR LAS PALMAS DE OLMUÉ	Vigente	307155	6343775	Subterránea
	05427022-4	APR LOS MAITENES	Vigente	291668	6346910	Subterránea
	05427020-8	APR LLIU LLIU ALTO	Vigente	292957	6339942	Subterránea

Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2017a) y BNA.



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2020) y BNA.

Figura 4.1-9 Estaciones de calidad empleadas en la caracterización de la calidad de las aguas

Para la determinación de la calidad de las aguas superficiales en la cuenca, se ha realizado en primer lugar una caracterización hidroquímica de las aguas; seguidamente, se presenta en análisis de parámetros relevantes en relación a las normas de referencia de agua potable (NCh 409/05) y riego (NCh 1333/78). La metodología aplicada se detalla en el acápite 3.3.1.3 del Anexo F.

4.1.4.1 Caracterización hidroquímica de aguas superficiales

Respecto a la caracterización de las aguas superficiales, se ha considerado para ello analizar por separado la parte alta, media y baja de la cuenca del río Aconcagua. La parte alta corresponde a la parte Este de la cuenca, donde se presentan los dominios geomorfológicos de la Cordillera andina, la Precordillera andina y las Cuencas transicionales semiáridas. Esta se encuentra formada por las subcuencas “Estero Las Minillas” (BNA 050302), “Estero San Francisco” (BNA 050303) y “río Aconcagua desde inicio río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas” (BNA 050301). La parte media está formada por la mitad Este de la subcuenca “Río Aconcagua” (BNA 050300) y se encuentra dentro del dominio de la Cordillera de la costa, de los Cordones transversales y de Llanos de sedimentación fluvial o aluvional, entre el punto de cierre de la parte alta y la ciudad de Quillota. Finalmente, la parte baja de la cuenca considera la parte Oeste de la subcuenca “Río Aconcagua” (BNA 050300) hasta su desembocadura, formada en parte por Llanos de sedimentación fluvial o aluvional, y por Planicies marinas o fluviomarinas.

En estos dominios definidos se distinguen diferencias en la clasificación de las aguas superficiales, donde la parte alta se caracteriza por presentar aguas del tipo SO_4^{2-} - Ca^{2+} , mientras que la parte media y baja de la cuenca poseen aguas del tipo HCO_3^- - Ca^{2+} . Además, en la estación “río Aconcagua en Desembocadura” (BNA 5428001), ubicada cercana al punto de cierre de la cuenca, se observan aguas del tipo Cl^- - Na^+ , evidenciando la influencia que tiene el mar sobre las aguas continentales que llegan al sector de la desembocadura del río Aconcagua.

Los diagramas para la totalidad de las estaciones superficiales identificadas en la cuenca se encuentran en Anexo J.9.1.

4.1.4.2 Estado de la calidad de agua

En este acápite se realiza una evaluación del estado de la calidad de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aconcagua, a través de la información que aportan las estaciones de calidad pertenecientes a la Red Hidrométrica de la DGA, cuya identificación se realizó en la Tabla 4.1-9 y la Figura 4.1-9. Este diagnóstico se basa principalmente en el estudio “Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile” (DGA, 2017a), y se presenta en detalle en el Anexo J.9.2.

Para los efectos de esta evaluación, se consideraron los siguientes parámetros:

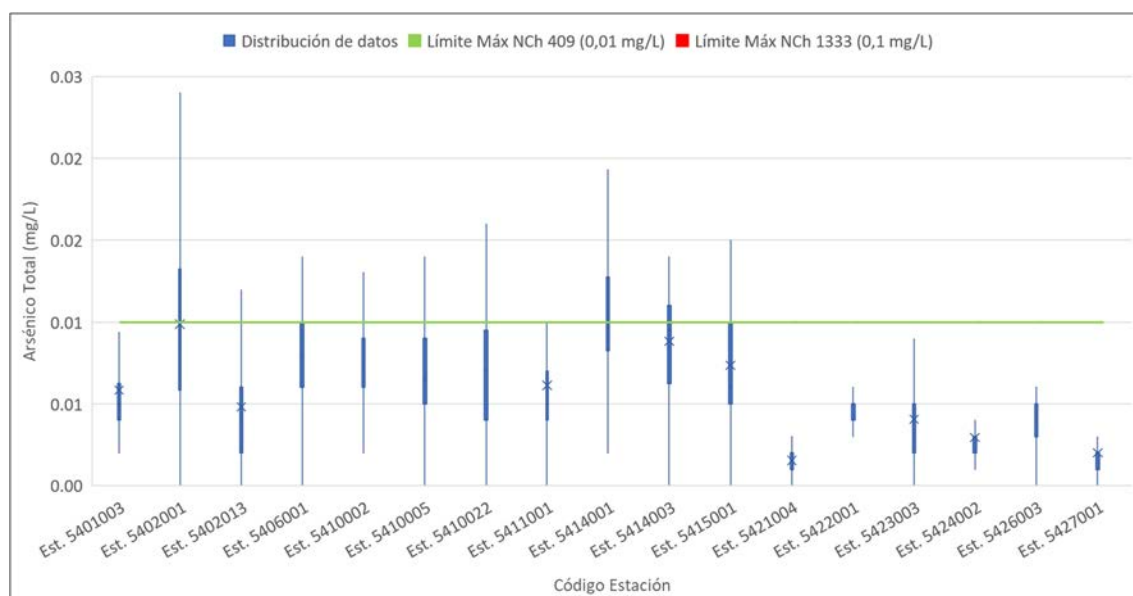
- Metales totales: As, Pb, Cu, Mo, Cr, Hg y Zn.
- Parámetros inorgánicos: Cl^- , SO_4^{2-} y NO_3^-
- Parámetros físico-químicos: pH, CE y SDT.
- Parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y *E. coli*.

De acuerdo con los gráficos de cajas de las series de medición de los diferentes elementos considerados, se presentan a continuación los resultados obtenidos por parámetro, únicamente en los casos en que se supera alguna de las normas de referencia³⁰ (NCh409/05 y/o NCh1333/78), según el grupo de análisis al que pertenece, centrando el análisis en los resultados del rango intercuartil (RIC).

Metales

En general, las concentraciones de los metales analizados para las aguas superficiales de la cuenca del río Aconcagua se mantienen bajo los límites establecidos en las normas NCh409/05 y NCh1333/78, con excepciones en el caso de As y Cu en estaciones puntuales.

Como se observa en la representación gráfica de la Figura 4.1-10, el As muestra tendencia a exceder la NCh409/05 de forma sectorizada, en las estaciones "Río Blanco en Río Blanco" (BNA 5402001-5), "Río Putaendo en resguardo Los Patos" (BNA 5414001-0) y "Río Putaendo en el Baden (CA)" (BNA 5414003-7) ubicadas en la parte alta de la cuenca. La variación temporal del As en estas dos últimas estaciones no muestra una tendencia clara, con sus concentraciones están en el rango de cercano a 0 mg/l a 0,015mg/l. Por otra parte, la estación "Río Blanco en Río Blanco" (BNA 5402001-5) ha presentado una disminución a lo largo del tiempo, registrando en los últimos años analizados concentraciones menores a 0,01 mg/l.



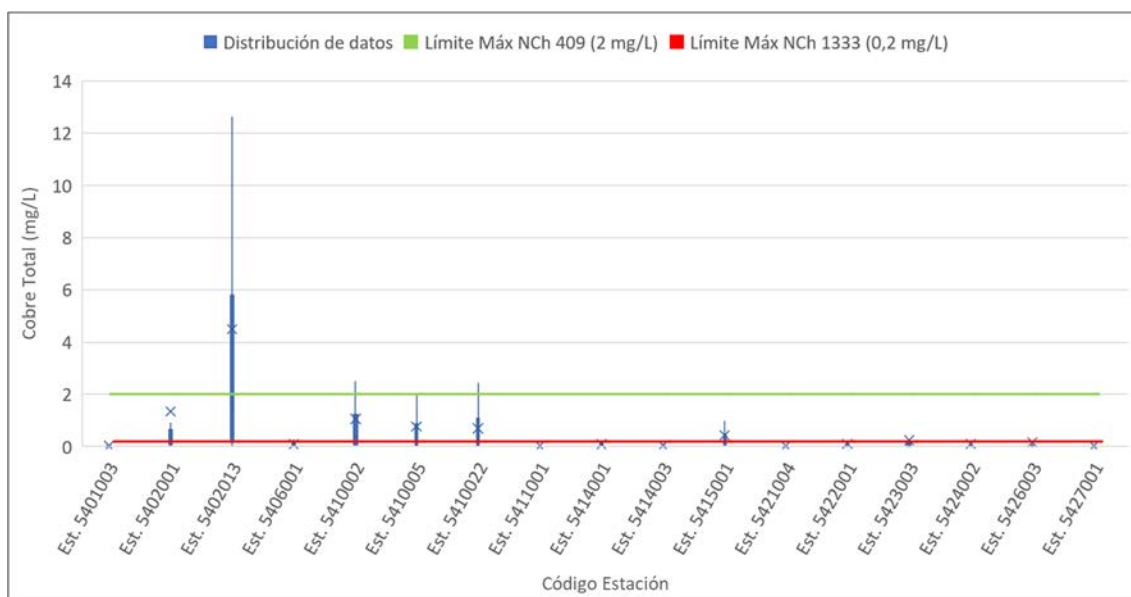
Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.

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

Figura 4.1-10 Gráfico de Cajas – As Total (mg/l)

³⁰ En el presente diagnóstico se ha considerado que supera la norma aquella estación que presenta valores por encima de la referencia hasta su cuartil superior (y/o inferior si la norma aplica un rango)

Similar situación ocurre con el Cu, rebasando los límites de la NCh1333/78 en cinco estaciones: “Río Blanco en Río Blanco” (BNA 5402001-5), “Río Aconcagua en Chacabuquito” (BNA 5410002-7), “Río Aconcagua en San Felipe” (BNA 5410005-1), “Río Aconcagua en Las Tinajas” (BNA 5410022-1) y “Estero Quilpué antes junta Río Aconcagua” (BNA 5415001-6), todas en la parte alta de la cuenca. Por otro lado, la estación “Río Blanco en central hidroeléctrica” (BNA 5402013-9), ubicada también en la parte alta de la cuenca sobrepasa ambas normas (agua potable y riego) (Figura 4.1-11).



Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.

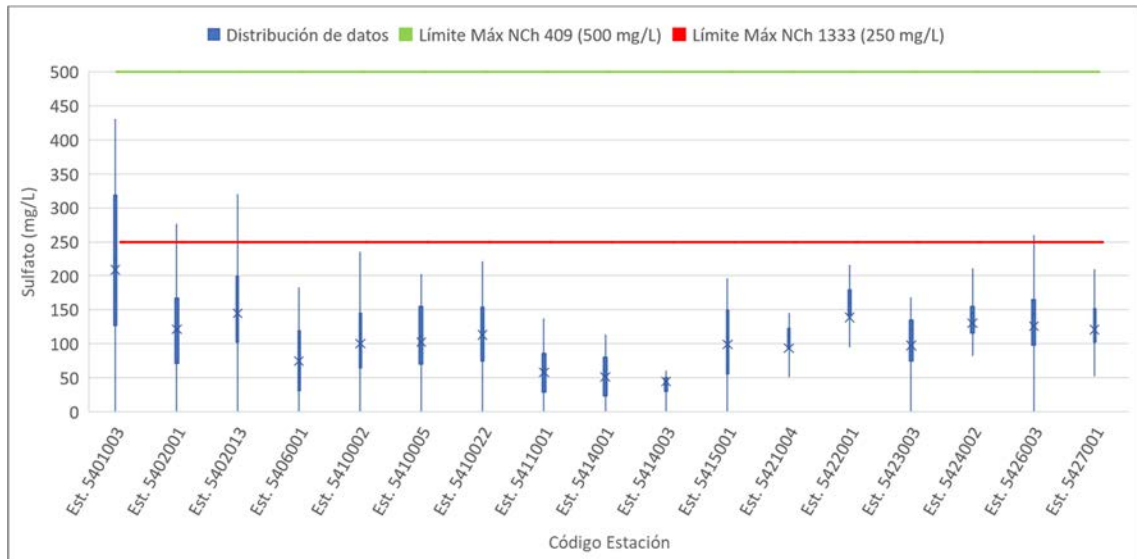
Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017a).

Figura 4.1-11 Gráfico de Cajas – Cu Total (mg/l)

Por otro lado, cabe aclarar que los datos registrados de Mo y Hg son los valores asignados cuando las medidas son menores que la sensibilidad del instrumento, por lo que no se puede aseverar si se cumplen o sobrepasan las normas de agua potable y/o riego.

Parámetros inorgánicos

En general, los parámetros inorgánicos analizados presentan concentraciones bajo la norma para toda la cuenca, con excepción de la estación “Río Juncal en Juncal” (BNA 5401003-6), ubicada en la parte alta de la cuenca, donde la concentración de SO_4^{2-} sobrepasa la NCh1333/78. La variación temporal del SO_4^{2-} en dicha estación no muestra una tendencia clara (Figura 4.1-12).

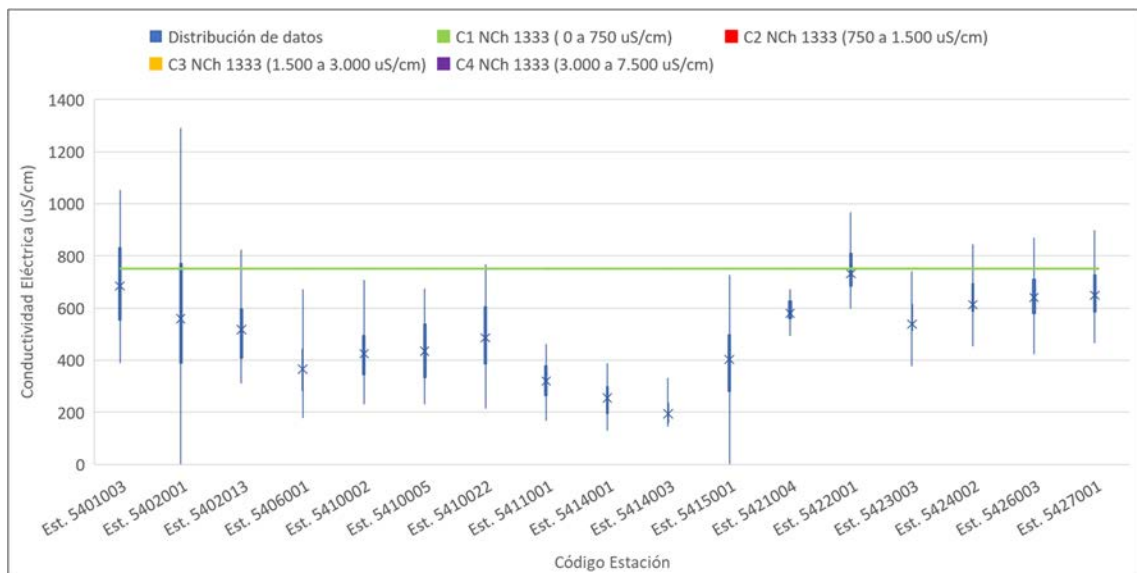


Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.
 Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017a).

Figura 4.1-12 Gráfico de Cajas – SO₄²⁻ (mg/l)

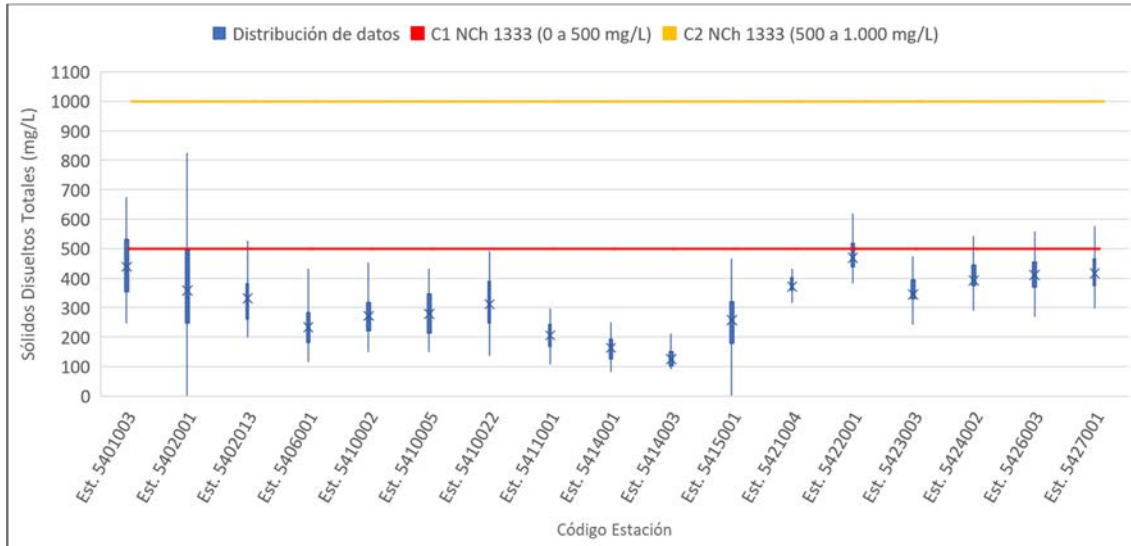
Parámetros físico-químicos

Respecto del pH, éste se encuentra dentro de los límites establecidos en NCh409/05 y NCh1333/78 a lo largo de la cuenca. En lo relativo a CE y SDT, sólo las estaciones “Río Juncal en Juncal” (BNA 5401003-6), “Río Blanco en Río Blanco” (BNA 5402001-5) y “Estero Las Vegas en desembocadura” (BNA 5422001-4) se encuentran en el rango C2 (agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles) (Figura 4.1-13 y Figura 4.1-14).



Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.
 Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017a).

Figura 4.1-13 Gráfico de Cajas – CE (µS/cm)



Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.
Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017a).

Figura 4.1-14 Gráfico de Cajas – SDT (mg/l)

Parámetros microbiológicos

A partir de la información contenida en los formularios PR018002 facilitados por la SISS, en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua se han identificado tres fuentes en operación de agua superficial con información de calidad microbiológica. En la Tabla 4.1-10 se presentan las 3 fuentes con información a lo largo del periodo analizado que presentan concentraciones de coliformes totales (CT) mayor a su límite de detección.

Tabla 4.1-10 Fuentes de captación superficial en sector alto de la cuenca río Aconcagua

Código Fuente	Nombre Fuente
102-P01100101	Canal La Compañía
102-F01280301	Canal La Petaca
101-F01250201	Aconcagua

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2020).

En la parte media y baja de la cuenca del río Aconcagua se han identificado 6 fuentes en operación de agua superficial con información de calidad. En la Tabla 4.1-11 se presentan las fuentes que han presentado concentraciones de coliformes totales (CT) mayor a su límite de detección a lo largo del tiempo analizado.

Tabla 4.1-11 Fuentes de captación superficial en sector medio y bajo de la cuenca río Aconcagua

Código Fuente	Nombre Fuente
102-Q01050101	Canal Serrano
101-V02100101	Con-Con, 4ta.secc. río Aconcagua
101-V01080201	Río Aconcagua, 2° Secc. (Ant.3° Secc)
101-V01050101	Río Aconcagua, 2° Secc. (Nueva Bocatoma)
102-Q01100201	Canal Waddington
102-Q01120301	Fuente Canal Ovalle I

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2020).

Cabe mencionar que todas las fuentes de agua superficial en la cuenca analizadas presentaron coliformes totales y *E. coli* en el periodo 2011 a 2019.

Finalmente, se debe señalar que la norma NCh409/05, con respecto a los criterios para parámetros microbiológicos, establece que los microorganismos del grupo coliformes son un buen indicador microbiano de la calidad del agua; debido a esto, el agua potable debe de cumplir con una serie de condiciones en cuanto a los CT. Sin embargo, las muestras analizadas de un servicio de agua potable deben estar exentas de *E. coli*, por lo que la utilización de estas aguas crudas en una red de distribución de agua potable debe ser tratada previamente.

4.1.5 Fuentes de contaminación

Con base en la evaluación de la calidad de las aguas superficiales efectuada en los numerales precedentes, se pueden establecer que los resultados presentados para la cuenca del río Aconcagua indican dos dominios principales, separados por el punto de cierre de la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas" (BNA 050301). Aguas arriba de dicho punto se observa una importante influencia en la calidad de las aguas superficiales de las actividades mineras, o de las condiciones geológicas naturales que propician su existencia, como lo son la presencia de zonas con minerales que generan drenaje ácido. Es así como en las aguas superficiales de esta área se reporta la presencia de Cu y As superando las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78, así como también al SO_4^{2-} como el anión principal.

Por otra parte, aguas abajo del punto cierre de la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas" (050301), no se observa la presencia de Cu o As en niveles por sobre las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78, y en general, de ningún otro parámetro, con excepción de la estación "Estero Las Vegas en desembocadura" (BNA 5422001-4), que presenta contenidos de SDT y CE que la ubican en el rango C2 de ambos parámetros (agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles), lo cual tiene relación con que dicho estero corresponde a un afluente menor de la cuenca, sin recibir mayores aportes de agua de deshielo.

En relación a los parámetros microbiológicos, en todos los puntos de monitoreo de la cuenca se registró la presencia de *E. coli*, salvo en 4 muestreo efectuados en la fuente "Con-Con, 4ta. secc. río Aconcagua" (101-V02100101). De esta forma, se identifica un

problema extendido en las aguas superficiales de la cuenca, ya sea por la mezcla con aguas residuales de carácter antrópico o procedente de animales.

El análisis de los riesgos de contaminación de las aguas superficiales se aborda de forma conjunta con el relativo a las aguas subterráneas, y se presenta en el acápite 4.2.4.

4.1.6 Derechos concedidos

A continuación, se presenta el análisis de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) superficiales otorgados en la cuenca del río Aconcagua. Los resultados son presentados en función de las siguientes variables:

- DAA otorgados según tipo de solicitud.
- DAA otorgados según tipo de Derecho y ejercicio del Derecho.

Para el análisis se utilizó la base de datos “Planilla Nacional de Derechos de Aprovechamiento de Aguas” obtenida mediante solicitud formal a la Inspección Fiscal con fecha enero del año 2020.

Cabe mencionar que los resultados que se presentan a continuación consideran, para las secciones 1ª y 2ª, la equivalencia entre l/s y “acción” indicada en el estudio de la DGA “Diagnóstico Nacional de Organizaciones de Usuarios” S.I.T. N.º 422, agosto 2018. Para el caso de las secciones 3ª, 4ª y Putaendo, se utilizó la equivalencia 1 acción=1 l/s (Tabla 4.1-12).

Tabla 4.1-12 Equivalencias entre l/s y “acciones”

Sección	Valor Acción (l/s/acción)
Sección 1a	1,8
Sección 2a	1
Sección 3a	1
Sección 4a	1
Putaendo	1

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

En la Tabla 4.1-13 se entrega el total de DAA superficiales otorgados en la cuenca del río Aconcagua resultantes.

Tabla 4.1-13 DAA otorgados y Caudal medio otorgado

Naturaleza del Agua	Nº	Caudal (l/s)
Superficial	875	411.949

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

DAA otorgados según tipo de solicitud

En la Tabla 4.2-14 se entrega la distribución de los DAA de acuerdo al tipo de solicitud, esto es, Nuevos Derechos (ND), Solicitudes de Regularización (NR) y Derechos de Usuarios Antiguos (UA).

Tabla 4.1-14 DAA otorgados y caudal otorgado según tipo de solicitud

Tipo de solicitud	N°	%	Caudal	
			l/s	%
Solicitudes de Nuevos Derechos (ND)	97	11	306.717	78
Solicitud de Regularización (NR)	159	18	5.022	1
Derechos de Usuarios Antiguos (UA)	619	71	100.209	25
Total	875	100	411.949	100

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

Según se desprende de la Tabla 4.1-14 la mayor parte del caudal otorgado está asociada a solicitudes de tipo ND, lo que equivale al 78% del total, seguido por UA, representando el 25%.

DAA otorgados según tipo de Derecho y ejercicio del Derecho

En la Tabla 4.1-15 se presenta la distribución de los DAA superficiales otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA. Cabe mencionar que el total (900), en este caso no es igual al total de derechos superficiales en la cuenca (875), dado que existen 25 DAA, en la base de datos, cuyas captaciones no tiene un único ejercicio del DAA.

Tabla 4.1-15 DAA otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA

Tipo de DAA y Ejercicio del DAA	N°	%	Caudal	
			l/s	%
Consuntivo	834	93	92.776	23
Eventual y Continuo	29	3,2	43.064	10
Eventual y Discontinuo	16	1,8	9.058	2
Permanente y Continuo	776	86,2	39.229	10
Permanente y Discontinuo	13	1,4	1.424	0
No Consuntivo	66	7	319.174	77
Eventual y Continuo	14	1,6	51.397	12
Eventual y Discontinuo	12	1,3	24.803	6
Permanente y Continuo	33	3,7	141.795	34
Permanente y Discontinuo	6	0,7	101.175	25
Provisional y Discontinuo	1	0,1	4	0
Total	900	100	411.949	100

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

Según se desprende de la Tabla 4.1-15, la mayor parte de los DAA son de tipo consuntivo y de ejercicio permanente y continuo, lo que equivale al 86,2% 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 permanente y continuo, representado el 34% del caudal total.

Georreferenciación de DAA en la cuenca del río Aconcagua

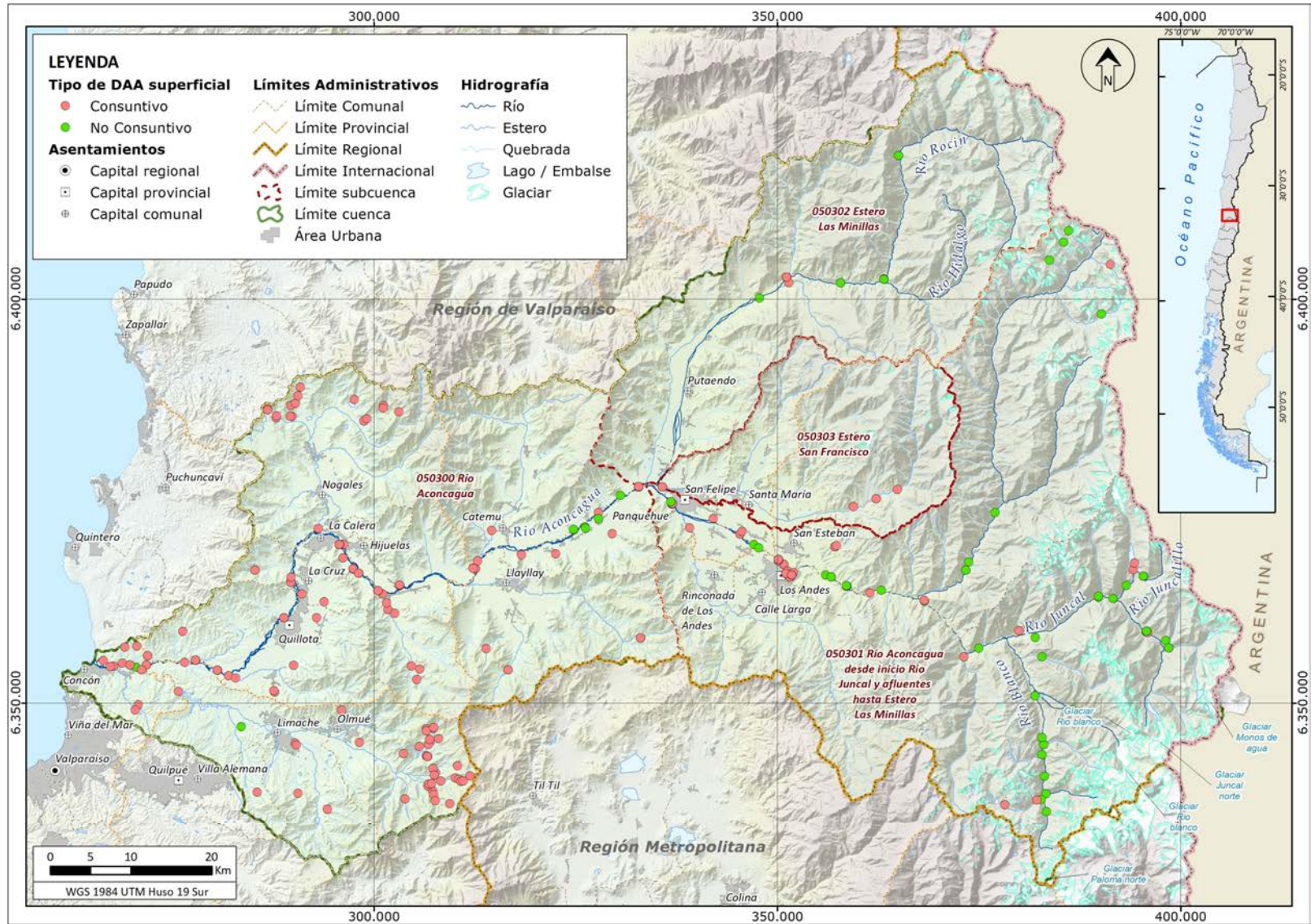
De la base de datos, 262 DAA cuentan con información necesaria para su georreferenciación, esto es, coordenadas UTM, Datum y Huso, lo que equivale al 30% del total de registros (Tabla 4.1-16).

Tabla 4.1-16 Total de DAA georreferenciados y no georreferenciados

Naturaleza del Agua	N°	DAA georreferenciado		DAA no georreferenciado	
		N°	%	N°	%
Superficial	875	262	30	613	70

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

En la Figura 4.1-15 se muestra la ubicación geográfica de los puntos de captación asociados a cada DAA en la cuenca de Aconcagua.



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

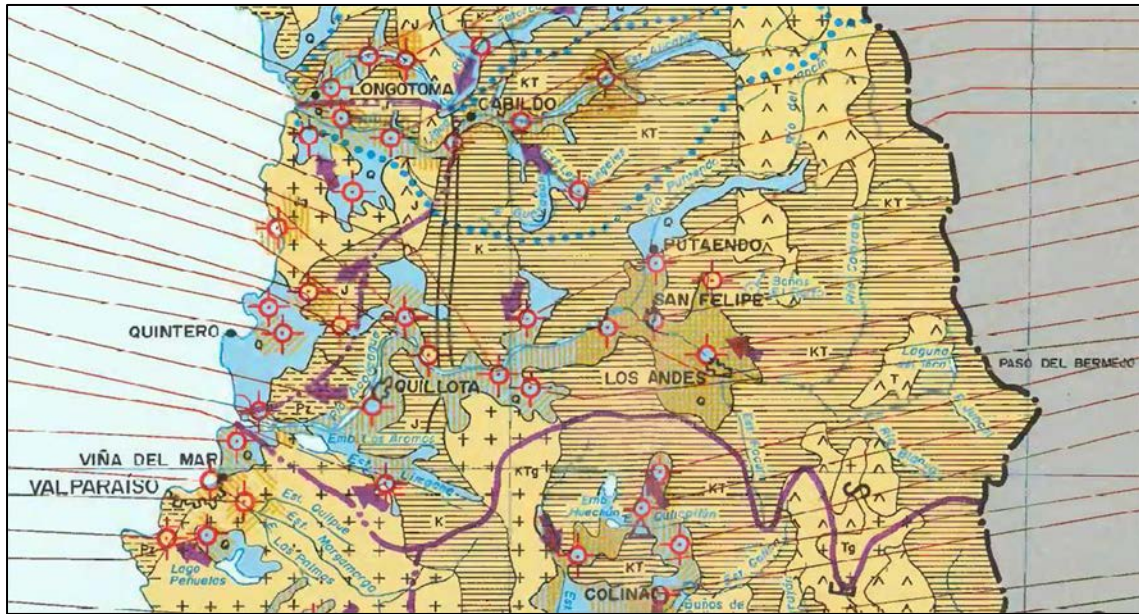
Figura 4.1-15 Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la cuenca del río Aconcagua

4.2 AGUA SUBTERRÁNEA

4.2.1 Fuentes subterráneas

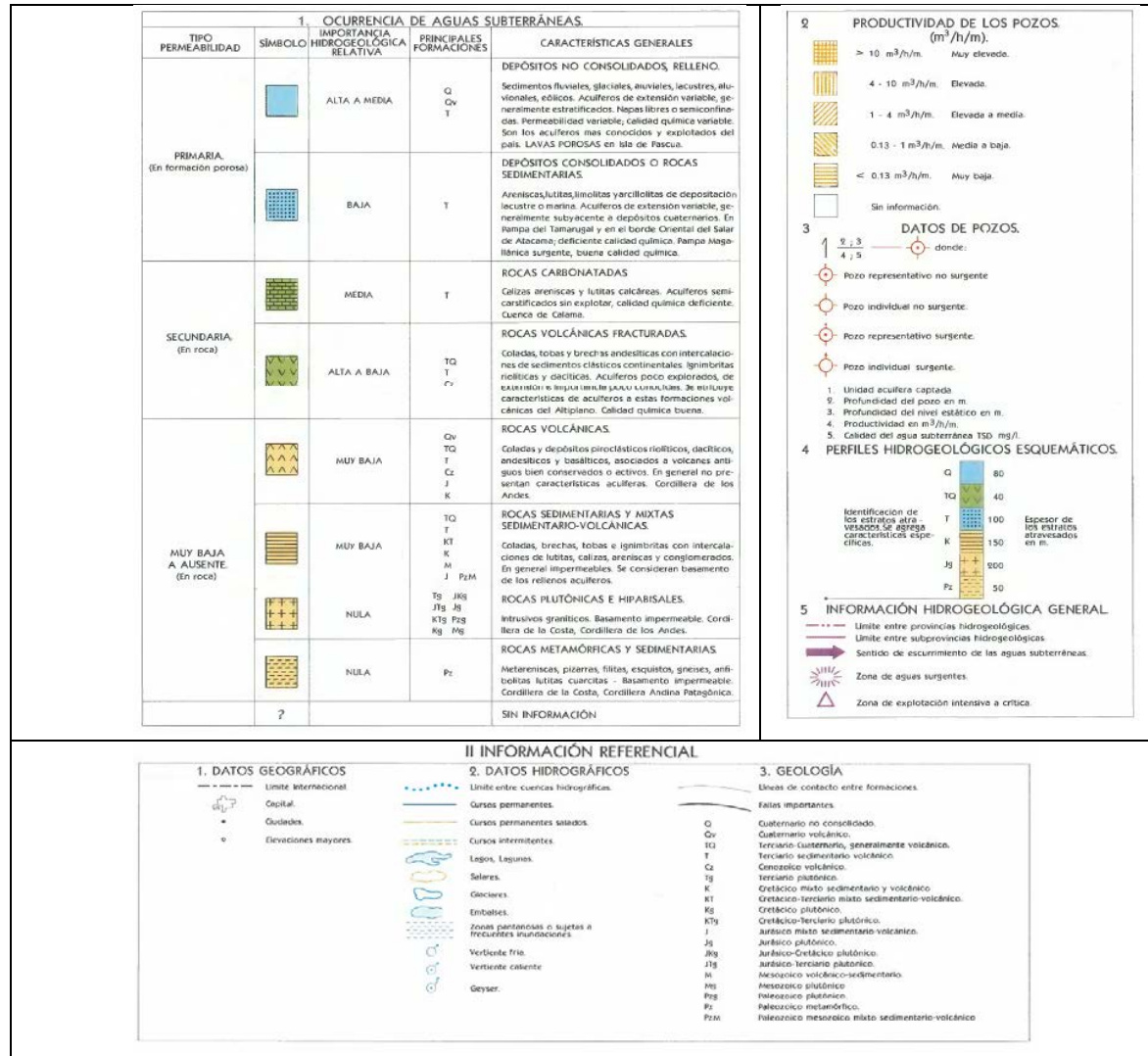
4.2.1.1 Identificación de fuentes

La Figura 4.2-1, obtenida del Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1989), representa las características hidrogeológicas principales en el conjunto de la cuenca del río Aconcagua. La leyenda se presenta en la Figura 4.2-2.



Fuente: DGA (1989).

Figura 4.2-1 Mapa hidrogeológico en la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)



Fuente: DGA (1989).

Figura 4.2-2 Leyenda de Mapa hidrogeológico en la cuenca del río Aconcagua (escala 1:1.000.000)

Los acuíferos subterráneos se ubican alrededor del cauce del río Aconcagua y Putaendo. En términos generales, el resto de la cuenca no presenta este tipo de formaciones ya que la permeabilidad en esta zona es nula o muy baja (DGA, 2004b).

En el valle del río Aconcagua se han definido cuatro unidades hidrogeológicas (UH) principales correspondientes a diferentes tipos de depósitos sedimentarios que cubren las unidades rocosas a lo largo de los diferentes cauces de agua superficial. Las unidades sedimentarias se pueden diferenciar por su granulometría y forma de deposición que resulta en características hidráulicas distintas (DGA, 2019d):

- **Unidad A.** Esta unidad se distribuye hacia el S y W de la ciudad de Los Andes, adosándose en la vertiente del valle y desplegándose casi hasta el río Aconcagua. Está constituida por sedimentos de granulometría heterogénea y abundante matriz de arenas finas, limos y arcillas. Cuenta con la participación de arcillas, que le otorgan un carácter de regular permeabilidad. El espesor de esta unidad es variable entre 5 y 80 m, aproximadamente.
- **Unidad B.** La unidad se emplaza a lo largo y ancho del valle del río Aconcagua desde Los Andes hasta la desembocadura. Hacia el S del sector entre Los Andes y San Felipe, se interdigita y subyace a los rellenos de la UH A; hacia el NW, engrana con los depósitos de la UH C y sobreyace a lo largo de todo el valle a los depósitos de la UH D. Corresponde a sedimentos de gruesa a mediana granulometría. En general, esta unidad presenta buena permeabilidad, a excepción de algunas áreas donde el aumento de material fino (limo y arcilla) empobrece sus características hidrogeológicas. La unidad presenta espesores entre 50 y 100 m en grandes partes del valle del río Aconcagua. Localmente, por ejemplo, cerca de San Felipe, la potencia de la unidad puede alcanzar hasta 200 m.
- **Unidad C.** Estos rellenos se encuentran solamente en el extremo NW del valle, en el entorno del estero San Francisco, entre San Esteban y San Felipe, desplegándose hacia el este a modo de abanico debido a su modo de ocurrencia. Esta unidad está compuesta principalmente por sedimentos de tamaño de gravas medias a arenas finas. Presenta una abundante matriz limosa con moderada cantidad de arcilla, lo cual le otorga baja permeabilidad.
- **Unidad D.** Los depósitos de esta unidad subyacen a lo largo de todo el valle a los sedimentos de la Unidad B, y sobreyacen directamente al basamento rocoso en grandes partes del valle. Contiene sedimentos de fina granulometría del tipo arenas limosas o limos arcillosos con una abundante matriz de arcilla, la cual representa aproximadamente un 50% del volumen total de los depósitos. Dada su baja permeabilidad, la unidad presenta generalmente un interés bajo para la extracción de agua subterránea. En la mayor parte del valle el espesor de la Unidad D se encuentra entre 10 y 100 m. Según la información geofísica existiría una depresión entre Los Andes y San Felipe con profundidades del basamento rocoso de hasta 400 m. Los mayores espesores de la Unidad D alcanzando 250 m estarían asociados al relleno de esta fosa entre Los Andes y Curimón.

Entre las cuatro UH, las unidades B y D presentan la mayor extensión a lo largo del valle del río Aconcagua. El mapa de isopiezas es representativo del acuífero libre que se anida básicamente en la Unidad Hidrogeológica B. El agua subterránea escurre en forma paralela a la dirección del flujo principal del valle (ríos Aconcagua y Putaendo) (DGA, 2019d).

La bibliografía disponible indica que el río dentro de la primera sección de riego del valle recarga significativamente al acuífero. La permeabilidad de los materiales de relleno que conforman la cubeta sedimentaria favorece en general la infiltración, que se vuelve efectiva en la mayor parte del tramo, dada la importante profundidad a la que ocurre el agua subterránea. El acuífero está desconectado del río Aconcagua en la mayor parte de la primera sección de riego (DGA, 2019d).

Desde aproximadamente la salida de la primera sección de riego se establece un importante grado de conexión entre el río Aconcagua y el acuífero que se mantiene hasta la parte más baja del valle. Partiendo con la segunda sección de riego del valle, la evidencia histórica existente muestra un caudal de afloramiento en el río. La napa continúa escurriendo en conexión con el río Aconcagua en las dos últimas secciones (tercera y cuarta), alternándose tramos de río de pérdidas y recuperaciones, resultando de esta manera que la magnitud del intercambio neto entre el acuífero y el río en toda la longitud de su cauce no es en términos relativos importante (en contraste con las dos primeras secciones de riego) (DGA, 2019d).

4.2.1.2 División administrativa

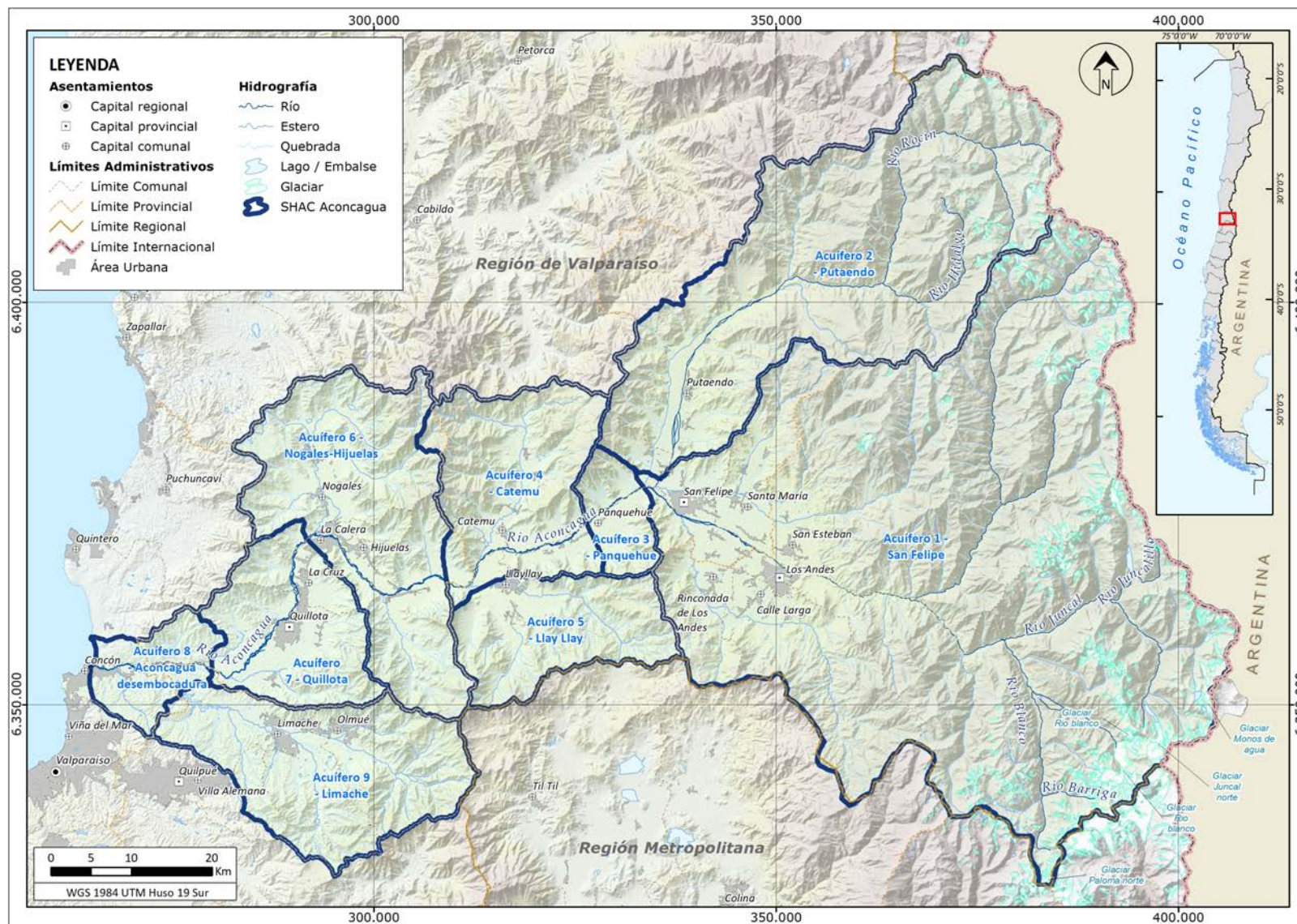
En cuanto a la gestión técnica y administrativa de las aguas subterráneas, el acuífero de Aconcagua está dividido en 9 SHAC. En la Tabla 4.2-1 se presenta el detalle de los sectores y su categoría.

Tabla 4.2-1 SHAC en el acuífero de Aconcagua

Cuenca	SHAC	Superficie (km ²)
Río Aconcagua	Acuífero 1 - San Felipe	3.328
	Acuífero 2 - Putaendo	1.358
	Acuífero 3 - Panquehue	112
	Acuífero 4 - Catemu	458
	Acuífero 5 - Llay Llay	327
	Acuífero 6 - Nogales-Hijuelas	687
	Acuífero 7 - Quillota	346
	Acuífero 8 - Aconcagua desembocadura	150
	Acuífero 9 - Limache	545

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

En la Figura 4.2-3 se resume gráficamente la información expuesta anteriormente.



Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2018).
Figura 4.2-3 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común

4.2.1.3 Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas

Con la finalidad de tener una visión amplia de los problemas de escasez que existen y/o han ido apareciendo temporalmente, se presentan seguidamente las restricciones al uso de agua en la cuenca, en sus diferentes figuras de protección de las aguas subterráneas. En el acápite 3.3.1.2 del Anexo F se presenta la definición de cada restricción considerada.

A su vez, en la Figura 4.1-3 se representan las medidas vigentes de restricción al uso de agua de la cuenca del río Aconcagua. En los Anexos J.8.2 y J.8.3 se recopilan los antecedentes relativos a restricciones de uso de aguas subterráneas en la cuenca.

i. Áreas de restricción y zonas de prohibición de aguas subterráneas

En la Tabla 4.2-2 se muestra el detalle de las áreas de restricción y zonas de prohibición de aguas subterráneas declaradas en la cuenca.

ii. Zonas de conservación

Las zonas de conservación fueron analizadas en el acápite 4.1.1.3.

iii. Decretos de reserva

No se han dictado decretos de reserva en la cuenca del río Aconcagua.

iv. Decretos de escasez hídrica

Los decretos de escasez fueron analizados en el acápite 4.1.1.3.

Tabla 4.2-2 Áreas de restricción y zonas de prohibición en el acuífero del río Aconcagua

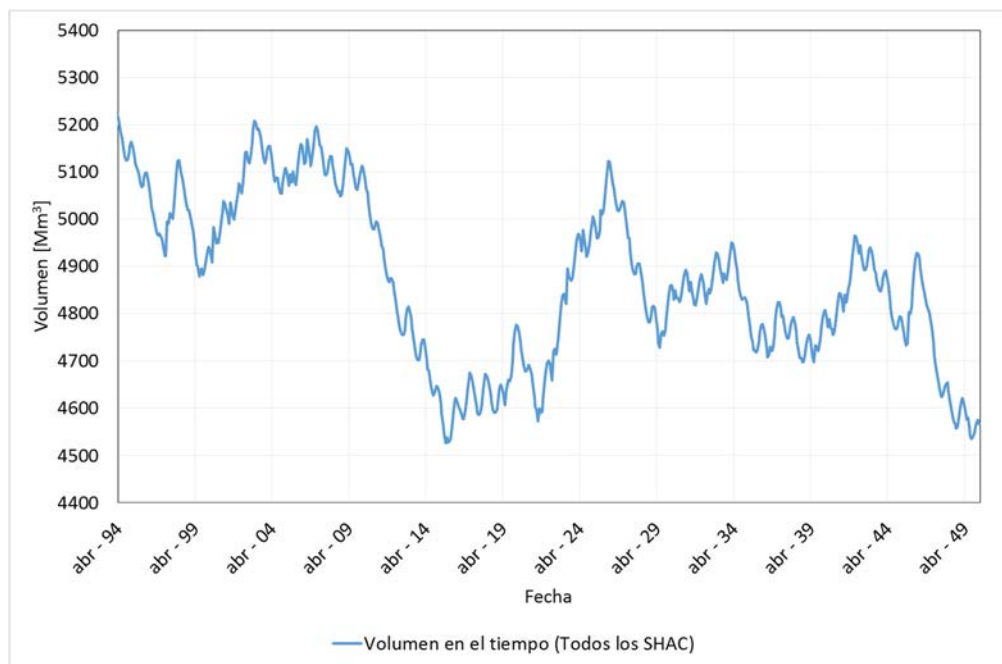
Acuífero	Sector	Limitación	Prov.	Sobreo torg.	Ley 20.411	Res. DGA N°	Fecha Res. DGA	Modif. Res. N°	Referencia y año
Aconcagua	Acuífero 1 - San Felipe	Área de Restricción	SI	EV.	s/i	57	14-10-2016	-	Informe Técnico SDT N°387 (2016)
	Acuífero 2 - Putendo	Área de Restricción	SI	EV.	s/i	57	14-10-2016	-	Informe Técnico SDT N°387 (2016)
	Acuífero 3 - Panquehue	Área de Restricción	SI	EV.	s/i	57	14-10-2016	-	Informe Técnico SDT N°387 (2016)
	Acuífero 4 - Catemu	Área de Restricción	SI	EV.	s/i	57	14-10-2016	-	Informe Técnico SDT N°387 (2016)
	Acuífero 5 - Llay Llay	Área de Restricción	SI	EV.	s/i	128	07-07-2015	58, 14-10-2016	Informe Técnico SDT N°387 (2016)
	Acuífero 6 - Nogales- Hijuelas	Zona de prohibición	NO	EV.	s/i	128	07-07-2015	27, 04-12-2019	Informe Técnico DARH N°264 (2019)
	Acuífero 7 - Quillota	Zona de prohibición	NO	EV.	s/i	128	07-07-2015	27, 04-12-2019	Informe Técnico DARH N°264 (2019)
	Acuífero 8 - Aconcagua desembocadura	Zona de prohibición	NO	EV.	s/i	128	07-07-2015	27, 04-12-2019	Informe Técnico DARH N°264 (2019)
	Acuífero 9 - Limache	Zona de prohibición	NO	EV.	s/i	128	07-07-2015	27, 04-12-2019-	Informe Técnico DARH N°264 (2019)

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

4.2.2 Stock, recarga y niveles

En el presente acápite se presentan resultados y análisis extraídos desde los resultados del modelo numérico acoplado desarrollado en el Capítulo 5. En este sentido, se usa el modelo calibrado para dar la estimación más certera posible, dado que representa la fuente de información más actualizada y que representa el comportamiento del acuífero.

En lo que respecta al stock de agua subterránea, se realizó el cálculo del volumen de agua contenido en cada celda del dominio acoplado del modelo, considerando el coeficiente de almacenamiento del sector acuífero. Como resultado, se obtuvo para la situación final del modelo en el período de calibración (marzo 2019), un stock de 4.642 Mm³, el cual corresponde a un 86% del volumen total del inicio del modelamiento (5.373 Mm³, abril 1988). En la Figura 4.2-4 se muestra la evolución en el tiempo del sistema acuífero.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.2-4 Evolución del volumen total del sistema subterráneo

Respecto a la recarga en el sistema, en la Tabla 4.2-3 se presenta el resumen de entradas al modelo acoplado en el periodo de calibración (1991-2019), en el cual se especifican las recargas al sistema.

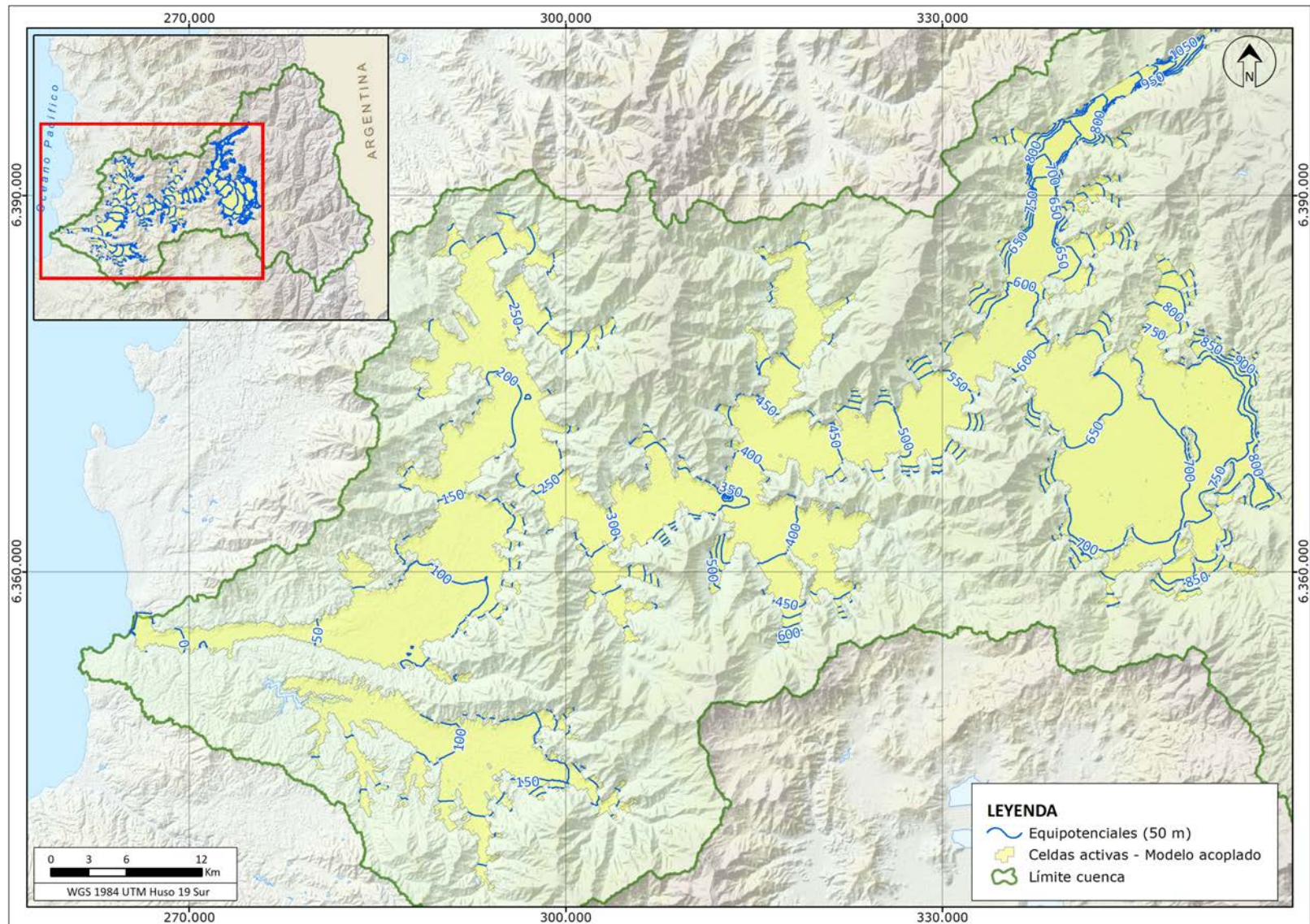
Tabla 4.2-3 Entradas Promedio 1991-2019 Modelo Acoplado

Entradas (l/s)	San Felipe	Putando	Panq.	Catemu	Llay Llay	Nog.-Hij.	Quillota	Aconcagua Des.	Limache	Total
Flujo subterráneo	3.164	1.920	10.008	3.590	9	339	571	198	0	
Entrada desde carga constante (*)	0	0	0	0	0	0	0	34	1	35
Recarga desde río	2.305	340	284	999	0	638	450	100	0	5.116
Recarga superficial	9.509	1.037	1.176	1.519	1.148	2.216	1.791	622	1.294	20.312
Total	14.978	3.297	11.468	6.108	1.157	3.193	2.812	954	1.295	25.463

(*) Flujo corresponde a la Condición de Borde desde el mar.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en lo referente a niveles freáticos en el dominio de modelación, en la Figura 4.2-5 se presentan las curvas equipotenciales calibradas en el acuífero del río Aconcagua, para marzo de 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.2-5 Curvas Equipotenciales Modelo Acoplado Marzo 2019

4.2.3 Estadística de parámetros de calidad

En el acápite 4.1.4 se presentan las estaciones de calidad de la red hidrométrica de la DGA, entre las que se encuentran pozos con monitoreo de calidad físico-química, y que han sido la base principal para el análisis del estado de las aguas subterráneas.

Para la determinación de la calidad de las aguas subterráneas en la cuenca, se ha realizado en primer lugar una caracterización hidroquímica de las aguas; seguidamente, se presenta en análisis de parámetros relevantes en relación a las normas de referencia de agua potable (NCh409/05) y riego (NCh1333/78). La metodología aplicada se detalla en el acápite 3.3.1.3 del Anexo F y los resultados en el Anexo J.9.

4.2.3.1 Caracterización hidroquímica de aguas subterránea

En la cuenca del río Aconcagua se cuenta con 2 estaciones con registro de calidad de aguas subterráneas, y 18 pozos APR de la red hidrométrica de la DGA. En el caso de las estaciones con registro, en la estación "Pozo Dren Los Caleos" (BNA 5424013-9), parte del Sector Acuífero 6, la composición de las aguas subterráneas es del tipo SO_4^{2-} - Ca^{2+} , al igual que las aguas superficiales de la parte alta de la cuenca. Por el contrario, en la estación "Pozo C.C.U. Limache" (BNA 5427017-8), parte del Sector Acuífero 9, en el sector bajo de la cuenca, la composición de las aguas subterráneas es una mezcla (HCO_3^- - SO_4^{2-})- Ca^{2+} .

Los diagramas para la totalidad de las estaciones subterráneas identificadas en la cuenca se encuentran en Anexo J.9.1.

4.2.3.2 Estado de la calidad de agua subterránea

En este apartado se realiza una evaluación del estado de la calidad de las aguas continentales de la cuenca del río Aconcagua, a través de la información que aportan las estaciones de calidad pertenecientes a la Red Hidrométrica de la DGA, cuya identificación se realizó en la Tabla 4.1-9 y la Figura 4.1-9. Este diagnóstico se basa principalmente en el estudio "Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile" (DGA, 2017a), complementándose con otros antecedentes relativos al estado de la calidad en la cuenca de estudio.

Para los efectos de esta evaluación, se consideraron los siguientes parámetros:

- Metales totales: As, Pb, Cu, Mo, Cr, Hg y Zn.
- Parámetros inorgánicos: Cl^- , SO_4^{2-} y NO_3^- .
- Parámetros físico-químicos: pH, CE y SDT.
- Parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y *E. coli*.

De acuerdo a los gráficos de cajas de las series de medición de los diferentes elementos considerados, se presentan a continuación los resultados obtenidos por parámetro, únicamente en los casos en que se supera alguna de las normas de

referencia³¹ (NCh409/05 y/o NCh1333/78), según el grupo de análisis al que pertenece, centrando el análisis en los resultados del rango intercuartil (RIC).

Metales

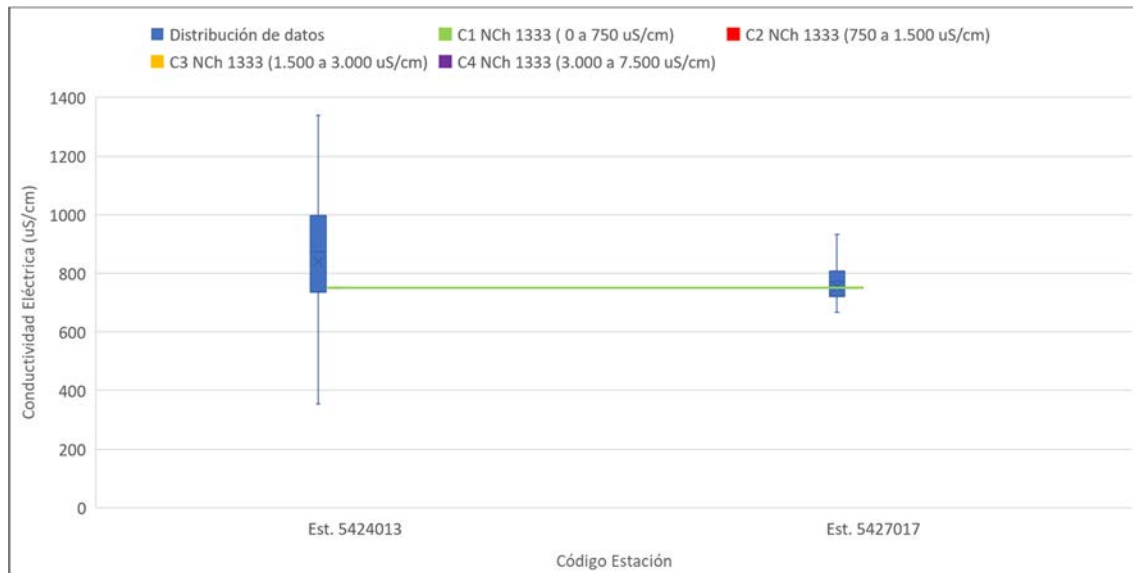
Las concentraciones de los metales en las dos estaciones subterráneas analizadas en la cuenca del río Aconcagua, “Pozo Dren Los Caleos” (BNA 5424013-9) y “Pozo C.C.U. Limache (BNA 5427017-8), ubicados en la parte media y baja de la cuenca respectivamente, se mantienen dentro de lo estipulado en las normas NCh409/05 y NCh1333/78.

Parámetros inorgánicos

Respecto a los parámetros inorgánicos, en ambas estaciones, “Pozo Dren Los Caleos” (BNA 5424013-9) y “Pozo C.C.U. Limache” (BNA 5427017-8) se presentan con concentraciones de los parámetros estudiados (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) bajo los límites establecidos en NCh409/05 y NCh1333/78.

Parámetros físico-químicos

Los valores de pH obtenidos de los dos pozos presentes en la cuenca indican un comportamiento dentro de los rangos permitidos para agua potable y riego. Por otro lado, la CE y la concentración de SDT se encuentra para ambas estaciones dentro del rango C2 (agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles) (Figura 4.2-6 y Figura 4.2-7).

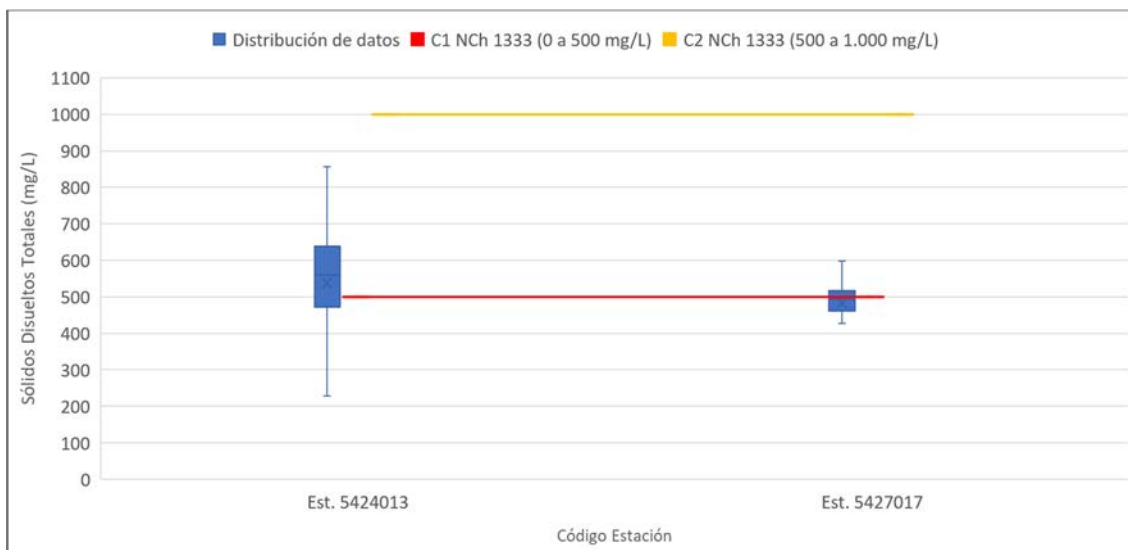


Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.

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

Figura 4.2-6 Gráfico de Cajas – CE (µS/cm)

³¹ En el presente diagnóstico se ha considerado que supera la norma aquella estación que presenta valores por encima de la referencia hasta su cuartil superior (y/o inferior si la norma aplica un rango).



Nota: Los nombres de cada estación y su código equivalente se presenta en la Tabla 4.1-9.
 Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017a).

Figura 4.2-7 Gráfico de Cajas – SDT (mg/l)

Parámetros microbiológicos

A partir de la información contenida en los PR018002 facilitados por la SISS, en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua se han identificado 30 fuentes en operación de agua subterránea con información de calidad microbiológica. En la Tabla 4.2-4 se presentan las 4 fuentes con información a lo largo del periodo analizado que han presentan concentraciones de coliformes totales (CT) mayor a su límite de detección. Además, solo en la fuente “Mendocita” (203-F07100101), en el muestreo de octubre del 2015, se detectó la presencia *E. coli*.

Tabla 4.2-4 Fuentes de captación subterránea en sector alto de la cuenca río Aconcagua

Código Fuente	Nombre Fuente
203-F01620901	Sond.1134 El Sauce
203-F05300301	Chepical Ii
203-F07100101	Mendocita
203-P02150201	Sondaje Sector Granalla

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2020).

En la parte media de la cuenca se han identificado 6 fuentes en operación de agua subterránea con información de calidad. En la Tabla 4.2-5 se presentan las 6 fuentes con información a lo largo del periodo analizado que han presentado concentraciones de CT mayor a su límite de detección. De estas, solo en “Lo Campo” (201-Y01100101) *E. coli* dio positivo.

Tabla 4.2-5 Fuentes de captación subterránea en sector medio de la cuenca río Aconcagua

Código Fuente	Nombre Fuente
203-R01150201	Sondaje
204-R01100101	G. Huidobro
201-Y01100101	Lo Campo
203-Y01250201	El Molino 938
203-Y01300301	El Molino 939

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2020).

En la parte baja de la cuenca se han identificado 75 fuentes en operación de agua subterránea con información de calidad. En la Tabla 4.2-6 se presentan las 38 fuentes de captación de agua subterránea con información microbiológica a lo largo del periodo analizado que han presentado concentraciones de CT mayor a su límite de detección. De estas, solo la fuente "Sondajes Colmo. 4 Pozos Iguales Reserva" (203-V02320601) detectó presencia de *E. coli*.

Tabla 4.2-6 Fuentes de captación agua cruda en sector bajo de la cuenca río Aconcagua

Código Fuente	Nombre Fuente	Código Fuente	Nombre Fuente
201-T02100101	Andres Bello	203-Q05082001	Fuente Sondaje Pozo N°999
201-V01250301	Dren Las Vegas	203-Q05100701	Covarrubia 2
201-V02200201	Dren Colmo	203-Q05401001	Sondaje Las Viñas N°1
203-C02250301	Planta Oriente N°3	203-Q06100101	San Isidro (284)
203-C02350501	Planta Oriente N°815/5	203-Q07300301	Sondaje N°3 El Cristo
203-C05170301	Punta Torrejon Sond 3	203-V02280401	Sondajes Colmo. 4 Pozos Iguales Reserva
203-C06200201	J M Salinas Artificio 2	203-C01350201	Pachacama N° 2
203-L0022016	Sondaje Arega 25	203-C02250301	Planta Oriente N°3
203-L0022017	Sondaje Acedo 17	203-C02400601	Planta Oriente N°814/6
203-L0022022	Sondaje Gaete 22	203-C06200201	J M Salinas Artificio 2
203-LOP022011	Pozo N° 19 Manterola	203-C06300301	Sondaje N3 Artificio
203-LOP022012	Pozo N° 8 Manterola	201-C09150201	Noria-Dren Planta San Diego. La Calera
203-LOP023711	Pozo N°7	203-Q03100101	Pozo Alfaro
203-Q03100101	Pozo Alfaro	203-Q05361702	Parrones 10-A
203-Q04100101	Sargenton Aldea	203-Q07100101	Sondaje Recinto El Cristo N°1
203-Q05030301	Charravata 3	201-T02100101	Andres Bello
203-Q05040401	Charravata 5	201-V02200201	Dren Colmo
203-Q05060601	Charravata 4	203-V02320601	Sondajes Colmo. 4 Pozos Iguales Reserva
203-S01200201	San Pedro 3	203-S01320601	Sondaje N° 5 San Pedro

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2020).

Se destaca la fuente "Sondajes Colmo. 4 Pozos Iguales Reserva" (203-V02320601), que en julio del 2011 registró 920 NMP/100 ml, siendo el valor más alto registrado en la fuente; posteriormente ha registrado valores menores en julio 2011, noviembre 2014 y noviembre 2016. Además, esta fuente ha presentado *Escherichia coli* en los dos últimos meses indicados anteriormente, lo cual podría indicar una contaminación por aguas residuales.

Finalmente, cabe indicar que en la norma NCh409/05 con respecto a los criterios para parámetros microbiológicos, se establece que los microorganismos del grupo coliformes son un buen indicador microbiano de la calidad del agua; debido a esto el agua potable debe de cumplir con una serie de condiciones en cuanto a los CT. Sin embargo, las muestras analizadas de un servicio de agua potable deben estar exentas de *E. coli*, por lo que la utilización de estas aguas crudas en una red de distribución de agua potable debe ser tratada previamente.

Antecedentes complementarios

Previamente, el estudio "Diagnóstico y clasificación de sectores acuíferos" (DGA, 2009a) determinó el Índice de Calidad (IC) del acuífero del río Aconcagua, considerando los resultados de las campañas realizadas en el marco del propio estudio, y cuya metodología se explica en detalle en el acápite 3.3.1.3 del Anexo F. De esta forma, a partir del IC determinado para cada parámetro, se estima el IC general de una celda y se interpola para toda la cuenca, como se ve en la Figura 4.2-8.

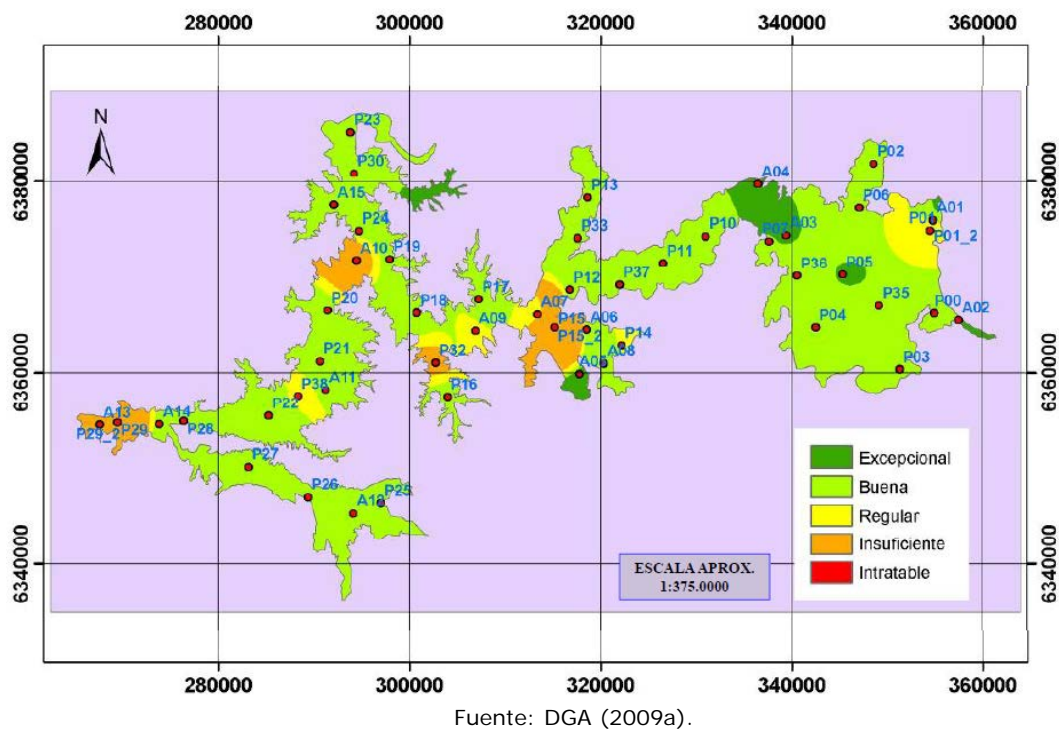


Figura 4.2-8 Resultados IC general río Aconcagua

Por otro lado, en el estudio “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso” (DGA, 2016), se analizaron 19 pozos APR de la cuenca del río Aconcagua, donde se determinó el Índice de Calidad (IC) para cada uno, considerando los parámetros de Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , NO_3^- y As. Para el caso de la cuenca de Aconcagua, sólo 2 pozos de los 18 clasificaron como Regular: pozos APR Los Maitenes y APR Los Caleos, el primero debido a NO_3^- y el segundo a SO_4^{2-} (DGA, 2016) (Tabla 4.2-7).

Tabla 4.2-7 Índice de Calidad por pozo APR de acuífero Aconcagua, año 2015

N°	Nombre APR	Sector Acuífero	ICA 2015 (por pozo)
1	RIO COLORADO	Acuífero 1 - San Felipe	Excepcional
2	EL PIMIENTO	Acuífero 1 - San Felipe	Buena
3	EL HIGUERAL	Acuífero 1 - San Felipe	Excepcional
4	SAN ROQUE	Acuífero 4 - Catemu	Buena
5	LOS CORRALES	Acuífero 4 - Catemu	Buena
6	LAS PALMAS	Acuífero 5 – Llay Llay	Buena
7	HUALCAPO	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena
8	LA PEÑA	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena
9	LOS CALEOS	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Regular
10	PARCELEROS EL MELON	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena
11	POCOCHAY	Acuífero 7 - Quillota	Buena
12	PUEBLO DE INDIOS	Acuífero 7 - Quillota	Buena
13	CASAS VIEJAS DE RAUTEN	Acuífero 7 - Quillota	Buena
14	MANZANAR	Acuífero 8 – Aconcagua desembocadura	Buena
15	LA VICTORIA STA ROSA COLMO	Acuífero 8 – Aconcagua desembocadura	Buena
16	LAS PALMAS OLMUE	Acuífero 9 - Limache	Buena
17	LOS MAITENES	Acuífero 9 - Limache	Regular
18	LLIU LLIU ALTO	Acuífero 9 - Limache	Excepcional

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2016).

Los estudios de seguimiento de la calidad del agua subterránea de los pozos APR en la V región, en las Minutas DCPRH N° 37/2017, N° 22/2018 y N° 26/2019 (DGA, 2017c, 2018b y 2019e), tuvieron como objetivo analizar los resultados de dicho seguimiento, identificando su calidad respecto las normas NCh409/05 y NCh1333/78, y determinar el índice de calidad general. El resumen de dichos resultados se presenta en la Tabla 4.2-8.

Tabla 4.2-8 Índice de Calidad por pozo APR de acuífero Aconcagua, años 2015-2018

N°	Nombre APR	Sector Acuífero	ICA 2015 (primavera)	ICA 2016 (invierno)	ICA 2017 (invierno)	ICA 2018 (invierno)
1	HUALCAPO	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena	Regular		Regular
2	LA PEÑA	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena	Buena		Insuficiente
3	PARCELEROS EL MELON	Acuífero 6 – Nogales Hijuelas	Buena	Buena		Insuficiente
4	PUEBLO DE INDIOS	Acuífero 7 - Quillota	Buena	Regular	Regular	Regular
5	LA VICTORIA STA ROSA COLMO	Acuífero 8 – Aconcagua desembocadura	Buena	Buena		
6	LOS MAITENES	Acuífero 9 - Limache	Regular	Regular	Buena	Regular
7	LLIU LLIU ALTO	Acuífero 9 - Limache	Excepcional		Excepcional	Excepcional

Nota: Las celdas vacías indican que no se realizó seguimiento a los pozos durante esa campaña o en su defecto que no se contaban con todos los parámetros.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2016, 2017c, 2018b y 2019e).

Los resultados indican que los APR Huacalpo, La Peña, Parceleros El Melón y Pueblo de Indios (acuíferos 6 y 7) han disminuido su calidad desde categorías aceptables (Buena) hacia otras más comprometidas (Regular e Insuficiente). Esta situación se percibe como una alerta importante para identificar las causas del deterioro repentino de la calidad del agua y si este es circunstancial o aún se encuentra en desarrollo (DGA, 2019e).

4.2.4 Fuentes de contaminación

Con base en la evaluación de la calidad de las aguas subterráneas efectuada en los numerales precedentes, se pueden establecer que todos los parámetros analizados se encuentran bajo las normas de agua y riego correspondientes en los dos pozos estudiados de la red hidrométrica de la DGA; no obstante, el estudio DGA (2009a) determinó contenidos excesivos de Fe, Mn y NO_3^- , con IC Insuficiente en determinadas áreas de los sectores acuíferos 4, 5, 6 y 8. Además, el estudio DGA (2016) y sus seguimientos del estado de calidad de las aguas subterráneas (DGADCPRH, 2017c, 2018b y 2019e) arrojan pozos con contenidos de metales y otros parámetros por encima de los límites establecidos en NCh409/05 y/o NCh1333/78. En concreto, se registraron valores excesivos de Fe, Mn, NO_3^- , SO_4^{2-} y SDT, afectando generalmente a los sectores acuíferos 6 (Nogales – Hijuelas), 7 (Quillota) y 9 (Limache). Se observa además que, de manera general, la calidad de las aguas subterráneas empeora en el tiempo para la parte media baja de la cuenca, como se identificó en la Tabla 4.2-8. Esto se debe principalmente a los contenidos de NO_3^- , SO_4^{2-} , CE y SDT, que pueden deberse a un aumento de las fuentes contaminantes de estos parámetros en el tiempo, así como también a una disminución del recurso hídrico, que facilite el aumento de sus concentraciones.

En relación a la contaminación asociada a parámetros microbiológicos, se observa la presencia de *E. coli* en la mayoría de los puntos muestreados de la parte alta y media de la cuenca, ocurre de manera puntual en alguna medición a lo largo del tiempo, mientras que para la parte baja de la cuenca ya aparece de manera más recurrente, mostrando una mayor influencia de aguas residuales en este sector.

4.2.4.1 Relación entre aguas superficiales y subterráneas según su calidad

En la Figura 4.2-9 se aprecian las estaciones analizadas, tanto de aguas superficiales como subterráneas, mostrando aquellos puntos con registros por encima de las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78 en algún o algunos parámetros estudiados.

De la Figura 4.2-9, se analiza seguidamente los parámetros críticos más representativos de la cuenca.

- **As y Cu:** La presencia de As y Cu en las aguas superficiales es de origen mixto. Por una parte, tienen un origen natural atribuible a la existencia de tres franjas metalogénicas, las cuales por procesos de lixiviación de las aguas subterráneas y superficiales adicionan estos metales a los cursos de agua. Por otro lado, el origen antrópico del As y Cu se debe a posibles filtraciones en sectores donde se desarrollan labores mineras y al drenaje difuso de los depósitos de estériles de la Mina Andina de Codelco en el río Blanco (DGA, 2004b), así como de otros depósitos de relaves inactivos o abandonados. La presencia de As y Cu en concentraciones relevantes es exclusiva de los puntos muestreados de la parte alta de la cuenca, en particular en las aguas superficiales. Esta separación indica que se está fuertemente influenciado por actividades superficiales, y que es rápidamente diluido a medida que se integran nuevos afluentes al curso principal del Río Aconcagua.
- **Fe:** La presencia de Fe se debería esencialmente a la litología (franjas metalogénicas), las cuales por procesos de lixiviación superficial y subterránea de los minerales –pirita principalmente- adicionan este elemento a las corrientes de agua, manifestándose en los cuerpos superficiales como en los flujos subterráneos. Adicionalmente, los depósitos de material de descarte procedente de la minería constituyen fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales, las cuales toman su mayor relevancia cuando ocurren precipitaciones (DGA, 2004b).
- **Mn:** La presencia de Mn se debe a dos fenómenos independientes: las actividades mineras desarrolladas en la subcuenca del río Blanco y el afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Aconcagua, en la cual el acuífero recarga el curso superficial. El Mn presente naturalmente en los suelos y en rocas sedimentarias es lixiviado por las aguas subterráneas hasta que emergen desde la segunda sección de riego (San Felipe – Romeral) del Aconcagua incrementando su contenido en el cauce (DGA, 2004b).

- **SO₄²⁻**: Los SO₄²⁻ presentes en los tributarios altos y Aconcagua hasta San Felipe se deberían a las filtraciones asociadas a las labores mineras y a la lixiviación de piratas y otros minerales que generan drenaje ácido, presentes en las ígneas insertas en el entorno cordillerano, así como también en los depósitos de materiales de descarte minero. Los SO₄²⁻ de los esteros ubicados en la parte media-baja del Aconcagua son aportados principalmente por las actividades mineras, las descargas de aguas industriales y la lixiviación de las pilas de materiales inertes (DGA, 2004b).
- **NO₃⁻**: Los NO₃⁻ tienen su origen esencialmente en el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias a lo largo del valle. Al ser esta contaminación de tipo difusa, se observan altas concentraciones de NO₃⁻ en todos los sectores acuíferos del curso medio-bajo de la cuenca.
- **SDT y CE**: Los valores reconocidos en el estudio DGA (2004b) se deben al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Aconcagua, ya que el acuífero recarga el curso superficial, es decir, las aguas subterráneas lixivian las sales presentes en el suelo y la roca para luego aflorar.
- **E. coli**: Si bien su presencia no es exclusiva de algún sector de la cuenca, ya que se ha identificado en todos los puntos muestreados de agua superficiales, en casi todas las mediciones efectuadas, para las aguas subterráneas su presencia está más concentrada la parte baja de la cuenca. En el caso de la parte media y alta, en las aguas subterráneas solo se observó *E. coli* en algunas mediciones puntuales, sin ser recurrente en el tiempo.

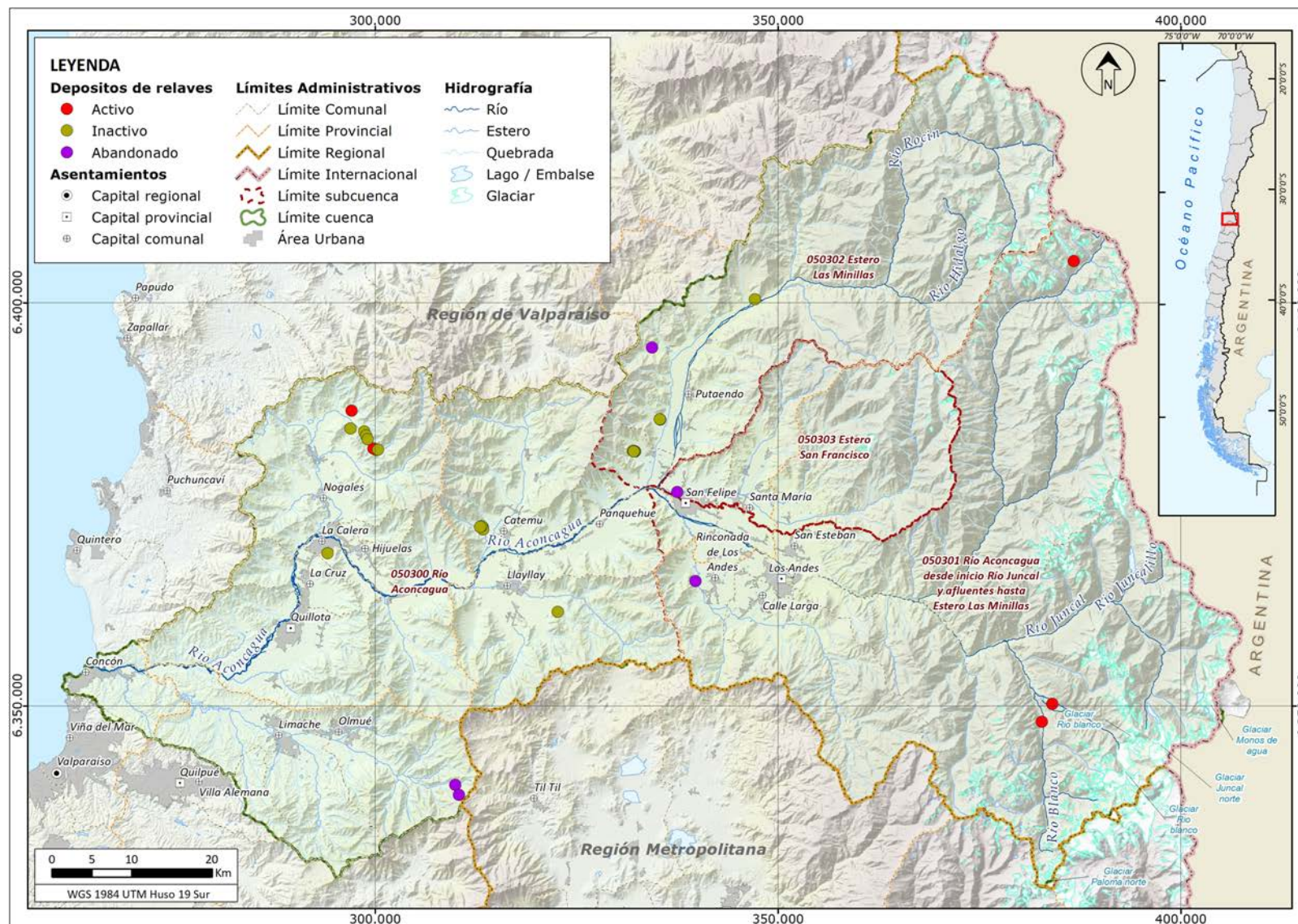
De lo expuesto anteriormente se desprende que existen zonas donde la presencia de minería afecta a la calidad de aguas. En relación al riesgo de contaminación difusa desde los relaves mineros pasivos y abandonados expuestos a condiciones atmosféricas, en la Tabla 4.2-9 se aprecia que estas instalaciones, las cuales se concentran en la parte media y baja de la cuenca, datos extraídos del "Catastro de Depósitos de relaves en Chile" (SERNAGEOMIN, 2019).

Tabla 4.2-9 Depósitos de relave, según estado, en la cuenca del río Aconcagua

Cuenca	Subcuenca	Activo	No Activo	Abandonado	Total
Río Aconcagua	Aconcagua Alto	3	0	1	4
	Aconcagua Medio	0	7	2	9
	Aconcagua Bajo	2	12	2	16
Total		5	19	5	29

Fuente: SERNAGEOMIN (2019).

En la Figura 4.2-10 se representa de manera gráfica la localización de los depósitos de relaves en la cuenca. Se destaca la ubicación del depósito abandonado cercano a la ciudad de San Felipe, donde en sus alrededores se detectaron altas concentraciones de Cu en las tres estaciones de monitoreo cercanas, por encima de los límites establecidos en las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78, como se observa en la Figura 4.2-9. Dichas estaciones corresponden a los puntos "Río Aconcagua en San Felipe" (BNA 5410005-1), "Río Aconcagua en Las Tinajas" (BNA 5410022-1) y "Estero Quilpué antes junta Río Aconcagua" (BNA 5415001-6).



Fuente: Elaboración propia basado en SERNAGEOMIN (2019).

Figura 4.2-10 Depósitos de relaves en la cuenca del río Aconcagua

Por otro lado, y según el estudio CNR (2016a), en el río Aconcagua, las aguas continentales superficiales son especialmente afectadas en su calidad natural por descargas de aguas servidas no tratadas. Esto tiene relación con el contenido de Coliformes Totales y presencia de *Escherichia coli* en las aguas, tanto a nivel superficial (principalmente) como subterránea en determinados puntos de la cuenca con estos registros. Cabe señalar que el curso principal del río Aconcagua forma parte de los Sitios Estratégicos Regionales de Biodiversidad (ERB) "Río Aconcagua" (SP2-254), "Zona Media Superior Aconcagua" (SP2-263), "Humedal Río Aconcagua" (SP2-245) y "Estuario Río Aconcagua" (SP2-242), así como también el curso del estero Limache, por el Sitio "Estero Limache" (SP2-241).

Se destaca también, para la parte media y baja de la cuenca, la intensa labor agrícola desarrollada tanto en el valle como en las laderas de los cerros. Esto representa un permanente riesgo de contaminación difusa del suelo y dispersión de pesticidas hacia los recursos hídricos, lo que se observa principalmente por la infiltración hacia las aguas subterráneas de los sectores acuíferos 6, 7 y 9. Además, otro de los principales problemas en los acuíferos, específicamente al sector 8, se refiere a la intrusión salina en el sector de su desembocadura (CNR, 2016a), lo cual se evidencia en las características salinas de la estación de muestreo "Río Aconcagua en Desembocadura (BNA 5428001-7)", pero que no se encuentra monitoreado su alcance de manera subterránea.

Otras problemáticas abordadas en el estudio "Transición Hídrica" (FCH, 2019) sobre calidad de las aguas tienen relación con la disminución de la calidad de aguas subterráneas por la profundización de pozos; por su parte, para las aguas superficiales, se reconoció el aumento de contaminantes por parte de la actividad agroindustrial, la descarga de aguas servidas desde localidades rurales, además de un deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de agua en conjunto con un marco normativo y regulatorio poco efectivo y coherente con las necesidades y características de los usuarios.

En la Tabla 4.2-10 se resumen los principales problemas que genera la pérdida de la calidad de las aguas en la cuenca del río Aconcagua, para las actividades humanas, identificadas en el estudio de Fundación Chile (2019).

Tabla 4.2-10 Problemas, causas primarias y secundarias de la disminución de la calidad de las aguas en la cuenca del río Aconcagua

Problema	Aumento del riesgo de interrupción del servicio de agua potable urbana	Deficiente provisión y continuidad del servicio de agua potable en zonas no concesionadas y/o rurales de la cuenca	Limitaciones al desarrollo agrícola en la cuenca	Degradación y pérdida de servicios ecosistémicos provisto por humedales costeros
Causa Primaria	Disminución en la calidad de aguas subterráneas	Disminución en la calidad de aguas subterráneas	Deterioro de la calidad del agua superficial y subterráneas en áreas medias-bajas de la cuenca	Deterioro de la calidad del agua superficial en áreas bajas de la cuenca
Causas Secundarias	Aumento de la concentración de fierro y manganeso por profundización de pozos	Aumento de los impactos por intrusión salina en acuíferos del área de desembocadura	Incapacidad de caracterizar y localizar fuentes de contaminación difusa de aguas subterráneas	Incapacidad de caracterizar y localizar fuentes de contaminación difusa de aguas superficiales
	Incremento de la concentración de nitratos por contaminación difusa		Aumento de la concentración de contaminantes en aguas superficiales por descargas desde actividad agroindustrial	Aumento de la concentración de contaminantes en aguas superficiales por descargas desde actividad Agroindustrial
			Aumento de la contaminación por descargas de aguas servidas desde localidades rurales de la cuenca	Aumento de contaminación por descargas de aguas servidas desde localidades rurales de la cuenca
			Aumento de la carga de sedimentos y/o concentración de nutrientes desde actividad agrícola en laderas de cerros	Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de agua
			Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de agua	Marco normativo y regulatorio de agua poco efectivo y coherente con las necesidades y características de la cuenca
			Marco normativo y regulatorio para la calidad de agua poco efectivo y coherente con las necesidades y características de los usuarios de la cuenca	

Fuente: Elaboración propia en base a FCh (21019).

Por último, indicar que se inició el proceso de elaboración de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aconcagua en fecha 2 de octubre de 2015, y actualmente se encuentran en etapa de Elaboración de Proyecto Definitivo (MMA, 2020a). Estas normas son un instrumento normativo que tiene por objeto la protección de los ecosistemas acuáticos existentes, incluyendo ecosistemas de gran valor ecológico que prestan importantes servicios ecosistémicos a los diferentes actores que habitan en la cuenca o desarrollan sus actividades productivas en ella. Sin embargo, aún existe una brecha sobre el control y la protección de las aguas continentales subterráneas en la cuenca.

4.2.5 Derechos concedidos

A continuación, se presenta el análisis de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) subterráneas otorgados en la cuenca del río Aconcagua. Los resultados son presentados en función de las siguientes variables:

- DAA otorgados según tipo de solicitud.
- DAA otorgados según tipo de Derecho y ejercicio del Derecho.

Para el análisis se utilizó la base de datos “Planilla Nacional de Derechos de Aprovechamiento de Aguas” obtenida mediante solicitud formal a la Inspección Fiscal con fecha enero del año 2020.

En la Tabla 4.2-11 se entrega el total de los DAA subterráneas otorgados en la cuenca del río Aconcagua.

Tabla 4.2-11 DAA otorgados y Caudal otorgado

Naturaleza del Agua	N°	Caudal (l/s)
Subterránea	3.059	47.475

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

DAA otorgados según tipo de solicitud

En la Tabla 4.2-12 se entrega la distribución de los DAA de acuerdo al tipo de solicitud, esto es, Nuevos Derechos (ND), Solicitudes de Regularización (NR) y Derechos de Usuarios Antiguos (UA).

Tabla 4.2-12 DAA otorgados y caudal otorgado según tipo de solicitud

Tipo de solicitud	N°	%	Caudal	
			l/s	%
Solicitudes de Nuevos Derechos (ND)	2.679	88	39.406	83
Solicitud de Regularización (NR)	309	10	5.643	12
Derechos de Usuarios Antiguos (UA)	71	2	2.427	5
Total	3.059	100	47.475	100

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

Según se desprende de la Tabla 4.2-12, la mayor parte del caudal otorgado está asociada a solicitudes de tipo ND, lo que equivale al 83% del total.

DAA otorgados según tipo de Derecho y ejercicio del Derecho

En la Tabla 4.2-13 se presenta la distribución de los DAA subterráneas otorgados según tipo de DAA y ejercicio del DAA.

Tabla 4.2-13 DAA y caudal otorgado según Tipo de DAA y Ejercicio del DAA

Tipo de DAA y Ejercicio del DAA	N°	%	Caudal	
			l/s	%
Consuntivo	3.054	99,8	47.111	99,2
Eventual y Continuo	1	0,0	20	0,0
Permanente y Continuo	3.018	98,7	37.592	79,2
Permanente y Discontinuo	3	0,1	1.210	2,5
Provisional y Continuo	31	1,0	8.071	17,0
Provisional y Discontinuo	1	0,0	219	0,5
No Consuntivo	5	0,2	364	0,8
Permanente y Continuo	5	0,2	364	0,8
Total	3.059	100,0	47.475	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

Según se desprende de la Tabla 4.2-13, la mayor parte de los DAA subterráneas otorgados son del tipo consuntivo y de ejercicio permanente y continuo, lo que equivale al 98,7% del total de DAA subterráneo otorgados en la cuenca, a su vez estos equivalen a 37.592 l/s de un total de 47.475 l/s, equivalente al 79,2% del caudal total otorgado.

Georreferenciación de DAA en la cuenca del río Aconcagua

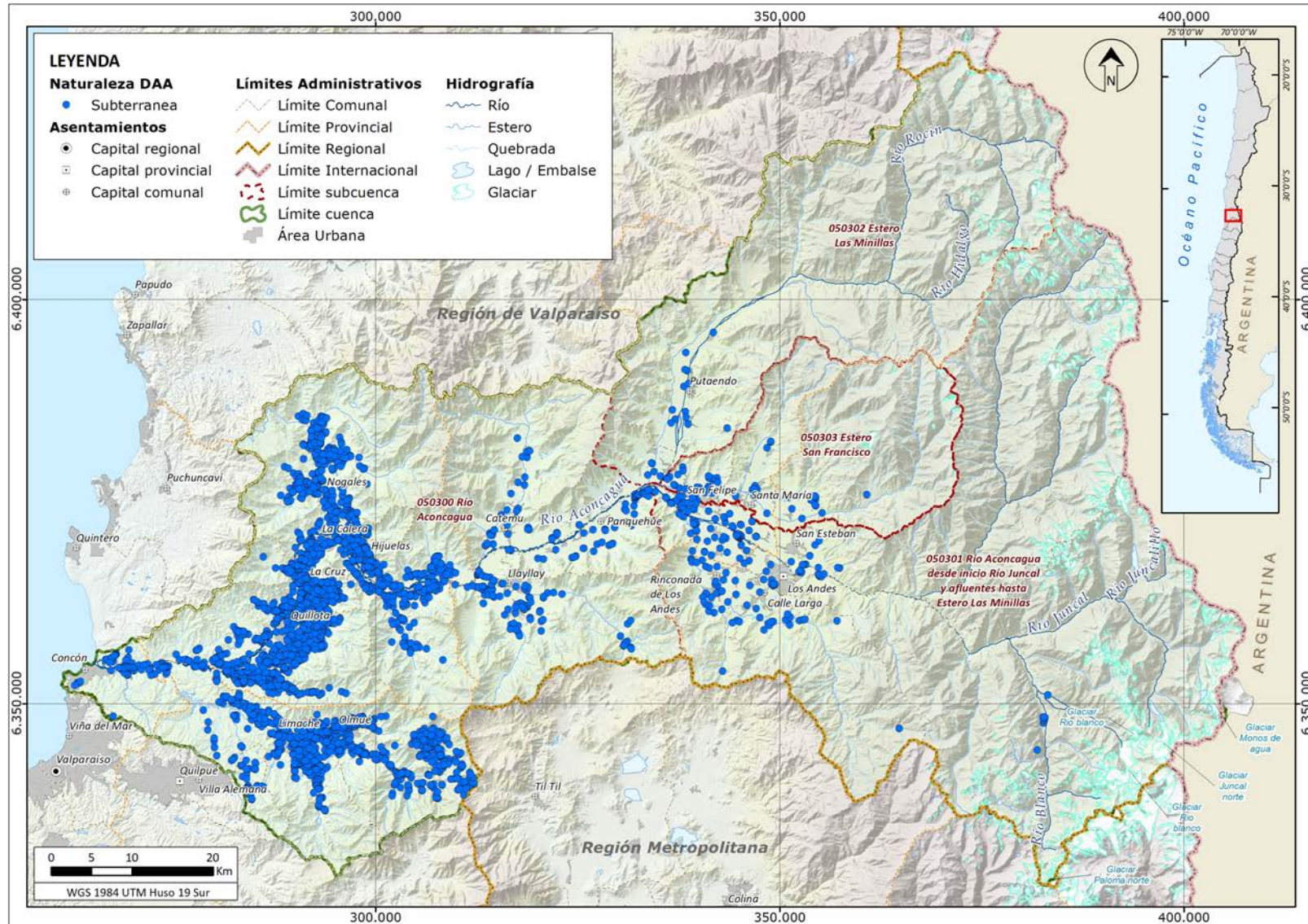
De la base de datos, 2.888 DAA cuentan con información necesaria para su georreferenciación, esto es, coordenadas UTM, Datum y Huso, lo que equivale al 94% del total de registros (Tabla 4.2-14).

Tabla 4.2-14 Total de DAA georreferenciados y no georreferenciados

Naturaleza del Agua	N°	DAA georreferenciado		DAA no georreferenciado	
		N°	%	N°	%
Subterránea	3.059	2.888	94	171	6

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020c).

En la Figura 4.2-11 se muestra la ubicación geográfica de los puntos de captación asociados a cada DAA en la cuenca de Aconcagua.



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2020b).

Figura 4.2-11 Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la cuenca del río Aconcagua

4.3 GLACIARES

4.3.1 Glaciares

4.3.1.1 Identificación de fuentes

Los glaciares presentes en la cuenca del río Aconcagua pertenecen a la zona glaciológica de Los Andes Centrales. En la Tabla 4.3-1 se resumen los glaciares identificados por la DGA en el Inventario Público de Glaciares, que data del año 2014, y los clasifica a nivel de subcuencas BNA. Cabe señalar que durante el presente año (2020) se liberara al público el Inventario Público de Glaciares actualizado (IPG2020), usando como parámetro de clasificación las cuencas DARH.

Tabla 4.3-1 Tipología y número de glaciares en la cuenca del río Aconcagua

Cód. Subcuenca	Nombre Subcuenca	Tipo Glaciar	Cantidad (n°)	Área (km ²)	Volumen (km ³)	Vol. Equiv. Agua (km ³)
050301	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas	Glaciar de valle	1	9,4	0,59	0,53
		Glaciar de montaña	57	39,1	1,79	1,61
		Glaciar rocoso	457	69,9	1,35	0,61
		Glaciarete	112	4,2	0,04	0,04
	Subtotal		627	122,6	3,77	2,79
050302	Estero Las Minillas	Glaciar de montaña	1	0,01	0,0001	0,0001
		Glaciar rocoso	68	9,6	0,17	0,08
	Subtotal		69	9,6	0,17	0,08
050303	E. San Francisco	Glaciar rocoso	19	3,7	0,08	0,04
	Subtotal		19	3,7	0,08	0,04
Total			715	135,9	4,02	2,91

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

Así mismo, en la Tabla 4.3-2 se muestran los glaciares con un área mayor a 1 km² (100 hectáreas) de la cuenca.

Tabla 4.3-2 Glaciares de mayor superficie

N°	Cód. Glaciar	Nombre Glaciar	Área (km ²)	Tipo Glaciar	Nombre Subcuenca
1	CL105402041	Río Blanco	15,8	Glaciar de montaña	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
2	CL105400072	Juncal Norte	9,4	Glaciar de valle	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
3	CL105401048	s/n	2,6	Glaciar rocoso	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
4	CL105400040	Monos de Agua	2,5	Glaciar de montaña	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
5	CL105402030	s/n	2,2	Glaciar de montaña	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
6	CL105405001	s/n	1,8	Glaciar rocoso	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
7	CL105400039	s/n	1,3	Glaciar rocoso	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
8	CL105402046	s/n	1,3	Glaciar rocoso	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
9	CL105401019	s/n	1,3	Glaciar rocoso	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
10	CL105402008	s/n	1,3	Glaciar de montaña	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas
11	CL105415018	s/n	1,2	Glaciar rocoso	E. San Francisco
12	CL105400065	s/n	1,0	Glaciar de montaña	R. Aconcagua desde inicio R. Juncal hasta E. Las Minillas

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

De la Tabla 4.3-1 y Tabla 4.3-2 se desprende que, los principales glaciares se sitúan en la subcuenca del río Aconcagua desde inicio río Juncal y afluentes hasta estero Las Minillas; también en este sector se encuentra el mayor número de glaciares, ya que existen 627 de un total de 715, suponiendo un 88% en cantidad y un 90% en área glaciar. De manera complementaria, se presenta la Figura 4.3-1 con una vista de los glaciares identificados en la cuenca del río Aconcagua.

4.3.1.2 Restricciones de uso sobre glaciares

De la superficie glaciar identificada en la cuenca del río Aconcagua, sólo 15,87 km² están ubicados en figuras de conservación bajo protección oficial (acápites 2.3.1.3 y Figura 4.3-1), suponiendo en torno al 12% de la superficie glaciar total.

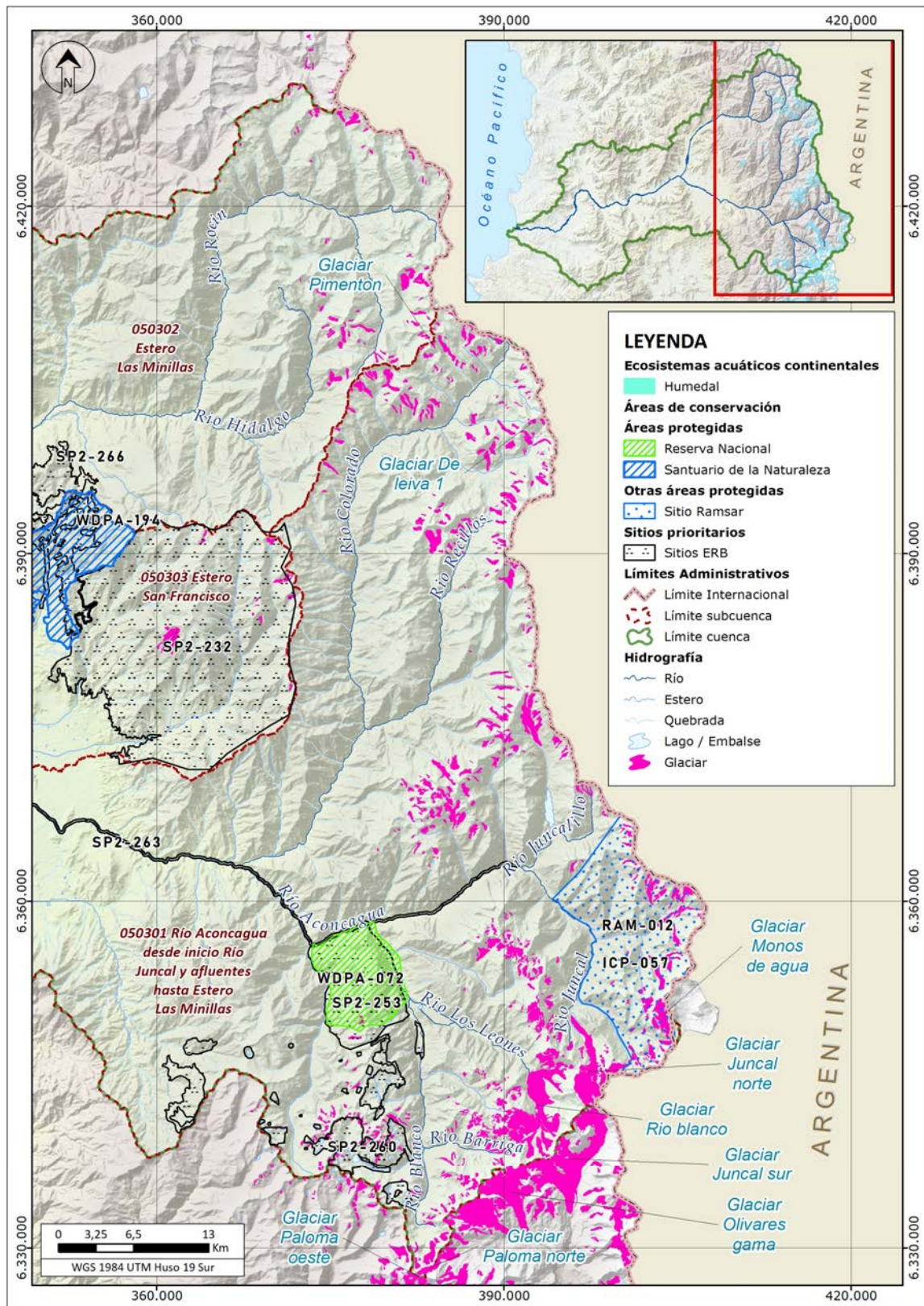
Las áreas protegidas con presencia de glaciares sistematizados por DGA en su mapoteca corresponden al Sitio Ramsar "Parque Andino Juncal" (RAM-012), con 15,7 km² de área glaciar, y la Reserva Forestal "Río Blanco" (WDPA-072), con 0,17 km². Cabe señalar que cierta superficie glaciar se encuentra también en áreas consideradas Sitios Prioritarios.

4.3.1.3 Diagnóstico del estado de información sobre glaciares

Es en la parte alta donde se puede apreciar mayormente la importancia de los glaciares en la dinámica hídrica de la cuenca. En esta zona, se estima que durante el verano (periodo de deshielo), un 34% del agua proviene de glaciares blancos (de valle o de montaña), mientras que un 23% proviene de glaciares rocosos (Crespo *et*

al., 2020). El resto de las fuentes están cubiertas por la nieve (25%) y las aguas subterráneas (18%).

A pesar de la importancia que suponen estos cuerpos para la cuenca, solo existe una estación glaciológica, que es parte de la red hidrométrica descrita en el acápite 2.4.2, específicamente en el glaciar Juncal Norte. Por otra parte, en el estudio “Variaciones Recientes en Glaciares en Chile” (DGA, 2011) se presentó la variación del área de los glaciares Monos de Agua (1989 y 2011) y Juncal Norte (1955, 1989, 1997, 2006 y 2011), donde en ambos se evidencia un importante retroceso en dicho periodo. De esta forma, hay una brecha de información sobre el resto de los glaciares presentados en la Tabla 4.3-2, y también sobre el estado actual de los glaciares mencionados, para los cuales han pasado casi 10 años desde su última medición de área glaciar. De la misma forma, no hay estudios sobre sus aportes hídricos por lo que se genera una brecha para la posterior incorporación de la escorrentía que generan a los modelos, lo cual dificulta su gestión.



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

Figura 4.3-1 Glaciares en la cuenca del río Aconcagua

CAPÍTULO 5 BALANCE DE AGUA

Para el desarrollo del presente estudio, se han desarrollado de manera independiente modelos de simulación de flujos superficiales y subterráneos que posteriormente han sido acoplados, siendo sus principales resultados los presentados a continuación. La descripción detallada de los modelos es posible consultarla en el Anexo H, donde en el Capítulo 1 se aborda el modelo subterráneo, mientras que en el Capítulo 2 el superficial.

5.1 MODELO DE SIMULACIÓN

5.1.1 Situación actual

5.1.1.1 Actualización de Modelo Superficial

En el Anexo H (acápite 2.2) se presenta la descripción del modelo superficial WEAP de Aconcagua, utilizado como base en la elaboración del modelo acoplado del presente estudio (abril 1991 – marzo 2019), junto a las modificaciones realizadas en la actualización de éste.

5.1.1.2 Actualización de Modelo Subterráneo

En el Anexo H (acápite 1.2) se presenta la descripción del modelo subterráneo Visual MODFLOW de Aconcagua, utilizado como base en la elaboración del modelo acoplado del presente estudio (abril 1991 – marzo 2019), junto a las modificaciones realizadas en la actualización de éste.

5.1.1.3 Construcción de Modelo Acoplado Superficial Subterráneo

En el Anexo H (acápites 3.1 y 3.2) se presenta la construcción del modelo acoplado WEAP-MODFLOW de Aconcagua (abril 1991 – marzo 2019), conforme a la metodología indicada en el presente estudio.

5.1.1.4 Calibración y Resultados de Modelo de Simulación Superficial Subterráneo

En el Anexo H (Capítulo 4) se presenta la calibración y resultados del modelo acoplado WEAP-MODFLOW de Aconcagua (abril 1991 – marzo 2019), siguiendo los lineamientos indicados en la metodología.

Como resumen de la calibración del sistema conjunto (Tabla 5.1-1), se obtuvieron los indicadores de calibración en las estaciones fluviométricas más relevantes de la cuenca, y las que por cierto representan una serie robusta para hacer una comparación. Cabe destacar que el periodo 1988-1990 ha sido tomado como un periodo de "calentamiento" o "spin-up" del modelo, por lo que los indicadores y periodo de calibración son calculados a partir del año 1991. Los comentarios asociados a los indicadores de calibración siguen las pautas de Moriasi *et al* (2007) expuestos en la Tabla 5.1-1.

Tabla 5.1-1 Indicadores de Calidad de Calibración para el periodo histórico (1991 -2019) en las estaciones fluviométricas de la DGA consideradas

Estación / Indicador	KGE	NSE	R²	PBIAS
Río Aconcagua en Chacabuquito	0,89	0,81	0,83	7,04
Río Aconcagua en San Felipe	0,83	0,74	0,79	7,58
Río Aconcagua en Romeral	0,74	0,49	0,62	6,08

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la tabla anterior, la calidad de los ajustes es variada a lo largo del modelo, pero a nivel superficial los indicadores de eficiencia reportan ajustes buenos a satisfactorios. Desde la zona más alta, representado por la estación Aconcagua en Chacabuquito, el modelo comparte indicadores muy buenos para la cuenca (NSE=0,81 y PBIAS < 10).

La operación aguas arriba de dicha estación involucra la modelación de subcuencas relevantes como lo son las del río Juncal y Blanco más toda la cuenca intermedia que queda entre dichas cuencas y la estación Aconcagua en Chacabuquito. Las extracciones son mínimas y en su mayoría representan un volumen constante. Luego de pasar por la estación Chacabuquito, ocurre la demanda de riego de la 1ª sección, demanda de uso intensivo de los recursos y que representa una operación mayor del sistema.

Dicha operación está representada por lo que ocurre principalmente por el aporte de la cuenca del Valle Putaendo, cuenca que agrega el embalse Chacarrillas a partir del 2017, con una limitada cantidad de información para representar, y por el resultado de la operación de riego asociada a la 1ª sección del Aconcagua.

Como se puede apreciar la estación Aconcagua en San Felipe posee indicadores buenos a muy buenos, (NSE=0,74; PBIAS<10) y se entiende entonces la correcta representación de los flujos.

Cabe destacar que no existe una estación en desembocadura, y la más próxima es Aconcagua en Tabolango, la que no se ha incluido por tener muy poca data. Aconcagua en Romeral, que resume la operación de la 3ª sección comunica una mezcla de indicadores satisfactorios (NSE=0,5) y buenos (KGE=0,83 y PBIAS<10), principalmente porque se tiene una subestimación en el período pluvial.

En lo que respecta a la componente subterránea, se observó una calidad variable en los ajustes del periodo 1991-2019; con un MAE y RMS normalizado inferior a 5% (0,51 y 0,68 respectivamente), acorde con los criterios de cierre recomendados por la Guía de Modelación Subterránea del SEA. Los estadígrafos se pueden consultar en el Anexo H, acápite 4.1.

5.1.1.5 Caudales Simulados en Estaciones Fluviométricas de Control

Como se ha dicho, los resultados del proceso de calibración se resumen en estadígrafos de calibración como en resultados gráficos. En el Anexo H (acápites 4.2.1), se analizan las estaciones de control que fueron parte del acople.

La parte alta de la cuenca, la estación Aconcagua en Chacabuquito, ha sido correctamente representada. Como se puede apreciar en Figura 5.1-1, la señal de caudal es correctamente representada en el tiempo para todas las agregaciones temporales de caudal (anual y mensual), por cierto, presentando un sesgo en la representación de crecidas de signo negativo post 1997 y positivo durante ese año. Se debe notar que la estacionalidad del régimen nival está acorde a lo registrado y que la curva de duración de caudales simulados presenta una gran similitud a la real, particularmente entre las probabilidades entre el 5 y 95%.

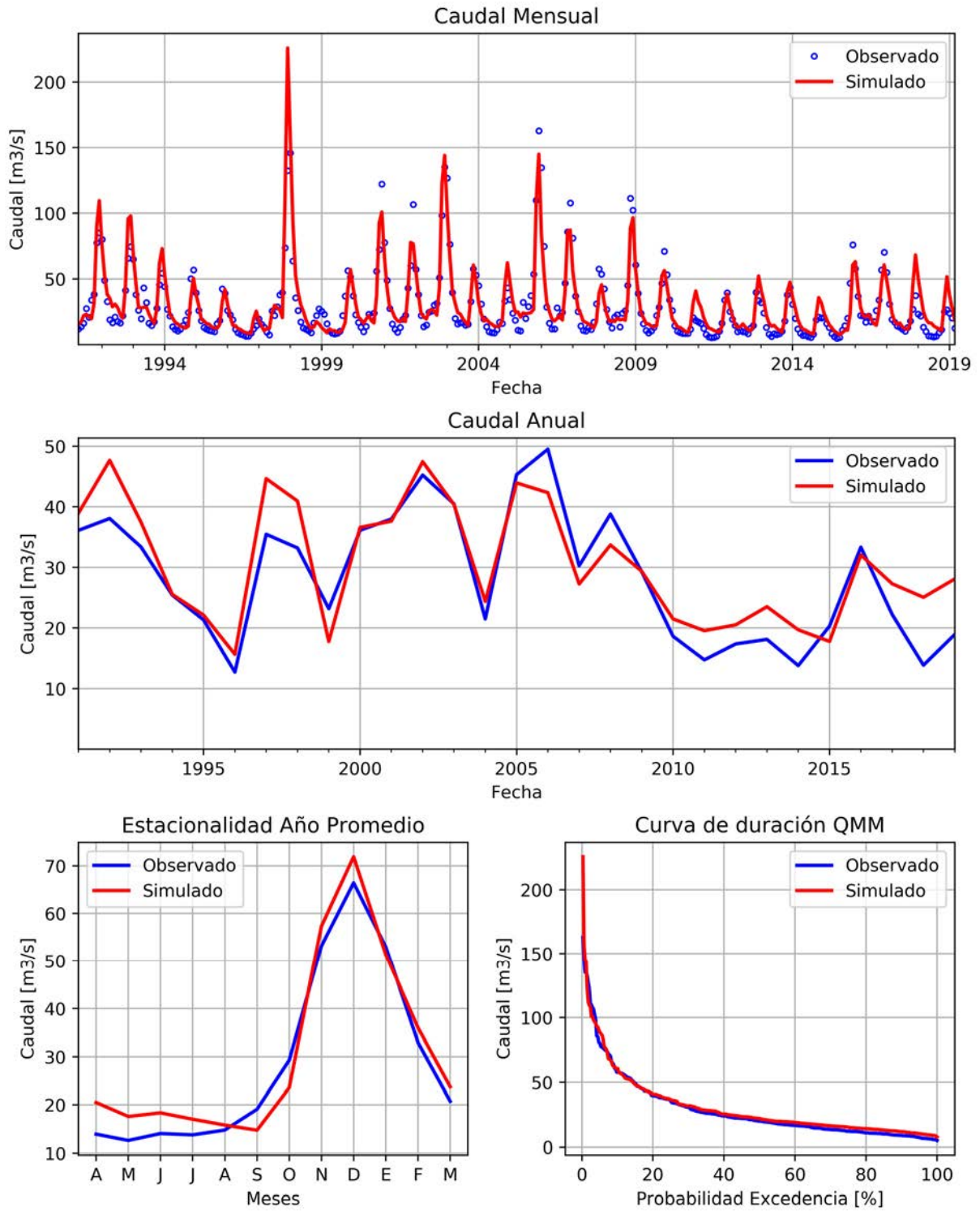
Como se puede apreciar en la Figura 5.1-2 la señal de caudal se encuentra bien modelada, sin embargo, existe una diferencia más grande entre el KGE y NSE, lo que da cuenta de que la variabilidad y temporalidad tienen una mejor representación que la media del caudal (sin ser insatisfactoria). Esto se produce por la representación del caudal en el período pluvial, lo que podría sugerir que debiese aumentarse el agua en el río en dicha época. Esto se intentó hacer vía el ajuste de infiltraciones locales, pero no se pudo mejorar más. Adicionalmente, en las brechas de la modelación, también se ha comentado que cuencas de régimen pluvial podrían tomar cambios en los coeficientes de escorrentía para ayudar a mejorar la representación.

Pese a esto, Aconcagua en Romeral tiene a todos sus indicadores en un nivel adecuado, asegurando una calibración en términos de KGE muy bueno y en términos de PBIAS de muy bueno también. La estacionalidad estaría bien representada, aunque la estacionalidad estaría algo subestimada en los meses de abril y septiembre, lo que tiene relación con el NSE de valor 0,5 obtenido. Mejorar el ajuste pluvial es una brecha futura, pero el ajuste de la estación es adecuado para los objetivos del PEGH y representa en términos de disponibilidad aguas abajo un caso conservador. En términos de curva de duración, las probabilidades entre el 3 y el 10% indican un ajuste correcto, ligeramente subestimado entre el 10 y 60% y correctamente ajustado entre el 60 y 95%.

En este caso, los indicadores gráficos permiten complementar los indicadores de eficiencia, y se puede apreciar que para ambas estaciones existe primero una conservación de su régimen hidrológico de naturaleza mixta, como también de los volúmenes anuales de agua, que representan la oferta hídrica del sistema.

De la inspección de ambas series de tiempo, cabe destacar que la señal de caudal es correctamente representada, encontrándose por cierto las dificultades inherentes en este tipo de modelaciones para las crecidas de años emblemáticos (años Niño, ENSO positivo), pero en general, se tiene una correcta representación de las probabilidades de excedencia entre el 10 a 90%.

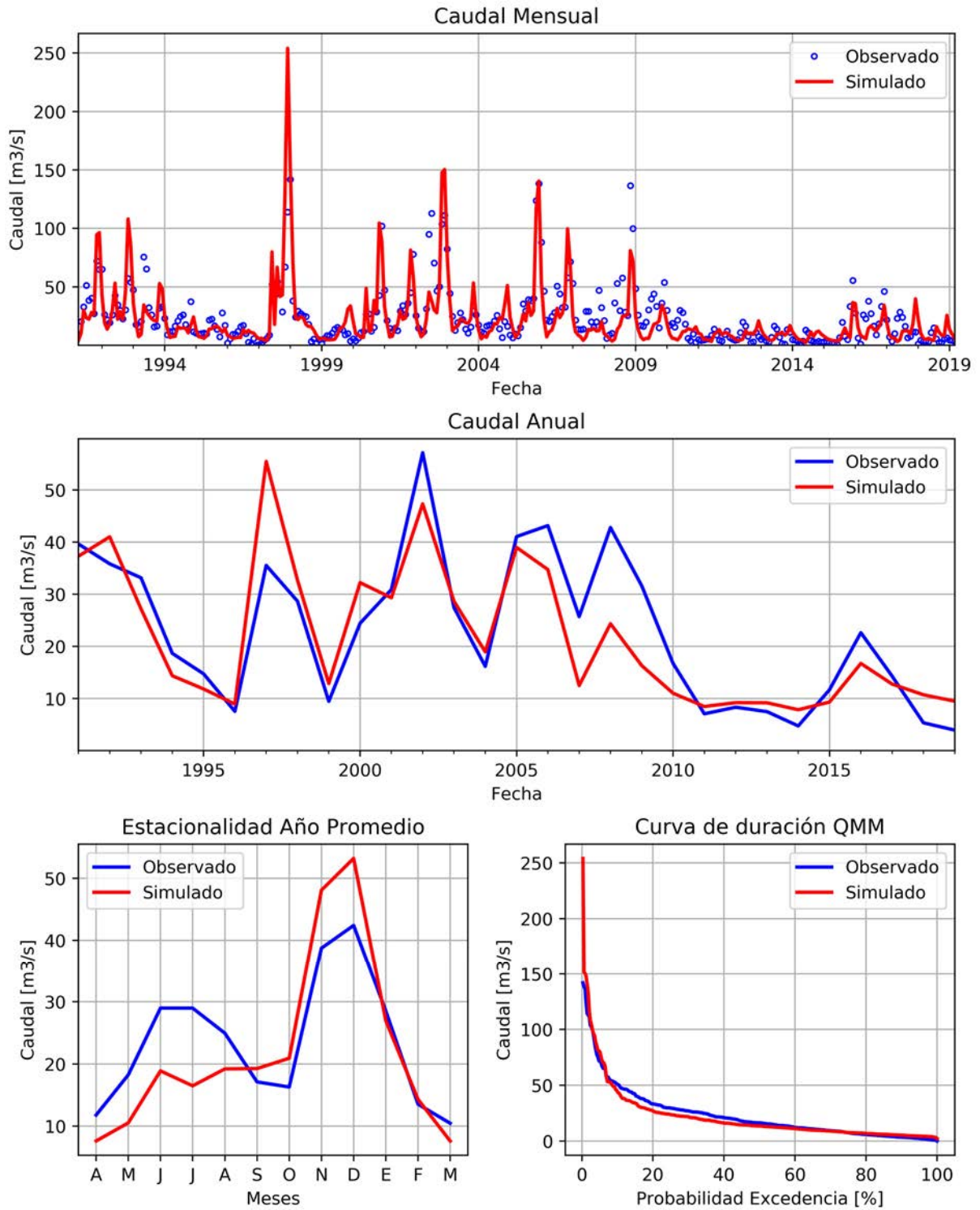
KGEE = 0.885 NSE = 0.811 R2 = 0.828 PBIAS = 7.044



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-1 Resultados Calibración Estación río Aconcagua en Chacabuquito

KGE = 0.74 NSE = 0.496 R2 = 0.622 PBIAS = -6.075



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-2 Resultados Calibración Estación río Aconcagua en Romeral

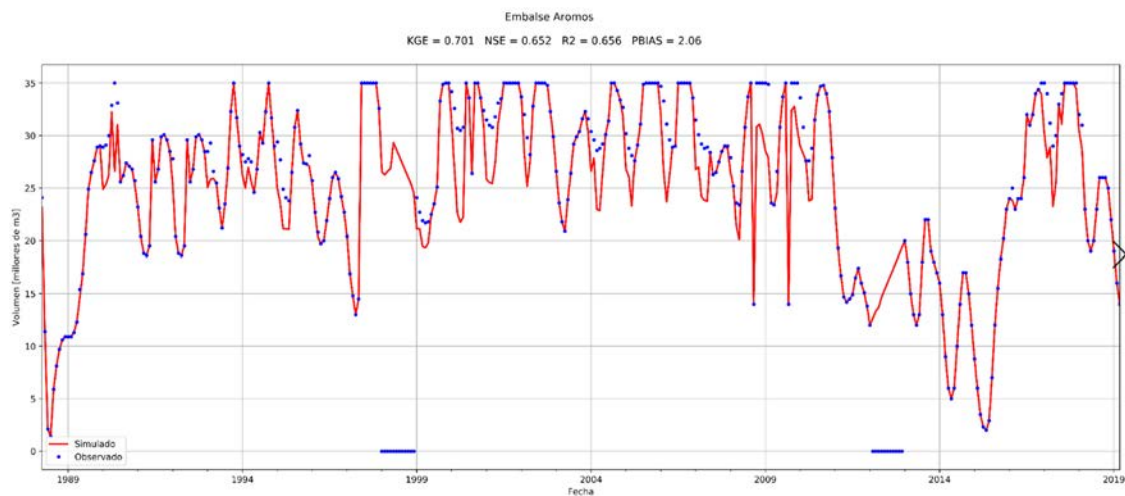
5.1.1.6 Verificación de Flujos Simulados para Elementos Operacionales.

En el Anexo H, acápite 4.2.1, se presenta el detalle de la representación de los embalses en el modelo acoplado junto con las aproximaciones topológicas consideradas para la representación del volumen embalsado.

A modo de ejemplo, se presenta el volumen reproducido del embalse Aromos. Este embalse ha tenido un uso histórico orientado al abastecimiento tanto del riego como del agua potable. Actualmente posee una capacidad del orden de los 30 Mm³ y se planea una ampliación que aumente su capacidad hasta los 60 Mm³ (JORQ, 2019).

No está conectado al río Aconcagua, y su afluente principal es el estero Limache y el aporte que puede hacer la conducción Waddington-Ovalle (la cual requiere de acuerdo a distintas fuentes, de importantes mantenimientos en su canalización).

La reproducción de los volúmenes se muestra en la Figura 5.1-3.

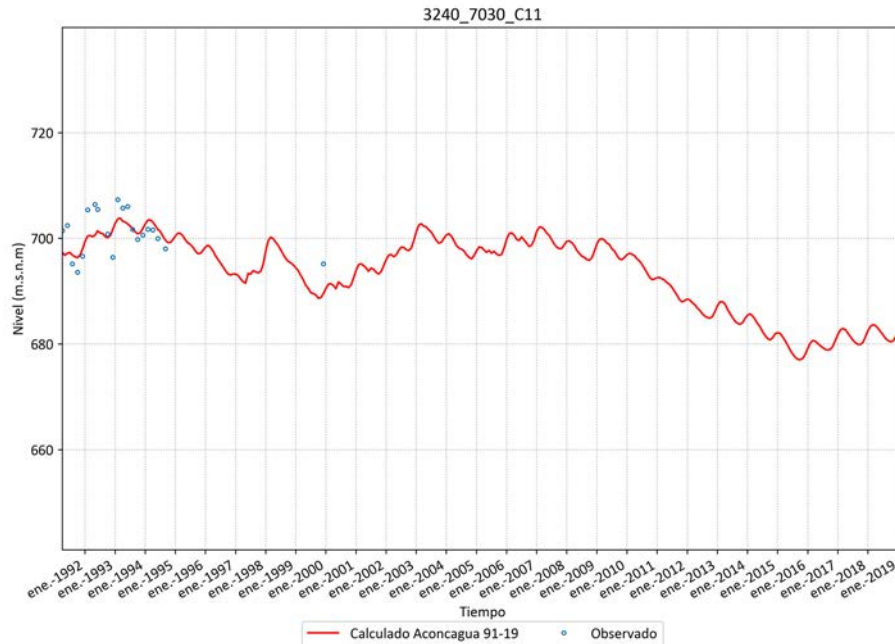


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-3 Resultados Calibración Embalse Aromos

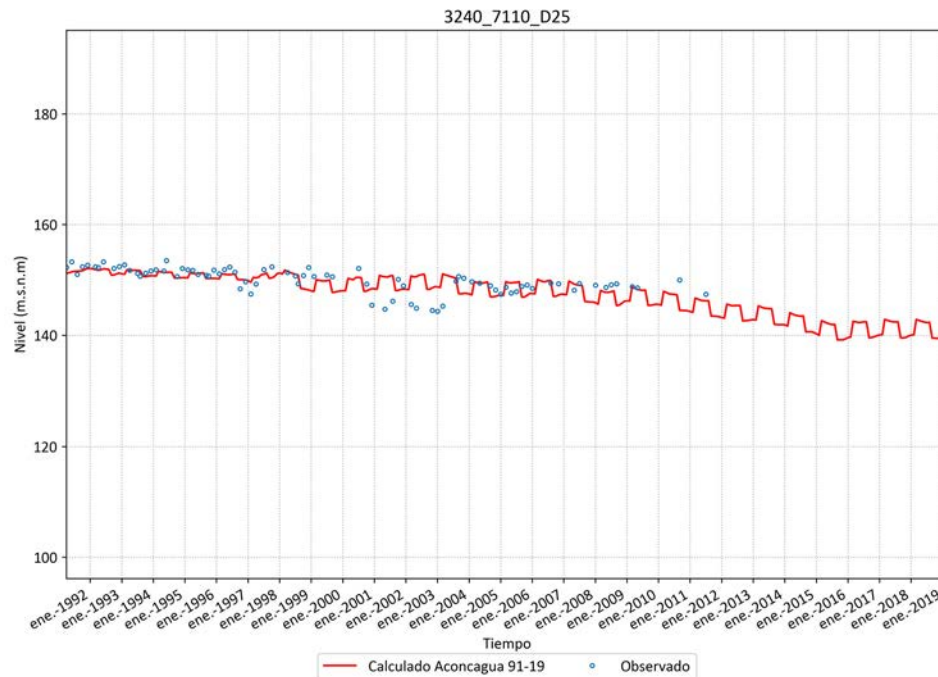
5.1.1.7 Niveles y Flujos Subterráneos

En el Anexo H, acápite 4.2.2, se muestra la variación de niveles en régimen transiente (1991-2019) para una serie de pozos de observación. Como ejemplo, se presenta la Figura 5.1-4 y la Figura 5.1-5, con el registro de niveles registrados y simulados en el modelo acoplado para dos sectores acuíferos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-4 Resultados Niveles simulados en la primera sección del Aconcagua (SF-01)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-5 Resultados Niveles simulados en el sector de Quillota (QA-02)

De los gráficos se aprecia un buen ajuste de los niveles simulados, representando en términos generales las tendencias y variaciones en el tiempo; así como registros con una marcada variación estacional en base a las recargas operacionales del sistema.

Adicionalmente es factible comentar la ganancia que ha tenido el sistema acoplado, por cuanto mejora la caracterización de los niveles de su versión anterior (pre-acople) dada la ganancia en representación de variabilidad.

Finalmente, en la Tabla 5.1-2 se presentan los resultados del balance hídrico subterráneo para el periodo 1991-2019, para las diferentes componentes de flujo, el cual reproduce los volúmenes de agua que interactúan en el acuífero. Asimismo, el error de balance es de un 0,0 %, cumpliendo la sugerencia de la Guía de Modelación del SEA.

Tabla 5.1-2 Balance hidrogeológico (1991-2019) calibrado para la zona del sistema acoplada

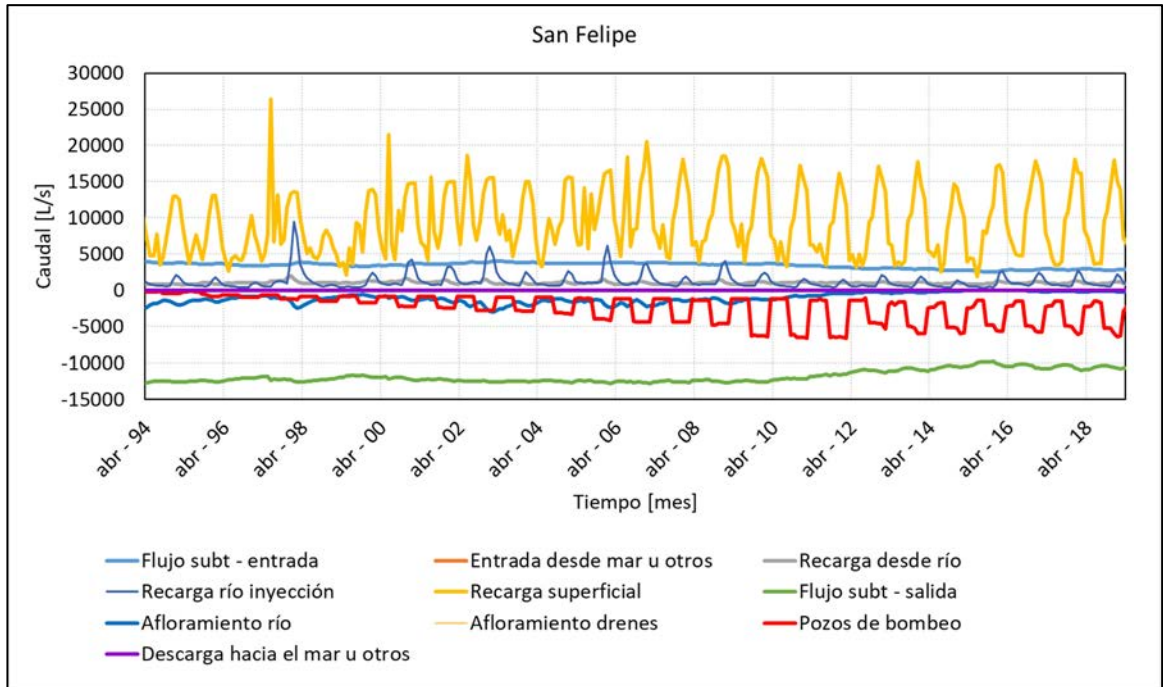
Entradas (l/s)	SF	PND	PQH	CAT	LLY	NHJ	QUI	ACD	LIM	TOT
Flujo interacuifero	3.164	1.920	10.008	3.590	9	339	571	198	0	
Recarga desde río	2.305	340	284	999	0	638	450	100	0	5.116
Recarga superficial	9.509	1.037	1.176	1.519	1.148	2.216	1.791	622	1.294	20.312
Total	14.978	3.297	11.469	6.108	1.157	3.193	2.812	920	1.294	25.428
Salidas (l/s)										
Flujo interacuifero	11.899	3.161	3.284	371	308	571	206	0	0	
Afloramiento río	1.001	0	7.034	3.014	0	701	375	18	0	12.142
Afloramiento drenes	73	0	811	1.629	279	306	395	0	342	3.835
Pozos de bombeo	2.257	303	342	1.047	577	1.672	1.931	909	849	9.886
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0	0	0	0	0	8	128	136
Total	15.230	3.464	11.471	6.060	1.164	3.249	2.907	935	1.319	26.000
Variación de Almacenamiento (l/s)	-253	-167	-2	47	-7	-56	-95	-15	-25	-572
Error de Balance (l/s)	0,018	0,004	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,028
Error de Balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

SF: San Felipe, PND: Putaendo, PQG: Panquehue, CAT: Catemu, LLY: Llay-LLay, NHJ: Nogales-Hijuelas, QUI: Quillota, ACD: Ac. En Desemb. LIM: Limache. Nota: Dren las Vegas 1.040 l/s.

Fuente: Elaboración propia.

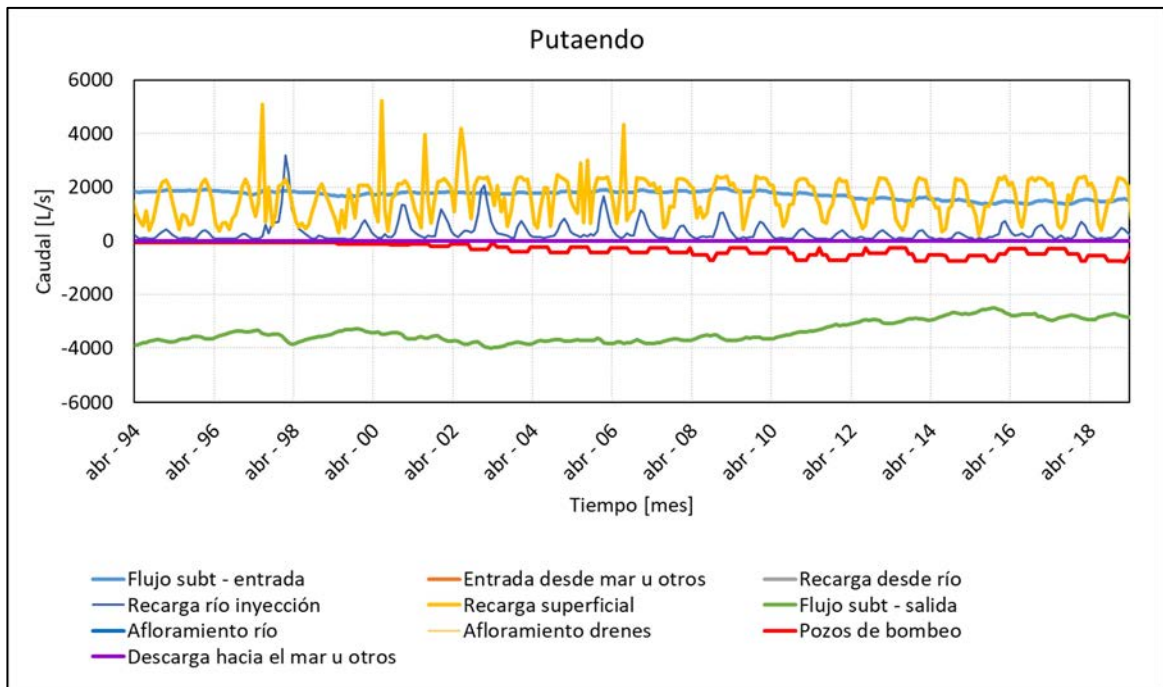
5.1.1.8 Comportamiento de las variables

Para evaluar el comportamiento de las variables modeladas del sistema acoplado, en la Figura 5.1-6 y en la Figura 5.1-7 se muestra el resultado gráfico de la simulación mensual, en la que se presentan con valores positivos aquellos flujos de entrada al acuífero y en negativo aquellos flujos que representan las salidas. Para ambas figuras se distingue el importante nivel de flujos subterráneos interacuiferos, que permiten la alimentación de los demás sistemas. Además, los flujos muestran la tendencia a la disminución en el tiempo, reconocida para la cuenca. Finalmente, los valores indicados en el balance hidrogeológicos del acápite anterior, quedan de manifiesto en cuando a su orden de magnitud en las figuras presentadas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-6 Comportamiento de las variables asociadas al Acuífero 1 San Felipe, período 1991-2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.1-7 Comportamiento de las variables asociadas al Acuífero 2 Putauendo, período 1991-2019

Cabe destacar que el flujo de salida desde el acuífero de San Felipe puede considerarse como sobrestimado. Este flujo proviene de la calibración original del modelo, el cual calibró una conductividad hidráulica mayor a la que indican las pruebas de terreno llevadas a cabo el año 2001. Esta brecha se encuentra documentada en el acápite 6.2 del Anexo H.

5.1.2 Situación proyectada

5.1.2.1 Selección de Modelo de Circulación General Disponibles

En el Anexo H, acápite 5.1.2.1 se presenta el detalle de la selección del del modelo de circulación general disponible. Como resumen, los escenarios que se evaluaron, de manera de verificar el correcto funcionamiento de los modelos acoplados en la situación futura (2019-2050) se implementaron según lo especificados en la Tabla 5.1-3, tomando como base el modelo calibrado acoplado WEAP-MODFLOW (1991-2019) descrito en los acápites anteriores.

Tabla 5.1-3 Escenarios de cambio climático modelados

Escenarios CC	Periodo	OBS
E1 CC	Abr 1991 - Mar 2050	
Forzantes	Abr 1991 - Mar 2050	MCG CSIRO
Demandas	Abr 2019 - Mar 2050	Replicadas desde 2019 para analizar variación de oferta hídrica y cómo responde el sistema para garantizar funcionamiento
E2 CC	Abr 1991 - Mar 2050	
Forzantes	Abr 1991 - Mar 2050	MCG CCSM4
Demandas	Abr 2019 - Mar 2050	Replicadas desde 2019 para analizar variación de oferta hídrica y cómo responde el sistema para garantizar funcionamiento

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis comparativo en términos de balances hídricos, los modelos fueron comparados en ventanas de tiempo equivalentes. Es decir, ya que la modelación de escenarios se realiza hasta el año 2050, y que el modelo calibrado comprende el período 1991-2019, la ventana de comparación futura fue 2020-2050.

i. E1 CC: MCG CSIRO

En el acápite 5.1.1.1 del Anexo H se presenta el resumen de resultados del modelo CSIRO.

ii. E2 CC: MCG CCSM4

En el acápite 5.1.1.1 del Anexo H se presenta el resumen de resultados del modelo CCSM4.

iii. Comparaciones de Resultados E1 CC y E2 CC

En el acápite 5.1.1.1 del Anexo H se presenta la comparación entre ambos escenarios de manera de poder decidir con qué escenario evaluar a futuro.

Modelo de Cambio Global Seleccionado para evaluar Escenarios

En el Anexo H (acápite 5.1.1.2) se detalle el modelo de circulación seleccionado. El modelo escogido para la cuenca del río Aconcagua fue el modelo CCSM4. En este sentido, el escenario de cambio climático con MCG CCSM4 se denomina E CC.

5.1.2.2 Escenario 1: Caso Base

En el Anexo H, acápite 5.1.1.3, se presenta el detalle de la conceptualización del Escenario 1, Caso Base. Como resumen, la simulación futura de la cuenca de Aconcagua corresponde a la situación en la cual la oferta natural de la cuenca está dada por la implementación de las forzantes meteorológicas obtenidas del MCG CCSM4, de acuerdo con lo determinado en el acápite anterior; y la demanda se proyecta principalmente debido a la actividad agrícola de la zona; junto a las iniciativas de gestión en la cuenca que se realizarán como base entre 2019 y 2050. Adicionalmente se ha considerado un aumento lineal del consumo de agua potable del 23% (Tabla 5.1-4).

Tabla 5.1-4 Descripción Escenario 1, Caso Base

Escenarios	Periodo	OBS
E1	Abril 2019 - Mar 2050	
Forzantes	Abril 2019 - Mar 2050	MCG CCSM4
Demandas	Abril 2019 - Mar 2050	Proyección de demandas a 2050
Iniciativas Base	Abril 2019 - Mar 2050	Cuenca contempla una iniciativa de gestión base entre 2019-2050. Embalse Chacrillas

Fuente: Elaboración propia.

5.2 BRECHAS

5.2.1 Resultados de Escenario Cambio Climático Seleccionado

En el Anexo H, acápite 5.2.1, se presenta el detalle de los resultados del escenario de cambio climático seleccionado, detallando los cambios en caudales, niveles y balances. Los modelos fueron comparados en ventanas de tiempo equivalentes; puesto que el modelo calibrado comprende el período 1991-2019, la ventana de comparación futura utilizada fue 2020-2050. Los resultados de la implementación del escenario E CC se encuentran en los apéndices H-5 y H-6 del Anexo H.

De acuerdo a lo consignado en el acápite 5.1.2.1, el MCG seleccionado para incorporar las forzantes meteorológicas al modelo acoplado corresponde a CCSM4.

En lo que respecta a la componente subterránea, en la Tabla 5.2-1 se presenta el resultado del balance hídrico subterráneo para el período 2020-2050.

Tabla 5.2-1 Escenario Cambio Climático, Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050

Entradas (l/s)	SF	PND	PQH	CAT	LLY	NHJ	QUI	ACD	LIM	TOT
Flujo interacuífero	2.857	1.807	9.512	3.688	8	299	511	205	0	
Recarga desde río	2.412	354	282	1.115	0	702	703	115	0	5.681
Recarga superficial	10.197	1.124	1.438	1.768	1.414	2.581	2.128	617	1.520	22.787
Total	15.466	3.285	11.231	6.571	1.422	3.582	3.342	937	1.520	28.468
Salidas (l/s)										
Flujo interacuífero	11.289	2.854	3.302	334	390	512	209	0	0	
Afloramiento río	416	0	6.623	2.851	0	501	121	1	0	10.512
Afloramiento drenes	35	0	841	1.389	174	183	202	0	311	3.136
Pozos de bombeo	3.736	407	468	2.074	857	2.402	2.808	1.029	1.072	14.852
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0	0	0	0	0	-88	134	46
Total	15.475	3.260	11.234	6.648	1.420	3.597	3.340	942	1.518	28.546
Variación de Almacenamiento (l/s)										
Variación de Almacenamiento (l/s)	-9	25	-3	-76	2	-15	2	-5	3	-78
Error de Balance (l/s)	0,008	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,013
Error de Balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

SF: San Felipe, PND: Putaendo, PQH: Panquehue, CAT: Catemu, LLY: Llay-LLay, NHJ: Nogales-Hijuelas, QUI: Quillota, ACD: Ac. En Desemb. LIM: Limache.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Resultados Escenario 1: Caso Base

En el caso del escenario E1, caso base, se recuerda que la implementación incorpora la presencia del embalse Chacrillas, sobre el cual, con la escasa información existente, se ha calibrado el comportamiento del embalse para representar ciclos de llenado y vaciado. Adicionalmente existe un aumento de la demanda de agua potable del 23% entre el 2019 y el 2050. El balance hidrogeológico se presenta en la Tabla 5.2-2.

Tabla 5.2-2 Escenario Caso Base (E1), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050

Entradas (l/s)	SF	PND	PQH	CAT	LLY	NHJ	QUI	ACD	LIM	TOT
Flujo interacuifero	3.234	1.640	9.909	3.697	9	277	505	198	0	
Recarga desde río	2.438	356	267	1.167	0	698	705	108	0	5.740
Recarga superficial	10.492	1.786	1.527	1.464	1.363	2.752	2.088	653	1.484	23.609
Total	16.164	3.782	11.704	6.327	1.373	3.727	3.298	959	1.484	29.349
Salidas (l/s)										
Flujo interacuifero	11.520	3.233	3.317	312	380	506	202	0	0	
Afloramiento río	661	0	7.037	2.659	0	514	93	1	0	10.965
Afloramiento drenes	57	0	856	1.357	130	223	135	0	275	3.033
Pozos de bombeo	3.978	555	498	2.112	875	2.518	2.924	1.029	1.099	15.588
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0	0	0	0	0	-65	127	62
Total	16.216	3.788	11.707	6.441	1.385	3.760	3.355	965	1.501	29.648
Variación de Almacenamiento (l/s)	-52	-6	-4	-114	-13	-33	-56	-6	-17	-300
Error de Balance (l/s)	0,008	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,014
Error de Balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

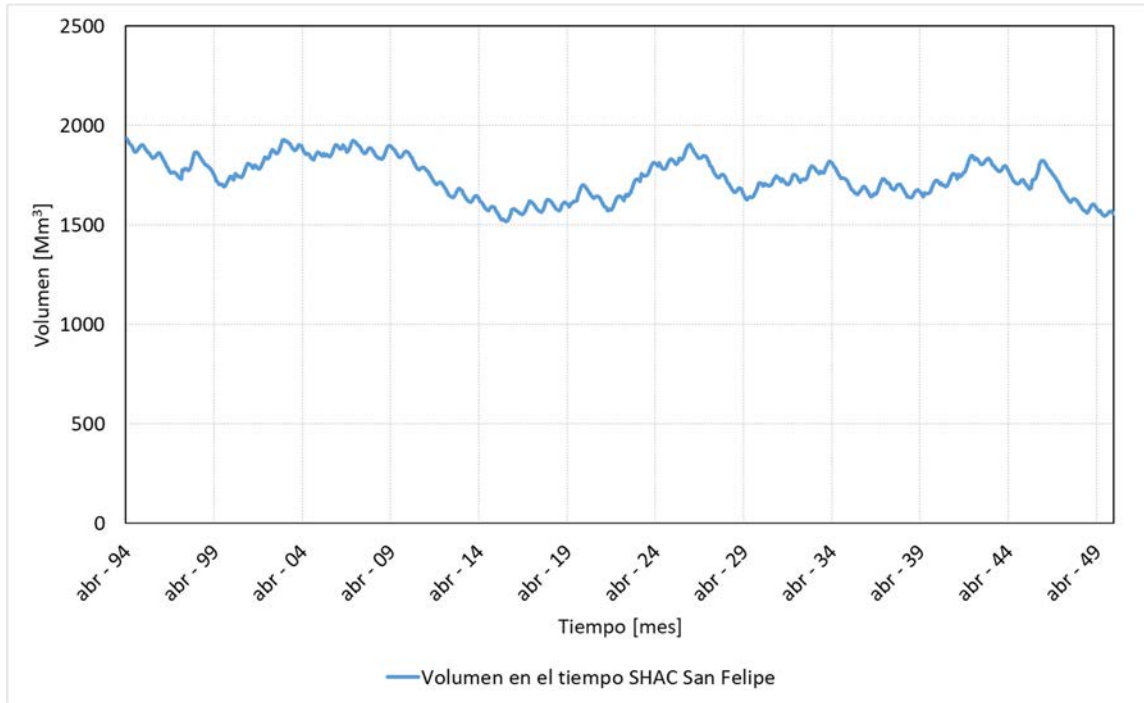
SF: San Felipe, PND: Putaendo, PQG: Panquehue, CAT: Catemu, LLY: Llay-LLay, NHJ: Nogales-Hijuelas, QUI: Quillota, ACD: Ac. En Desemb., LIM: Limache.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, el desembalse del escenario E1 es de 300 l/s. El dren las vegas está conduciendo 780 l/s.

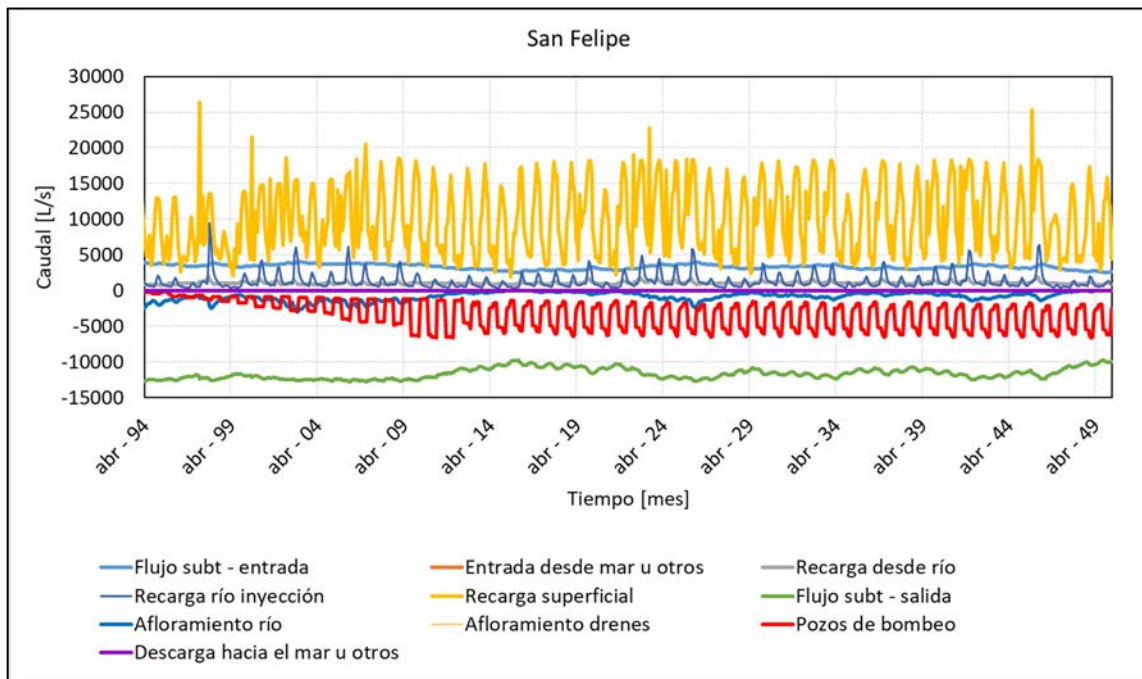
En el Anexo H, acápite 5.2.2, se pueden corroborar las variaciones de volúmenes y el detalle de las componentes del balance. A modo de ejemplo se presenta la variación de volumen para el SHAC de San Felipe en la Figura 5.2-1.

Un ejemplo de las componentes del balance hidrogeológico se presenta en la Figura 5.2-2, la Figura 5.2-3, la Figura 5.2-4 y la Figura 5.2-5, para los SHAC San Felipe, Putaendo, Panquehue, y Catemu, respectivamente.



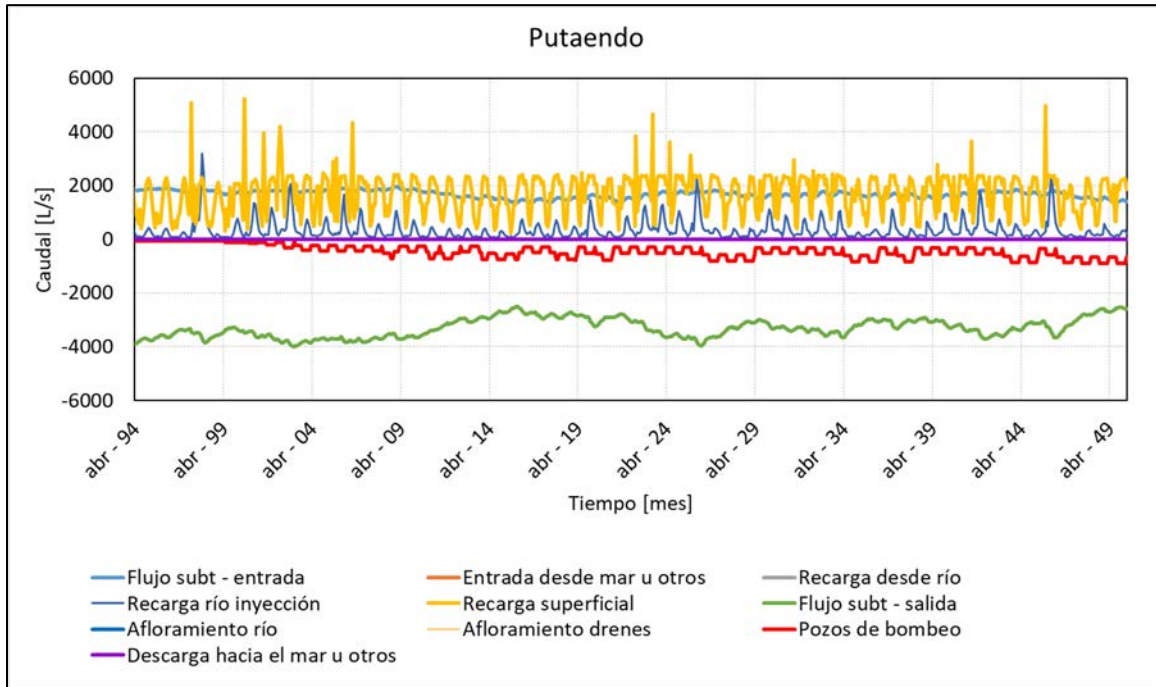
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-1 Variación de los volúmenes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base



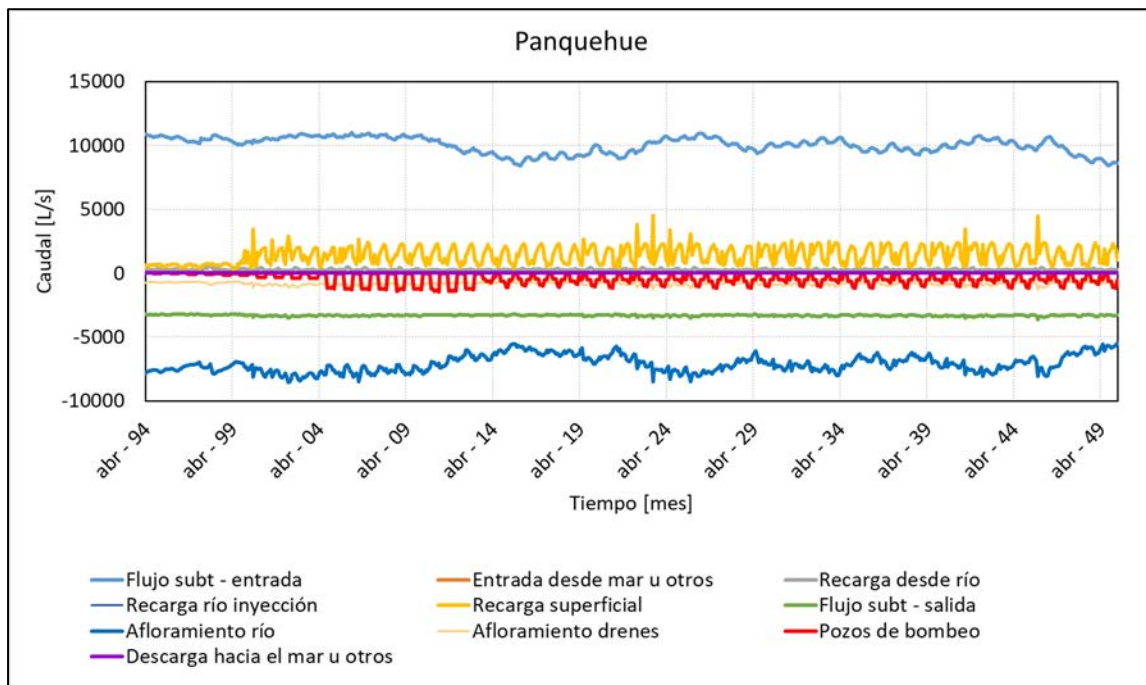
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-2 Variación de las componentes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base



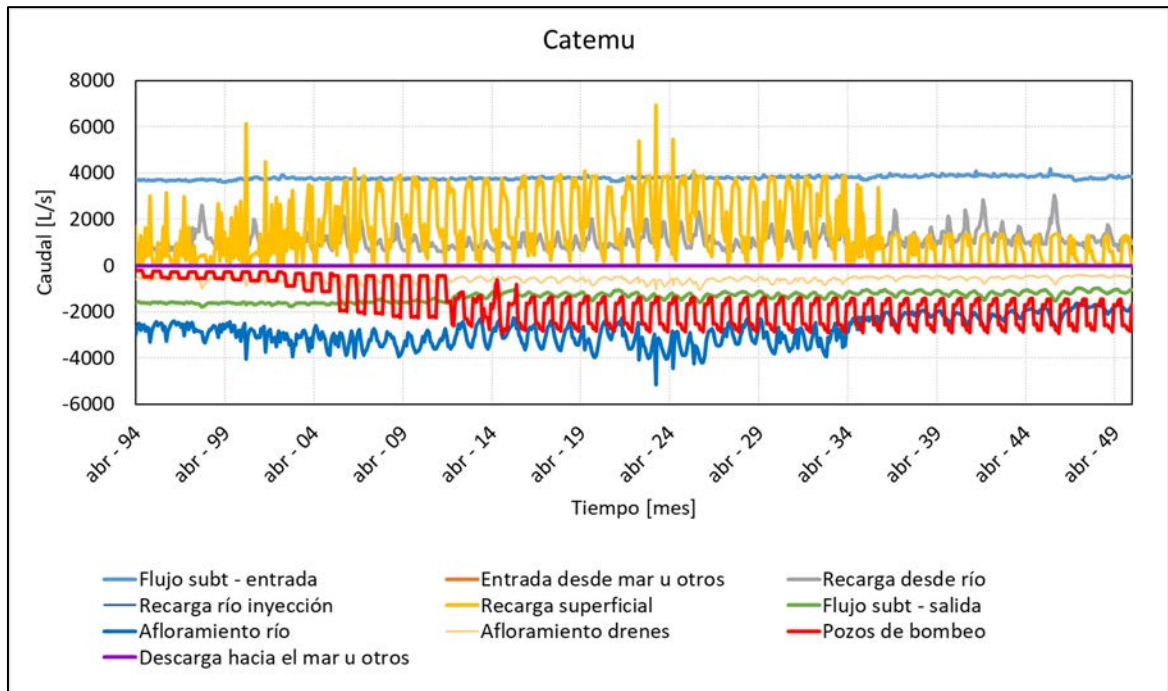
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-3 Variación de las componentes para el SHAC Putaendo, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-4 Variación de las componentes para el SHAC Panquehue, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base

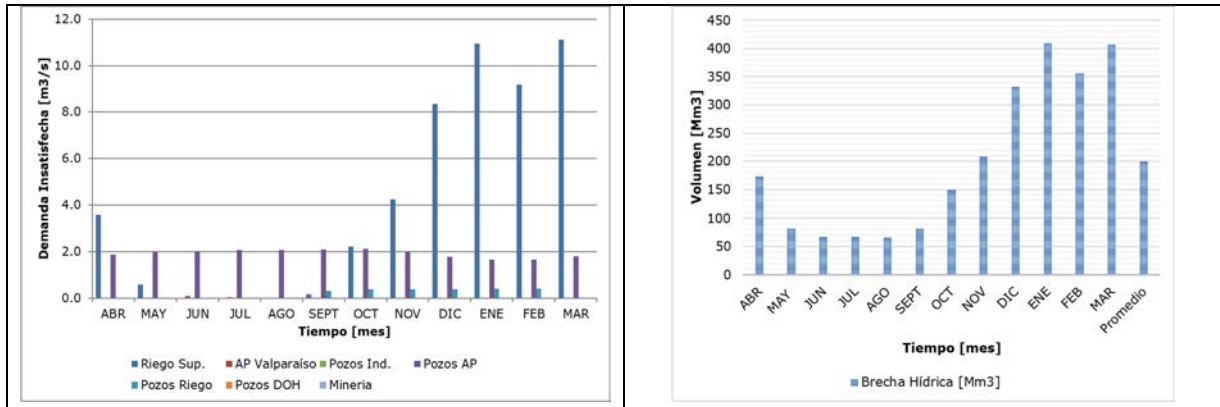


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-5 Variación de las componentes para el SHAC Catemu, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario Caso Base

Respecto de la Brecha Hídrica, y de acuerdo a las simulaciones actuales, esta se totaliza en 200 Mm³ como promedio, para toda la cuenca en el período completo de simulación 1991-2050. El valor se obtiene del análisis de la serie de demanda no satisfecha desde WEAP, en el cual se separa la demanda no satisfecha por riego, agua potable y minería. Cabe destacar que la brecha es claramente liderada por el riego.

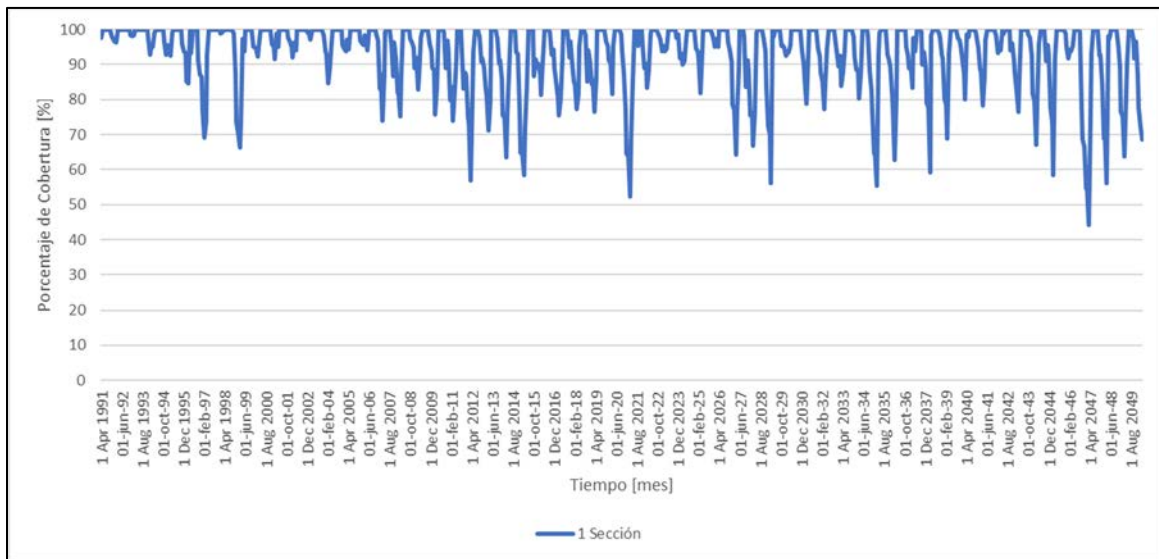
La brecha se puede observar en la Figura 5.2-6. Sólo para poner en contexto, sólo el embalse de Catemu y en su tiempo, Puntilla del Viento o Pocuro contemplaban volúmenes de 175 y 110 Mm³ aproximadamente. De ahí también la comprensión de las iniciativas propuestas por las Juntas de Vigilancia del río Aconcagua en fortalecer con embalses en la zona baja, tratando de aumentar el volumen de regulación.



Fuente: Elaboración propia.

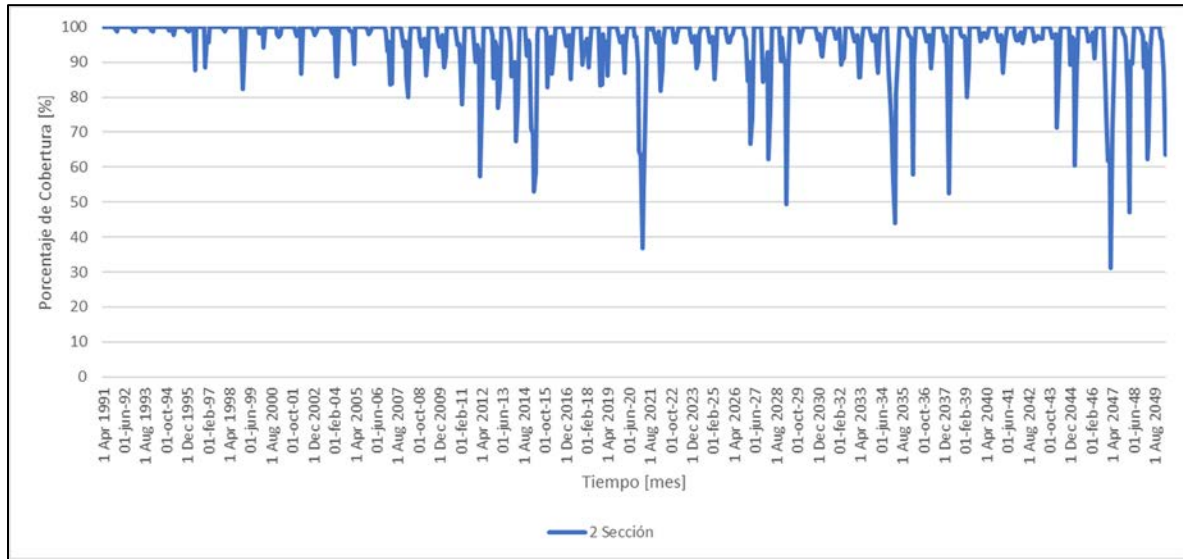
Figura 5.2-6 Brecha Hídrica media mensual en el periodo 1991-2050. Escenario Caso Base. Izq: La Brecha en flujo por tipo de demanda. Der: Brecha Total más el valor medio de todo el periodo

Por último, a modo de referencia, se presenta la variación de la cobertura de la demanda o “coverage” que entrega WEAP (Figura 5.2-7, Figura 5.2-8 y Figura 5.2-9). En este caso se ha agregado el resultado por sección de riego, en este caso, de las secciones 1 a 3, que son las legalmente constituidas. Cabe destacar que esto es una aproximación a una seguridad de riego. En todas las secciones se observa como disminuye la satisfacción de la demanda en el tiempo, en línea con los resultados de la brecha hídrica.



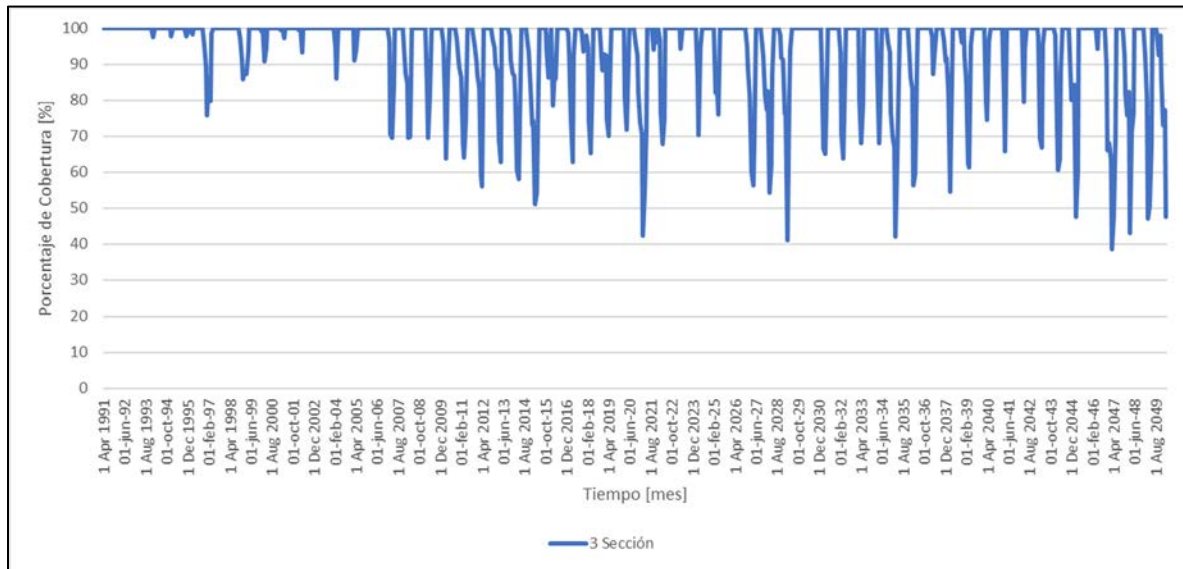
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-7 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 1° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-8 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 2° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-9 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 3° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario Caso Base

5.3 SUSTENTABILIDAD

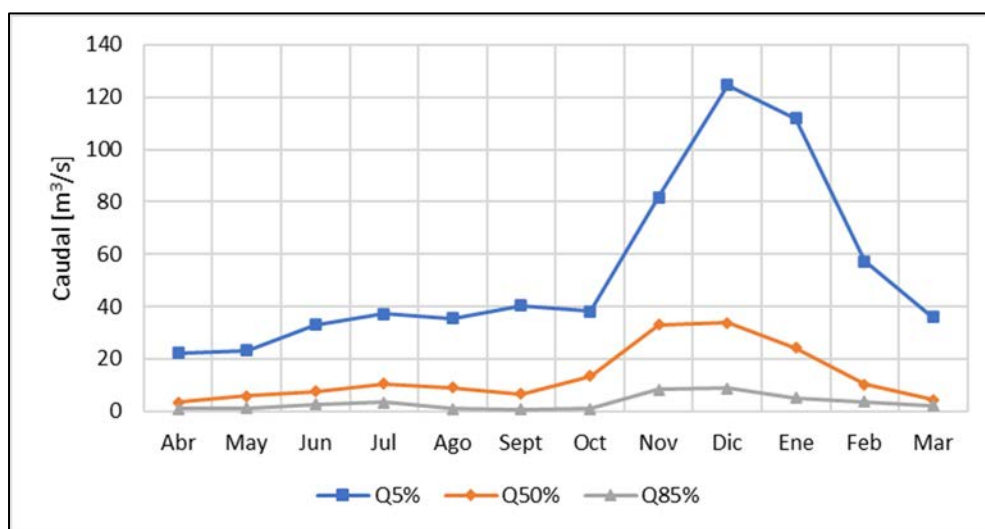
5.3.1 Oferta Hídrica Sustentable Superficial

Para el cálculo de la oferta sustentable de tipo superficial, se emplea la metodología expuesta en el Anexo F (acápites 3.4.6) del presente informe, considerando para el análisis el modelo WEAP acoplado para el periodo histórico sin demandas. Los resultados obtenidos se exponen a continuación.

5.3.1.1 Curvas de variación estacional

En este acápite se exponen los resultados de los caudales para una probabilidad de excedencia de un 5%, 50% y 85% para cada mes, junto con los gráficos de las curvas de variación estacional para cada punto de control, desde la Figura 5.3-1 a la Figura 5.3-5.

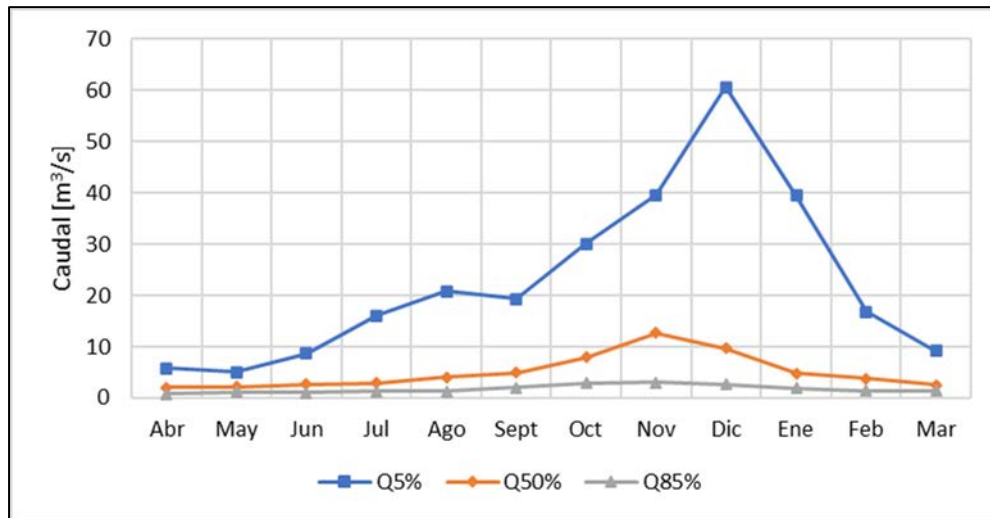
Se aprecia que la curva asociada a la parte alta de la cuenca del Río Aconcagua posee un régimen de aportes nivales, lo que localiza los caudales máximos durante el periodo de estiaje, desde el mes de octubre a marzo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3-1 Curva de variación estacional para 1ª Sección en punto de control Aconcagua en San Felipe

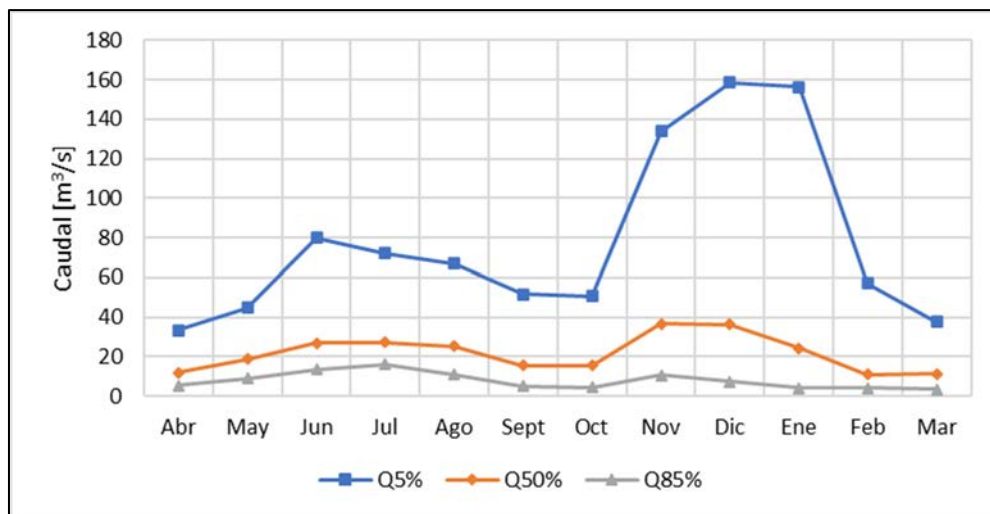
En el caso de la Sección Putaendo, también se tiene una subcuenca fuertemente dominada por un régimen nival, sin embargo, para caudales con una probabilidad de excedencia del 85% se puede ver un leve aporte pluvial.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3-2 Curva de variación estacional para Sección Putaendo en punto de control Resguardo Los Patos

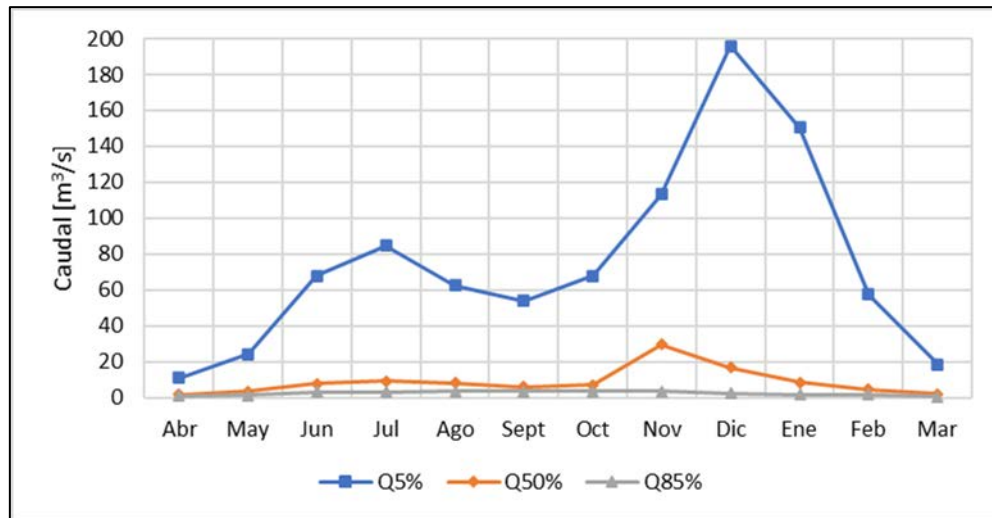
Para la 2ª Sección del Río Aconcagua, ubicada en el valle de la cuenca, se tiene un régimen mixto, con aportes tanto nivales como pluviales, generando dos crecidas importantes durante el año. El aporte por deshielos pasa a tener una mayor preponderancia que el generado por precipitaciones líquidas durante el invierno.



Fuente: Elaboración propia.

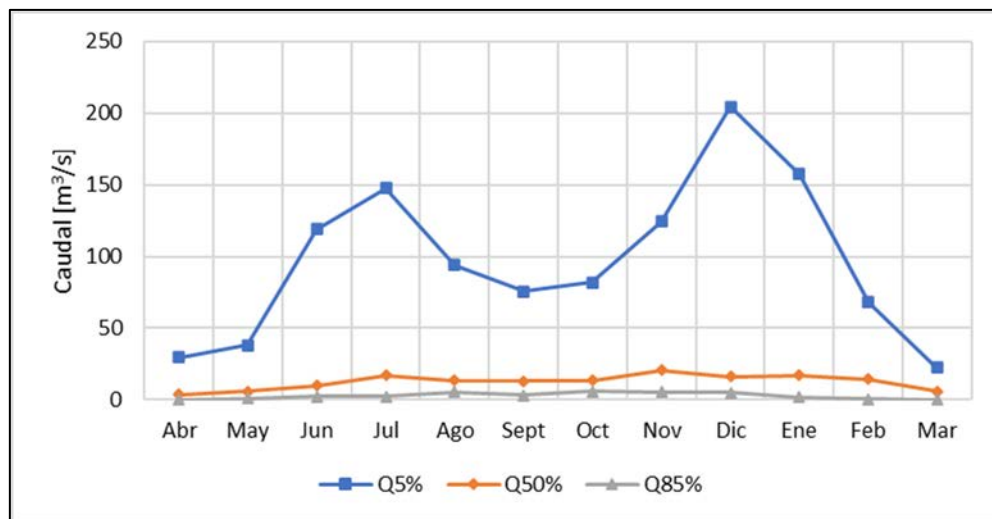
Figura 5.3-3 Curva de variación estacional para 2ª Sección en punto de control Aconcagua en Romeral

En la 3ª Sección del Río Aconcagua, al igual que en la sección antecesora, se mantiene un régimen mixto, con crecidas invernales y durante el periodo de estiaje. Posee el mismo comportamiento que la 2ª Sección.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3-4 Curva de variación estacional para 3ª Sección en punto de control Aconcagua en Puente Boco



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3-5 Curva de variación estacional para 4ª Sección en punto de control Desembocadura

Finalmente, en la sección de la desembocadura, que corresponde a la 4ª Sección del río Aconcagua, se tiene un régimen mixto, al igual que en las dos secciones antecesoras. Sin embargo, en esta última sección los aportes pluviales aumentan considerablemente, ya que en la costa se tienen más precipitaciones en estado líquido y los aportes nivales tienen un recorrido mucho mayor, que disminuye la probabilidad de llegar a la desembocadura sin presentar pérdidas naturales de caudal.

5.3.1.2 Actualizar los derechos otorgados, en trámite, de todo tipo y distribución

En este acápite se presenta la extracción y actualización de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales para la cuenca del río Aconcagua. En particular su detalle específico se presenta en el Anexo J.7.1.

5.3.1.3 Oferta hídrica sustentable y caudal ecológico

La actualización de los caudales ecológicos en los tramos analizados, calculados como se especifica en la metodología, tienen como resultado los indicados en la Tabla 5.3-1.

Tabla 5.3-1 Caudales ecológicos para las cuencas analizadas

Cuenca	Q ecológico (m ³ /s)
1ª Sección	0,21
Sección Putaendo	0,18
2ª Sección	1,23
3ª Sección	0,62
4ª Sección	0,02

Fuente: Elaboración propia.

Con esto, es posible calcular la oferta hídrica en cada una de las cuencas y los saldos que se heredan de cada tramo hacia el tramo siguiente. En la Tabla 5.3-2 se muestran los resultados para la 1ª Sección.

Tabla 5.3-2 Oferta hídrica 1ª Sección (m³/s)

Valor	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	22,24	23,31	32,97	37,34	35,41	40,46	38,18	81,91	124,63	112,00	57,26	36,02
Eventual	13,95	16,72	16,71	16,79	16,75	17,20	31,65	34,20	28,55	22,17	23,35	18,76
85%	1,05	1,15	2,79	3,50	0,85	0,64	1,09	8,38	8,81	5,06	3,55	2,28
Permanente	22,48	24,99	24,99	24,99	24,99	24,54	22,48	22,48	22,48	22,48	22,48	22,48
Q ecol	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Saldo Eventual	8,08	6,38	16,06	20,34	18,46	23,05	6,32	47,50	95,87	89,62	33,70	17,06
Saldo Permanente	-21,64	-24,05	-22,40	-21,69	-24,34	-24,11	-21,59	-14,31	-13,87	-17,62	-19,14	-20,41

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se puede desprender que, en términos de derechos eventuales, la oferta hídrica se encuentra estable y no presenta un déficit del recurso hídrico, a diferencia del otorgamiento de derechos permanentes, donde el saldo que se hereda al siguiente nodo es cero, ya que se tienen valores negativos que indican el sobre otorgamiento de derechos en la zona alta, frente a la disponibilidad hídrica que se tiene. En la Tabla 5.3-3 se indica la oferta de la Sección Putaendo.

Tabla 5.3-3 Oferta hídrica Sección Putaendo (m³/s)

Valor	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	5,82	5,05	8,70	16,01	20,80	19,27	30,08	39,54	60,61	39,47	16,82	9,24
Eventual	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
85%	0,75	1,18	1,10	1,34	1,32	2,09	2,97	3,04	2,71	1,95	1,47	1,41
Permanente	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,60	1,61	1,61
Q ecol	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Saldo Eventual	5,64	4,87	8,52	15,82	20,62	19,09	29,90	39,36	60,43	39,28	16,64	9,06
Saldo Permanente	-1,04	-0,61	-0,68	-0,45	-0,47	0,30	1,19	1,26	0,92	0,17	-0,32	-0,38

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la Sección Putaendo se puede apreciar un comportamiento similar en el otorgamiento de derechos, donde en el caso de los de tipo eventual se tiene un saldo positivo heredable al nodo siguiente, mientras que en los de tipo permanente se presenta un sobre otorgamiento que no deja un saldo de oferta hídrica en la cuenca. Comparativamente, en la Sección Putaendo se tiene un agotamiento de menor magnitud respecto a la 1ª Sección, teniendo incluso meses con saldo positivo durante los meses de septiembre a enero.

A partir de ambos saldos, en el eventual se migran los caudales a la Segunda Sección, mientras que en el permanente se toma como cero, ya que no hay oferta que pueda trasladarse al nodo siguiente. Con esto se establece la oferta hídrica para la Segunda Sección, como se muestra en la Tabla 5.3-4.

Tabla 5.3-4 Oferta Hídrica 2ª Sección (m³/s)

Valor	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	33,46	44,70	80,04	72,17	66,86	51,69	50,44	133,98	158,68	156,52	57,17	37,69
Eventual	21,01	21,21	21,23	21,23	21,23	21,21	21,62	21,62	21,52	21,52	21,52	21,52
85%	5,20	8,95	13,59	16,20	10,77	4,87	4,46	10,62	7,38	4,02	4,13	3,53
Permanente	3,46	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46
Q ecol	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Saldo E Putaendo	5,64	4,87	8,52	15,82	20,62	19,09	29,90	39,36	60,43	39,28	16,64	9,06
Saldo E 1ªSección	8,08	6,38	16,06	20,34	18,46	23,05	6,32	47,50	95,87	89,62	33,70	17,06
Saldo P Putaendo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,19	1,26	0,92	0,17	0,00	0,00
Saldo P 1ªSección	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saldo Eventual	24,95	33,52	82,17	85,88	83,48	71,40	63,81	198,00	292,23	262,68	84,77	41,07
Saldo Permanente	0,51	3,76	8,39	11,00	5,57	-0,02	0,97	7,19	3,62	-0,49	-0,55	-1,16

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la zona del inicio del valle, se puede apreciar que la oferta hídrica mejora. No existe un sobre otorgamiento de derechos respecto al recurso hídrico en términos de derechos eventuales y en el caso de los derechos permanentes, se tiene un déficit

menor con respecto a las cuencas altas e incluso se estabiliza en los meses de estiaje de enero a marzo y levemente en septiembre.

Los saldos eventuales y permanentes que se generan en la 2ª Sección, se heredan al nodo siguiente, donde se obtiene el saldo para la 3ª Sección (Tabla 5.3-5). En el caso de saldos negativos, se consideran como cero en el nodo siguiente.

Tabla 5.3-5 Oferta Hídrica 3ª Sección (m³/s)

Valor	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	11,02	24,37	67,67	84,54	62,42	53,98	67,85	113,10	195,81	150,46	57,37	18,36
Eventual	4,56	4,54	4,54	4,53	4,55	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
85%	0,88	1,29	3,18	3,09	3,48	3,38	3,39	3,36	2,39	1,84	1,67	0,74
Permanente	1,60	1,60	1,60	1,61	1,61	1,60	1,60	1,60	1,60	1,59	1,60	1,60
Q ecol	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Saldo E 2ª Sección	24,95	33,52	82,17	85,88	83,48	71,40	63,81	198,00	292,23	262,68	84,77	41,07
Saldo P 2ª Sección	0,51	3,76	8,39	11,00	5,57	0,00	0,97	7,19	3,62	0,00	0,00	0,00
Saldo Eventual	30,78	52,72	144,68	165,26	140,72	120,19	126,48	305,91	482,86	407,96	136,96	54,24
Saldo Permanente	-0,83	2,82	9,35	11,86	6,82	1,16	2,14	8,34	3,79	-0,37	-0,55	-1,48

Fuente: Elaboración propia.

En la zona de la 3ª Sección, se puede apreciar que es términos eventuales, no se tiene un déficit de agua, a diferencia de los derechos permanentes, donde se tienen saldos negativos durante los meses de enero a abril. Para la 4ª Sección los resultados se muestran en la Tabla 5.3-6.

Tabla 5.3-6 Oferta Hídrica 4ª Sección (m³/s)

Valor	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	29,51	37,91	119,05	147,59	93,81	75,57	81,96	124,20	204,39	157,33	67,89	22,57
Eventual	33,14	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	33,14	33,14	33,14	33,14	32,74	33,14
85%	0,14	0,88	2,56	2,48	5,53	3,35	5,78	5,52	4,94	1,94	0,41	0,09
Permanente	4,86	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86
Q ecol	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Saldo E 3ª Sección	30,78	52,72	144,68	165,26	140,72	120,19	126,48	305,91	482,86	407,96	136,96	54,24
Saldo P 3ª Sección	0,00	2,82	9,35	11,86	6,82	1,16	2,14	8,34	3,79	0,00	0,00	0,00
Saldo Eventual	-3,65	5,14	86,29	114,83	61,05	42,81	48,79	91,04	171,23	124,16	35,12	-10,60
Saldo Permanente	-4,74	-4,39	-2,72	-2,80	0,25	-1,93	0,90	0,65	0,07	-2,94	-4,47	-4,79

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la zona costera, en la desembocadura de la cuenca, se tiene un panorama menos estable. Nuevamente se tienen saldos positivos en torno a la demanda eventual, a excepción del mes de abril y marzo, donde se manifiestan efectos de sobre otorgamiento de derechos aguas arriba, mientras que sobre la demanda permanente se tienen saldos negativos de mayor magnitud, en términos de consumo humano, alcanzando un déficit por sobre los 4 m³/s en algunos casos. Los meses de estiaje representan el escenario más desfavorable, el cual logra

estabilizarse en parte por efecto de las precipitaciones invernales, sin embargo, en septiembre se muestra que no es suficiente.

Por lo tanto, en términos generales, es necesario destacar que el otorgamiento de derechos en secciones aguas arriba, no solo ocupa el saldo de dicha sección, sino que también saldo en las secciones siguientes del río, lo que generaría repercusiones dentro de toda la cuenca.

5.3.2 Sustentabilidad de Sectores Acuíferos DGA

5.3.2.1 Análisis Criterios de Sustentabilidad SHACs

De acuerdo a la metodología expuesta en el Anexo F, acápite 3.4.7, el estudio y análisis de los criterios de sustentabilidad se aplicaron en aquellos SHAC's ubicados dentro del dominio de acople. Sus resultados se presentan en los acápites siguientes.

Para la implementación de escenarios y análisis de sustentabilidad de los acuíferos, se consideró el modelo según lo que se muestra en la Tabla 5.3-7, tomando como base el modelo E CC, seleccionado en el acápite 5.1.2.

Tabla 5.3-7 Descripción modelo considerado para sustentabilidad sectores acuíferos

Sustentabilidad Acuífero	Periodo	OBS
Periodo de modelación	Abr 1990 - Mar 2050	-
Periodo de evaluación	Abr 2000 - Mar 2050	-
Forzantes	Abr 2019 - Mar 2050	MCG CCSM4
Demandas	Abr 2019 - Mar 2050	Replicadas desde 2019 a 2050, para ver actual operación de la cuenca. Para cálculo de oferta natural también se consideró eliminación de demandas.

Fuente: Elaboración propia.

i. Análisis Sustentabilidad en SHACs

Para la cuenca del río Aconcagua se han analizado los 9 SHACs presentes en la zona. Inicialmente se procedió determinando la condición actual de cada SHAC, definidas a través de la declaración de restricción y prohibición de la DGA, presentadas en la Tabla 5.3-8.

Tabla 5.3-8 Condicion Actual SHACs Aconcagua

SHAC	Condición
Acuífero 1 - San Felipe	Cerrado
Acuífero 2 - Putaendo	Cerrado
Acuífero 3 - Panquehue	Cerrado
Acuífero 4 - Catemu	Cerrado
Acuífero 5 - Llay Llay	Cerrado
Acuífero 6 - Nogales-Hijuelas	Cerrado
Acuífero 7 - Quillota	Cerrado
Acuífero 8 - Aconcagua desembocadura	Cerrado
Acuífero 9 - Limache	Cerrado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de los criterios de sustentabilidad aplicados a la cuenca del río Aconcagua se presentan de manera individual, a continuación.

Criterio 1: Volumen Sustentable

Utilizando el valor de la variable de estado nivel freático para cada celda activa dentro del dominio de modelación del modelo acoplado, se obtuvo la variación del volumen para los 50 años de análisis, siendo sus resultados presentados en la Tabla 5.3-9.

Debido a que este criterio considera un total de 50 años para el análisis, tal como se define en el Anexo F (acápite 3.4.7), se considera como fecha inicial el volumen asociado al año 2000 y como volumen final el del año 2050. Las condiciones iniciales para definir el volumen V_0 quedan definidas por los resultados del modelo acoplado y calibrado, considerando la interacción superficial y subterránea.

Tabla 5.3-9 Criterio 1 Cuenca río Aconcagua

SHAC	Acuífero	ΔV (%)	Criterio
San Felipe	Ac01	8,6%	No Cumple
Putaendo	Ac02	4,7%	Cumple
Panquehue	Ac03	0,5%	Cumple
Catemu	Ac04	1,7%	Cumple
Llay-Llay	Ac05	5,9%	No Cumple
Nogales-Hijuela	Ac06	4,7%	Cumple
Quillota	Ac07	12,4%	No Cumple
Aconcagua Desembocadura	Ac08	9,5%	No Cumple
Quintero	Ac09	6,0%	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que el volumen de explotación sustentable para un periodo de 50 años corresponde a una variación de 5%, solo los SHAC's Putaendo, Panquehue, Catemu y Nogales-Hijuela cumplen el primer criterio. En consecuencia, estos pasan a ser evaluados en el segundo criterio y para los que no cumplen, se establece que no son capaces de ofertar recursos de forma sustentable.

Criterio 2: Interferencia Río Acuífero

Este criterio implica inicialmente el cálculo del caudal medio anual con una probabilidad de excedencia del 85% (Q85). Para ello en el modelo acoplado se incorporaron estaciones de control de flujo superficial a la salida de cada SHAC, de manera de permitir su obtención. Con aquel valor se definió el caudal máximo de interferencia río acuífero posible para cada SHAC, correspondiente al 10% del Q85. El análisis del criterio se concluye mediante el cálculo de la diferencia en el afloramiento neto entre dos escenarios en el periodo de estudio de 50 años, correspondientes a los escenarios con y sin demanda (ΔQ). Finalmente, los resultados son presentados en la Tabla 5.3-10.

En este criterio no se evalúa el SHAC Putaendo ya que no presenta una interacción con el río. Este SHAC se analiza con el criterio siguiente.

Tabla 5.3-10 Criterio 2 Cuenca río Aconcagua

SHAC	Q _{85%} (l/s)	10% * Q _{85%} (l/s)	ΔQ (l/s)	Cumplimiento Criterio
Panquehue	4.454,30	445,43	934,99	No Cumple
Catemu	5.842,63	584,26	1.191,34	No Cumple
Nogales-Hijuelas	5.095,00	509,50	619,44	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior, se aprecia que los SHACs analizados no cumplen el criterio 2, superando el afloramiento neto a la restricción de flujo. También es posible realizar una comparación con respecto al estudio antecesor (DGA-WSP, 2019), donde se tienen caudales con una probabilidad de excedencia del 85% mayores a los señalados anteriormente, sin embargo, se destaca que este cálculo considera el rango de años desde el 2000 al 2050, simulando una disminución en la disponibilidad de agua subterránea.

Considerando el no cumplimiento del criterio actualmente no presentan una explotación sustentable que cumpla con los criterios mínimos establecidos. Conforme a lo anterior, el procedimiento de análisis para los siguientes criterios no se realiza.

Criterio 3: Pozos Secos

Bajo este criterio no debe haber más de un 5% de pozos desconectados o colgados en el sector Putaendo. En caso contrario el sector quedará cerrado y no posee oferta sustentable.

Tabla 5.3-11 Criterio 3 Cuenca río Aconcagua

Sector Putaendo			
Pozos Secos	Total Pozos	(%)	Criterio
11	25	44	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Según lo que se muestra en la Tabla 5.3-11, el último SHAC a analizar correspondiente al sector de Putaendo, no cumple con el criterio de sustentabilidad, ya que se secan más del 5% de los pozos, por lo que no existe una oferta sustentable asociada al sector acuífero.

5.4 ESCENARIOS DE GESTIÓN ESPECÍFICOS

5.4.1 Escenario 2

La primera iniciativa aprobada corresponde en parte a una colaboración entre el Departamento de Proyectos de Riego (DPR) de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH-DPR) y la Dirección General de Aguas. EL DPR de la DOH está llevando a cabo iniciativas de instalación de pozos de extracción para diversos fines, entre los cuales pueden destacar: apalancar la oferta hídrica de zonas de riego (ya sea directa en una zona o a través de la red de canales) y suministrar mayor oferta hídrica a APR´s (agua potable rural).

En este caso, el DPR de la DOH ha compartido información de los pozos de extracción en el SHAC de San Felipe (6), los cuales se presentan en la Figura 5.4-1.



Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por DPR-DOH (2020).

Figura 5.4-1 Pozos de extracción en construcción por el DPR-DOH. Cada pozo extrae 150 l/s. Escenario E2

Cabe destacar que la información de la ubicación exacta de la batería de pozos fue suministrada a través del reporte elaborado por Aluvial (2020) para la DOH denominado: "Planificación de nuevas extracciones en el acuífero del valle del Aconcagua. Resumen Ejecutivo".

En términos prácticos, se implementaron 6 pozos de 150 l/s, totalizando un caudal de extracción de 900 l/s. Cabe destacar, que cualquier iniciativa similar que se quiera evaluar (pozos de inyección u extracción), requerirá una inversión de tiempo en su implementación que se sugiere considerar, debido a que se debe llevar a cabo un cambio en la topología del archivo enlace del modelo superficial y subterráneo y efectuar las pruebas necesarias para cerciorarse de su correcta implementación.

El balance hidrogeológico se presenta en la Tabla 5.4-1.

Tabla 5.4-1 Escenario Gestión 2 (E2), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050

Entradas (l/s)	SF	PND	PQH	CAT	LLY	NHJ	QUI	ACD	LIM	TOT
Flujo interacuifero	3.013	1.420	9.336	3.690	9	279	505	198	0	
Recarga desde río	2.407	357	280	1.152	0	677	693	106	0	5.671
Recarga superficial	10.421	1.781	1.519	1.458	1.360	2.751	2.082	654	1.483	23.510
Total	15.841	3.557	11.135	6.300	1.370	3.708	3.281	957	1.483	29.181
Salidas (l/s)										
Flujo interacuifero	10.726	3.011	3.310	314	381	505	202	0	0	
Afloramiento río	327	0	6.492	2.640	0	502	90	1	0	10.052
Afloramiento drenes	27	0	842	1.348	126	220	128	0	273	2.964
Pozos de bombeo	4.873	555	498	2.112	875	2.518	2.922	1.029	1.099	16.480
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0	0	0	0	0	-67	127	60
Total	15.953	3.566	11.141	6.414	1.382	3.746	3.342	963	1.499	29.557
Variación de Almacenamiento (l/s)	-112	-10	-6	-114	-13	-38	-61	-6	-17	-376
Error de Balance (l/s)	0,009	0,001	0,000	0,003	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,019
Error de Balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

SF: San Felipe, PND: Putaendo, PQG: Panquehue, CAT: Catemu, LLY: Llay-Llay, NHJ: Nogales-Hijuelas, QUI: Quillota, ACD: Ac. En Desemb., LIM: Limache.

Fuente: Elaboración propia.

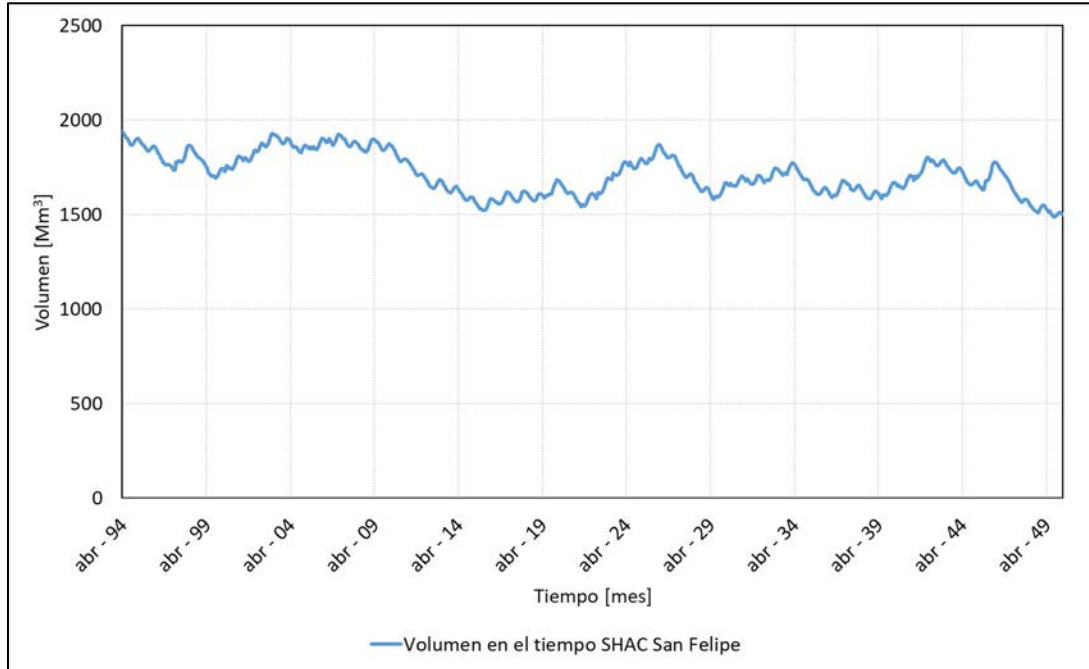
Como se puede recordar, el desembalse del escenario E1 era de 300 l/s, y en este caso, es de 376 l/s, por lo que el acuífero se desembalsa más. El dren las vegas está conduciendo 775 l/s. Los volúmenes de los acuíferos de los SHAC´s San Felipe, Putaendo, Panquehue, y Catemu de la zona media alta de la cuenca se pueden apreciar en la Figura 5.4-2, la Figura 5.4-3, la Figura 5.4-4, y la Figura 5.4-5, respectivamente

Al igual que en el caso de E1, se puede apreciar que el sector de San Felipe posee una alta variabilidad, con una clara tendencia al descenso, lo que también tiene razón con las extracciones que se están considerando. Por otra parte, el sector de Putaendo tiende a mantenerse más estable, al igual que en el caso base.

En el caso de Panquehue hay una combinación de cambios. En el SHAC de San Felipe se aprecia una reducción en el afloramiento del río y del flujo interacuifero, los que ahora tratan de suplir la demanda de los pozos. Panquehue, al estar inmediatamente aguas

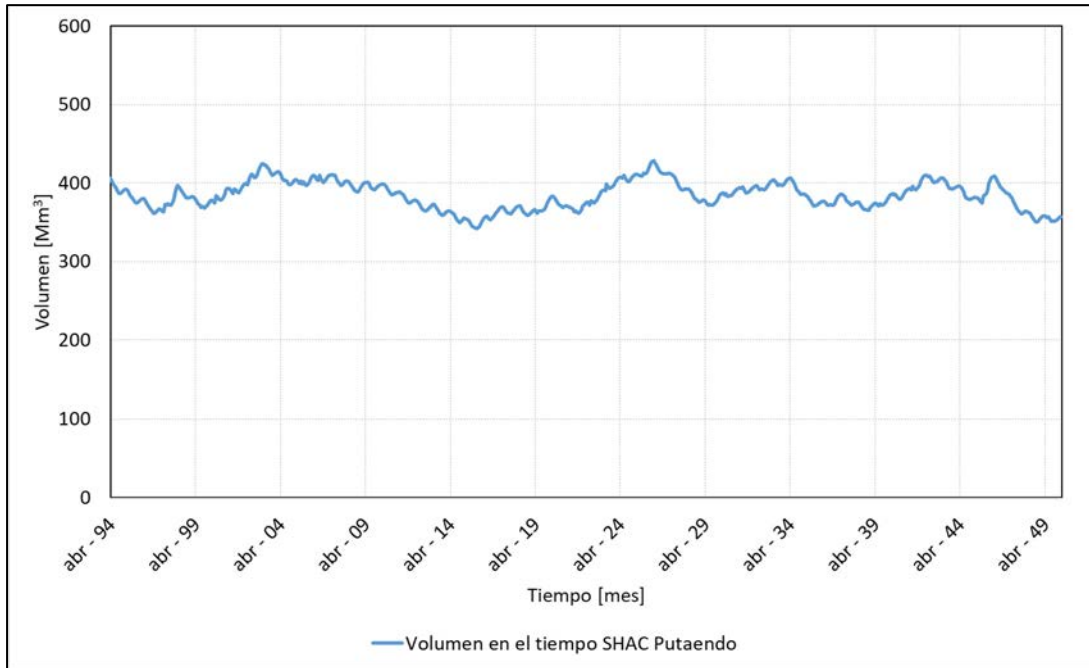
abajo de San Felipe reciente dicho cambio, por lo que presenta una señal clara hacia el descenso de su volumen, manteniendo la alta variabilidad interanual observada en el período de calibración.

Esto también impacta en el sector de Catemu, no en el comportamiento general de la serie, pero si en la tendencia de la última década en donde se observa bastante más pronunciada que en el caso base (Post año 2034).



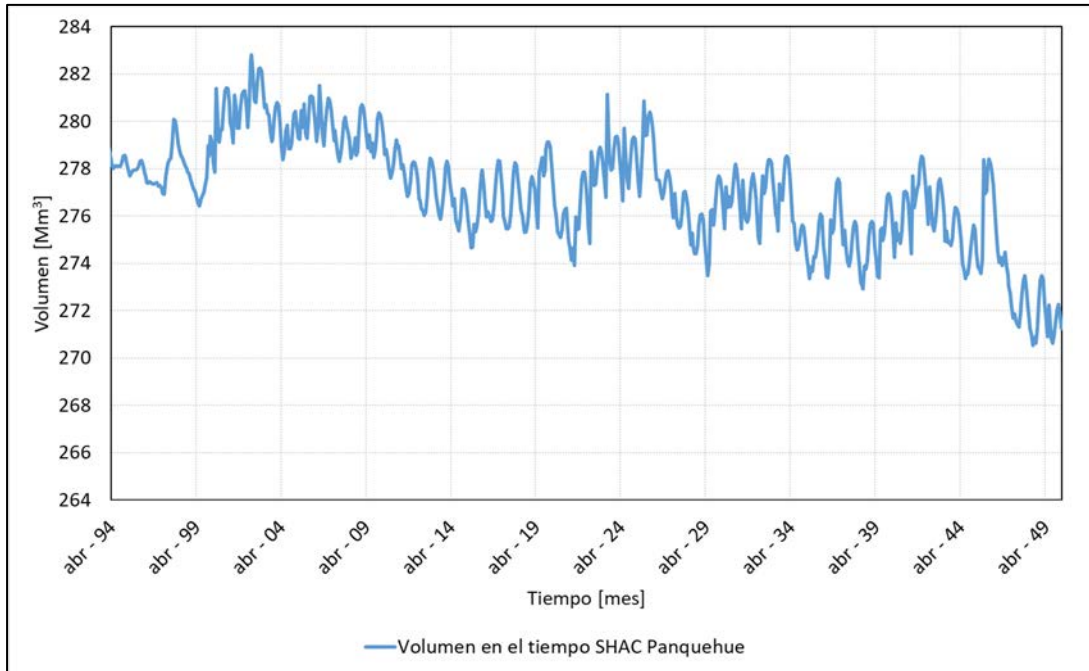
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-2 Variación del volumen para el SHAC San Felipe, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2



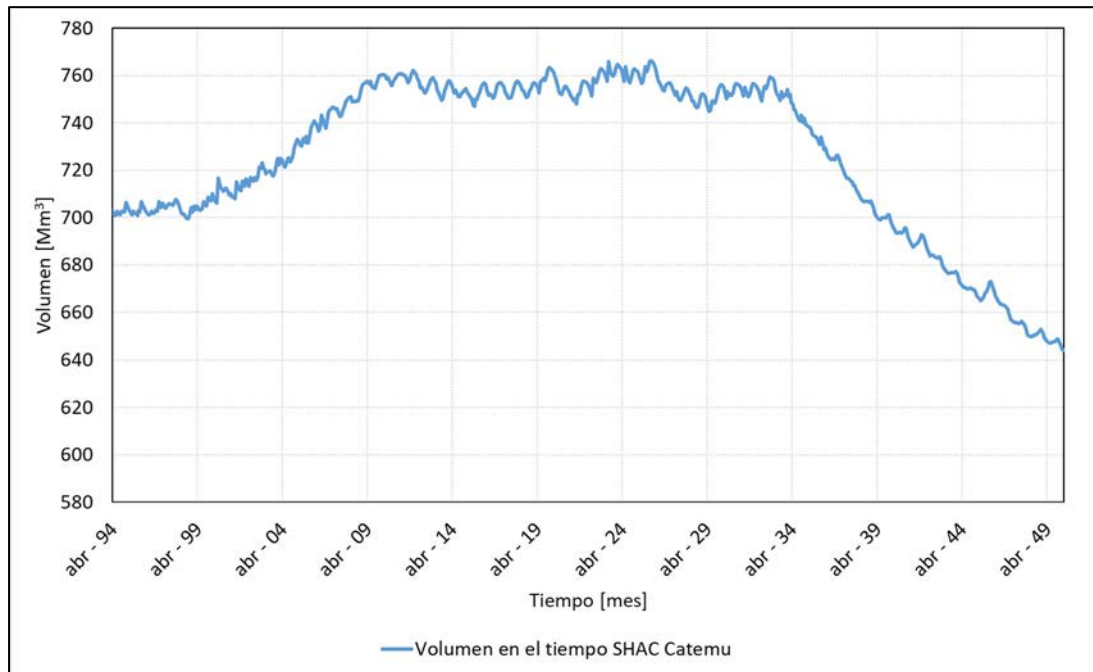
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-3 Variación del volumen en el SHAC Putaendo para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

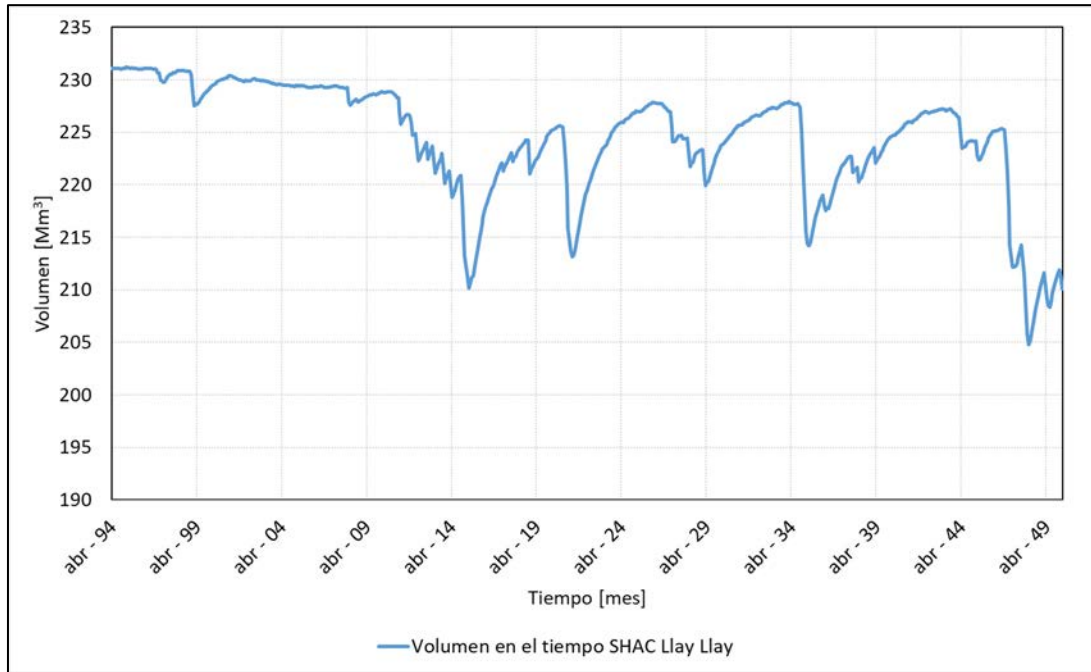
Figura 5.4-4 Variación del volumen para el SHAC Panquehue, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

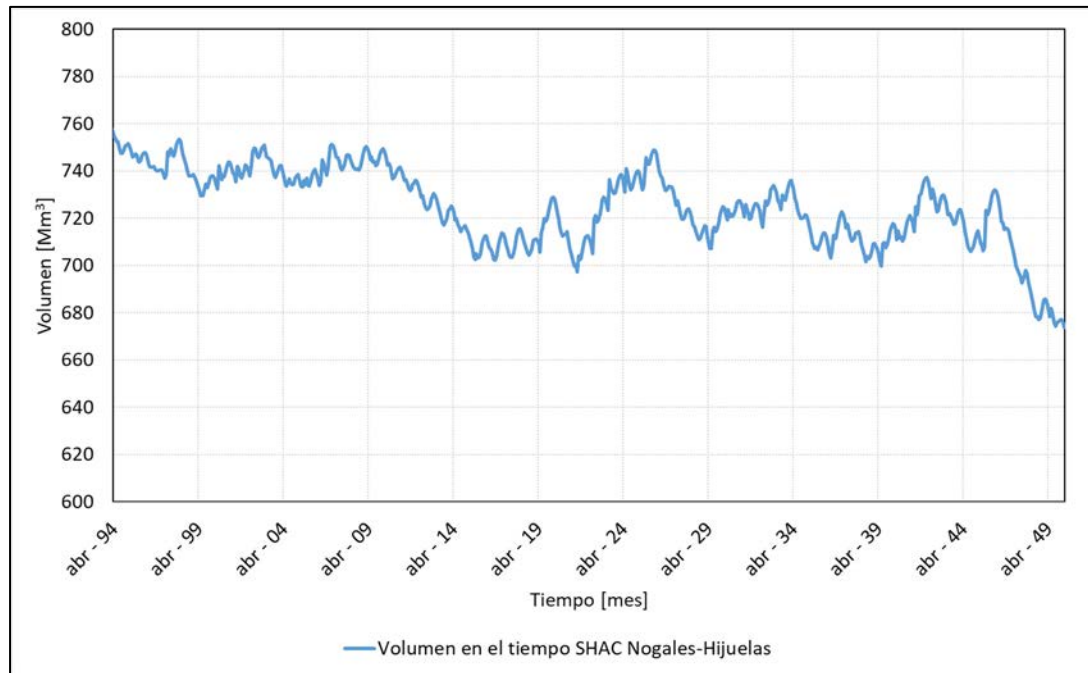
Figura 5.4-5 Variación del volumen para el SHAC Catemu, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-alta. Escenario E2

En el caso de la zona media-baja, en la Figura 5.4-6, la Figura 5.4-7, la Figura 5.4-8 y la Figura 5.4-9, se puede observar una señal generalizada al descenso del volumen para los SHAC's Llay Llay, Nogales-Hijuelas, Quillota, y Aconcagua, respectivamente, manteniendo la tendencia obtenida del período de calibración e intensificándose hacia el 2050. El SHAC de Llay-Llay incluso presenta una caída abrupta de su volumen en los últimos 5 años de simulación. En el caso de Quillota (cuya señal es idéntica a la de Limache) y Aconcagua en Desembocadura, la variación del volumen es negativa, con una tendencia marcada al descenso y la diferencia entre ambos está asociada a la mayor variabilidad interanual que presenta Aconcagua en desembocadura, la que se condice perfectamente con su SHAC antecesor, como lo es Nogales-Hijuelas.



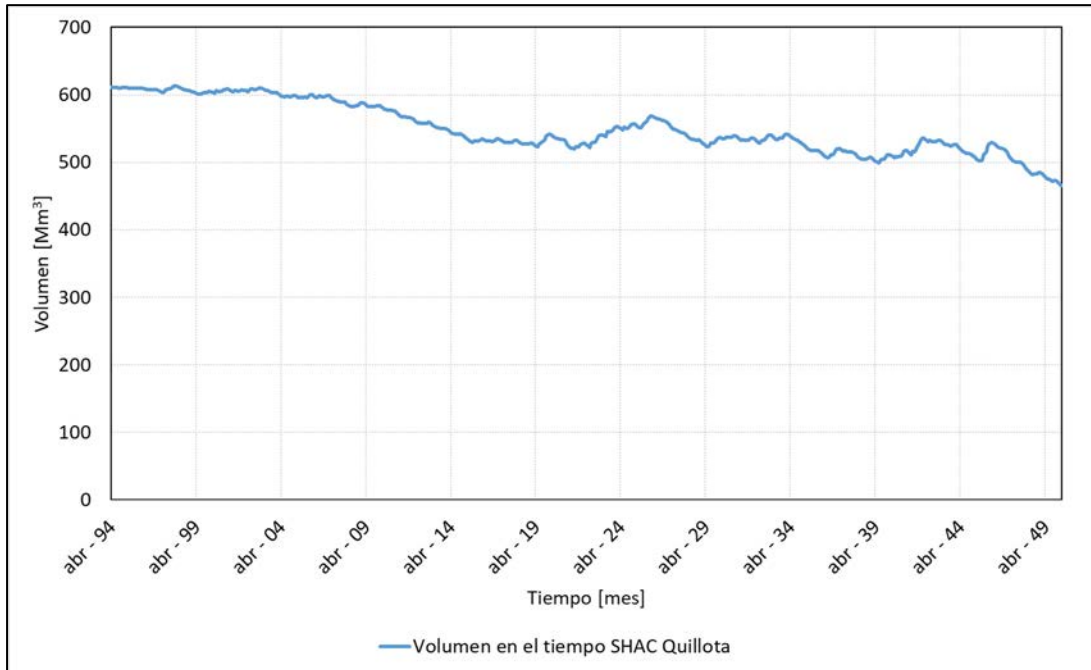
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-6 Variación del volumen para el SHAC Llay Llay, para la cuenca del río Aconcagua 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2



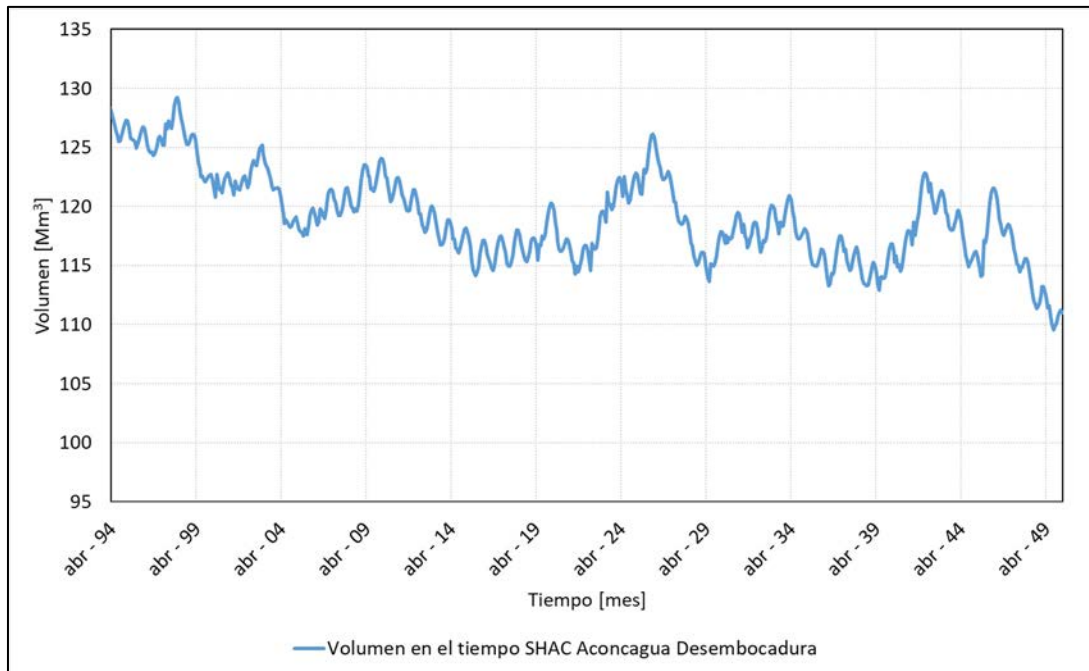
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-7 Variación de los volúmenes para el SHAC Nogales-Hijuelas, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-8 Variación de los volúmenes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2



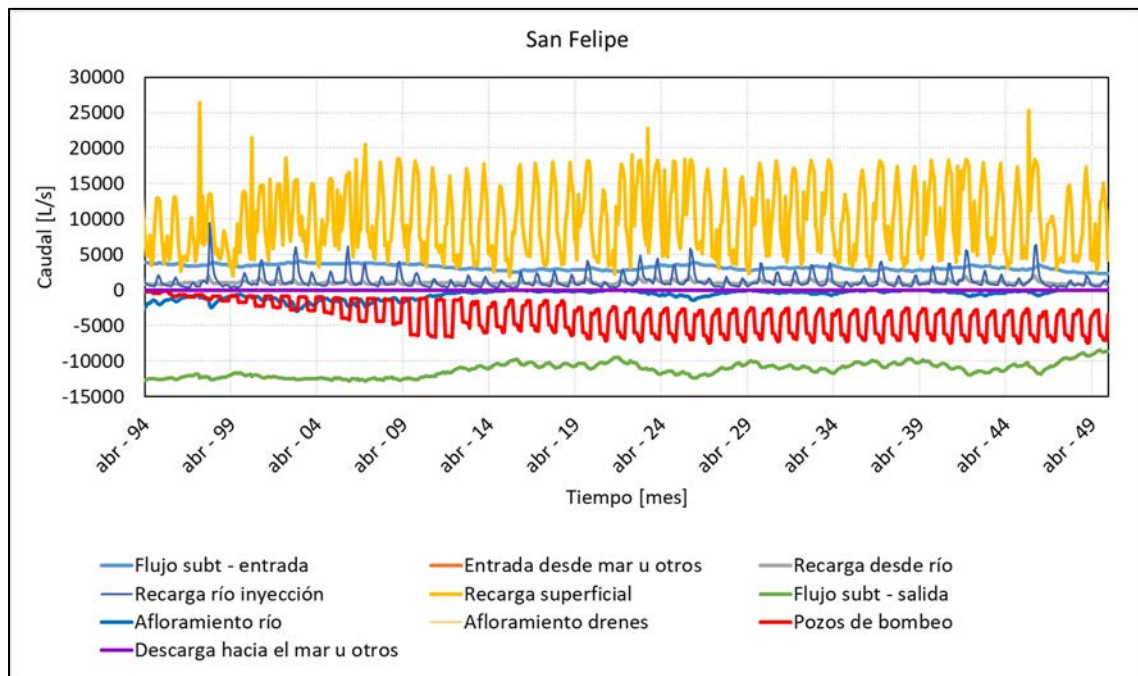
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-9 Variación de los volúmenes para el SHAC Aconcagua en Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Zona media-baja. Escenario E2

Esto quiere decir que los flujos de todo el acuífero se encuentran sumamente conectados, y que una solución u iniciativa, en este caso en la parte alta de la cuenca, tiene una repercusión por cierto en los SHAC´s de aguas abajo, debido a que las extracciones tienen un impacto mayor sobre los flujos y en el volumen almacenado de los SHAC´s.

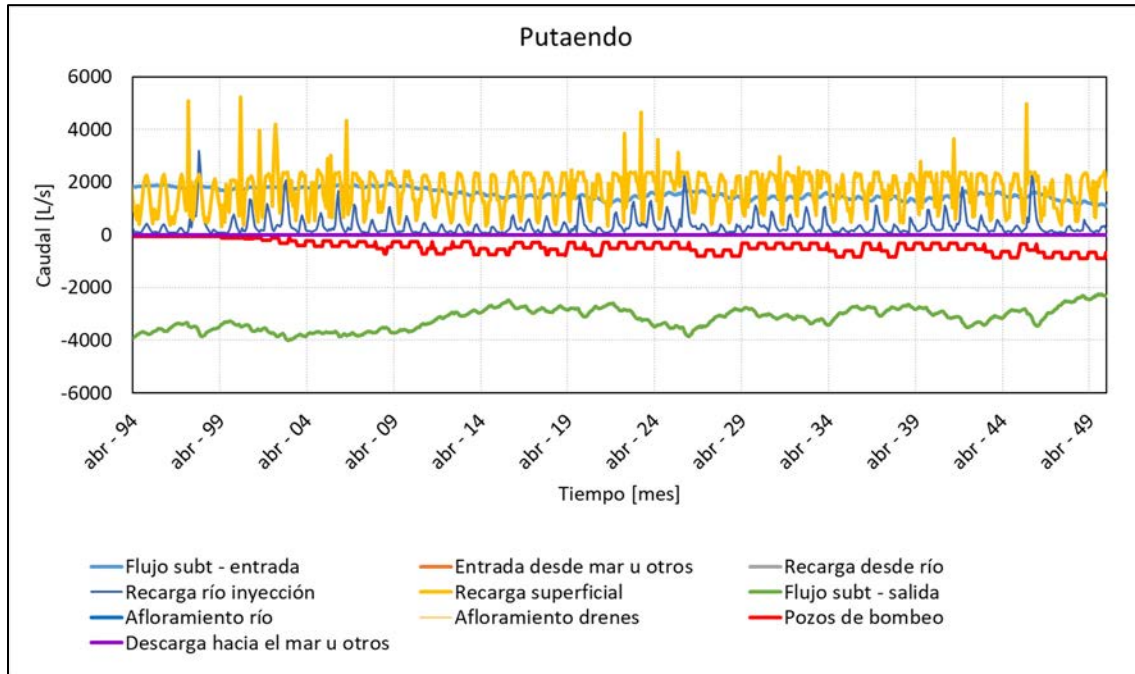
Un análisis de las componentes del balance hidrogeológico se presenta en la Figura 5.4-10, la Figura 5.4-11, la Figura 5.4-12, y la Figura 5.4-13 por SHAC´s para la zona media alta, mientras que en la Figura 5.4-14, la Figura 5.4-15, la Figura 5.4-16, y la Figura 5.4-17 se muestran los resultados por SHAC´s para la zona media baja.

Como se puede apreciar, para la zona media alta, San Felipe y Catemu son los SHAC que concentran el mayor bombeo, siendo este aún menor en comparación con la zona media baja, dado que el abastecimiento es de naturaleza más superficial. El aspecto más relevante es la relación entre los flujos entre acuíferos y los afloramientos.



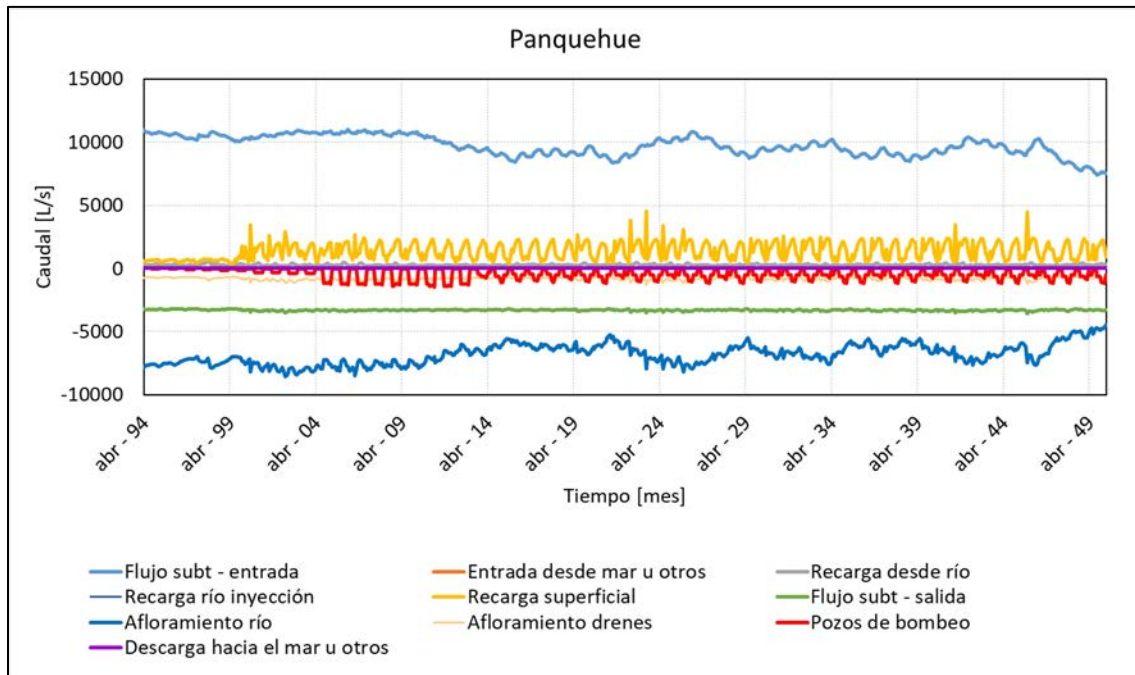
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-10 Variación de las componentes para el SHAC San Felipe, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2



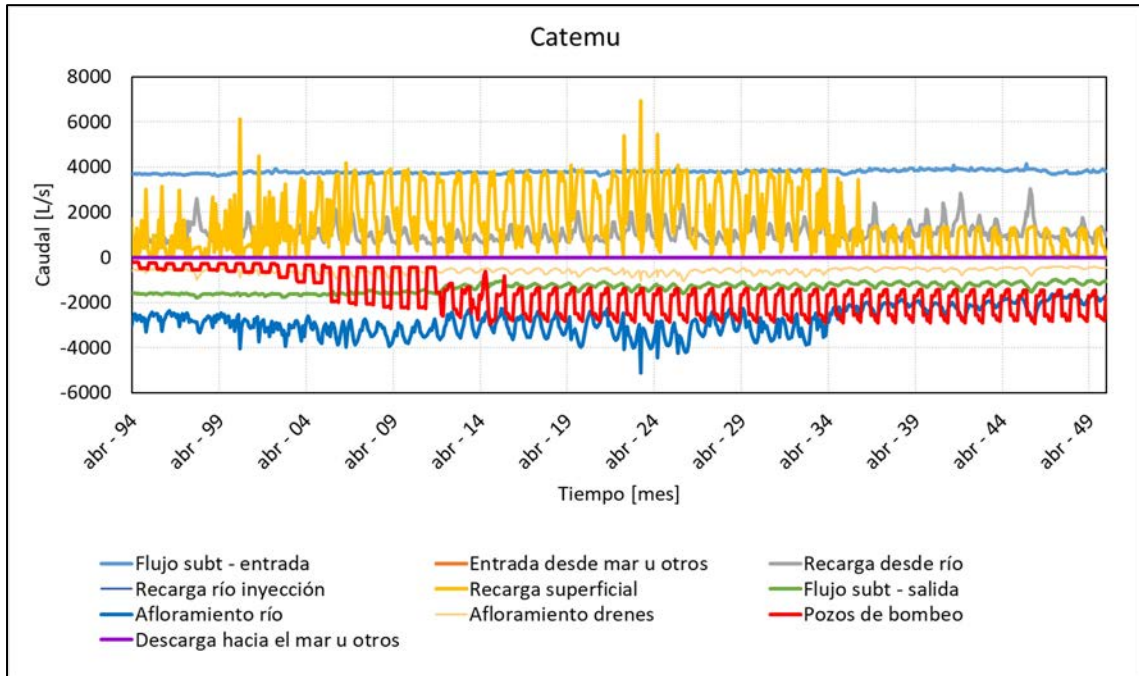
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-11 Variación de las componentes para el SHAC Putaendo, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2



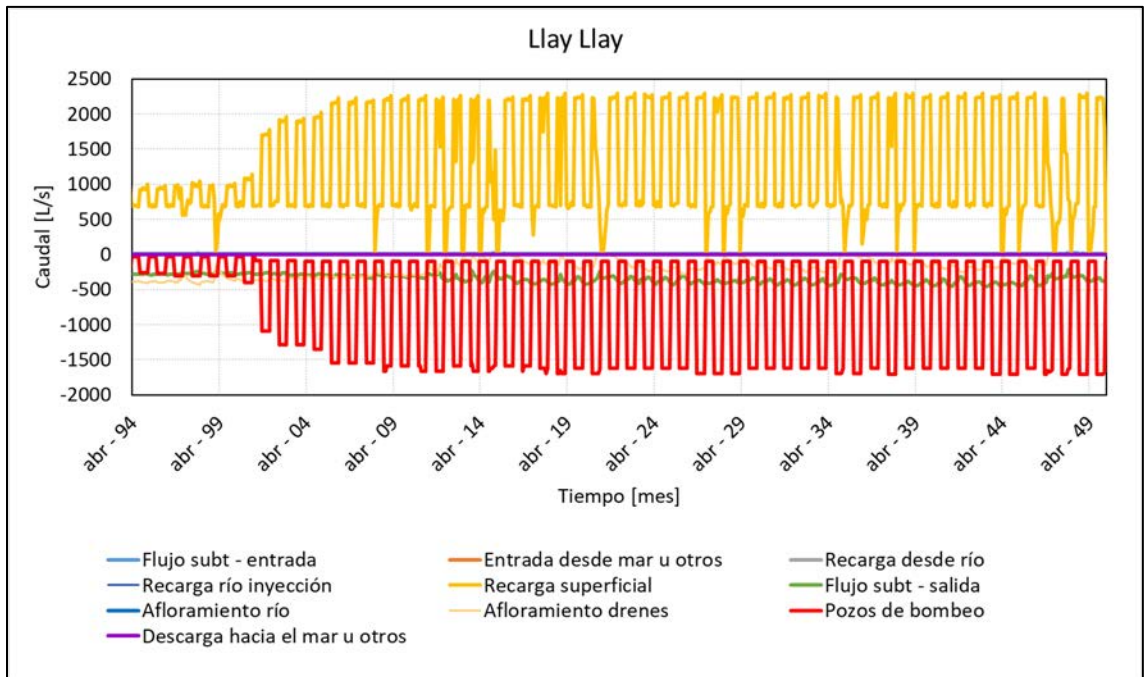
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-12 Variación de las componentes para el SHAC Panquehue, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2



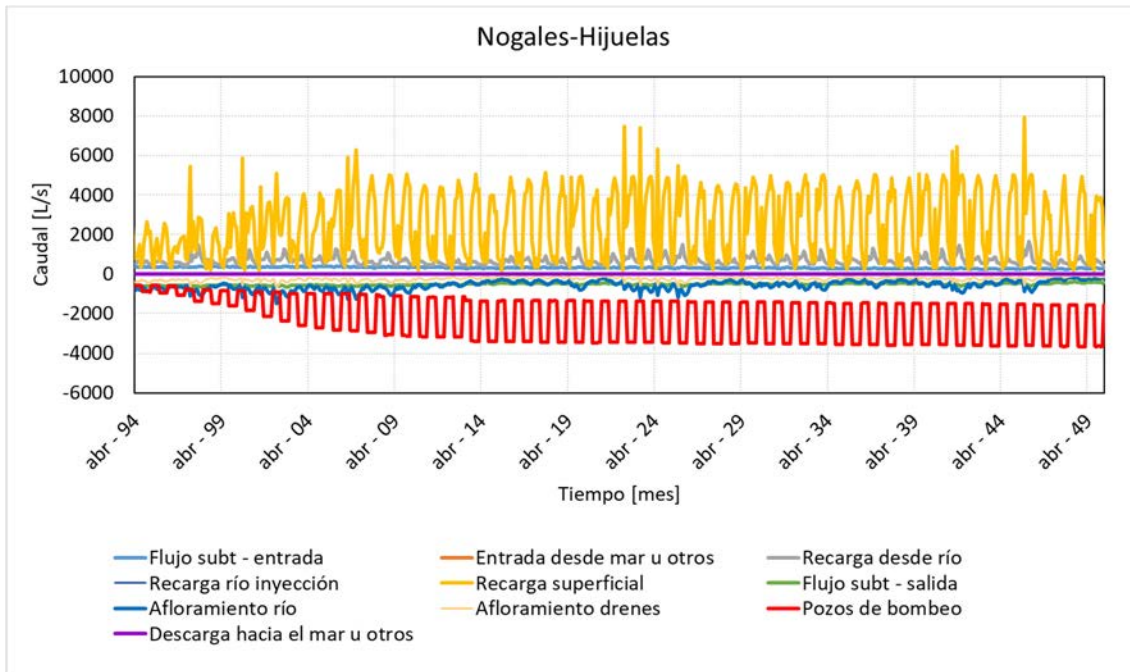
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-13 Variación de las componentes para el SHAC Catemu, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-alta. Escenario E2



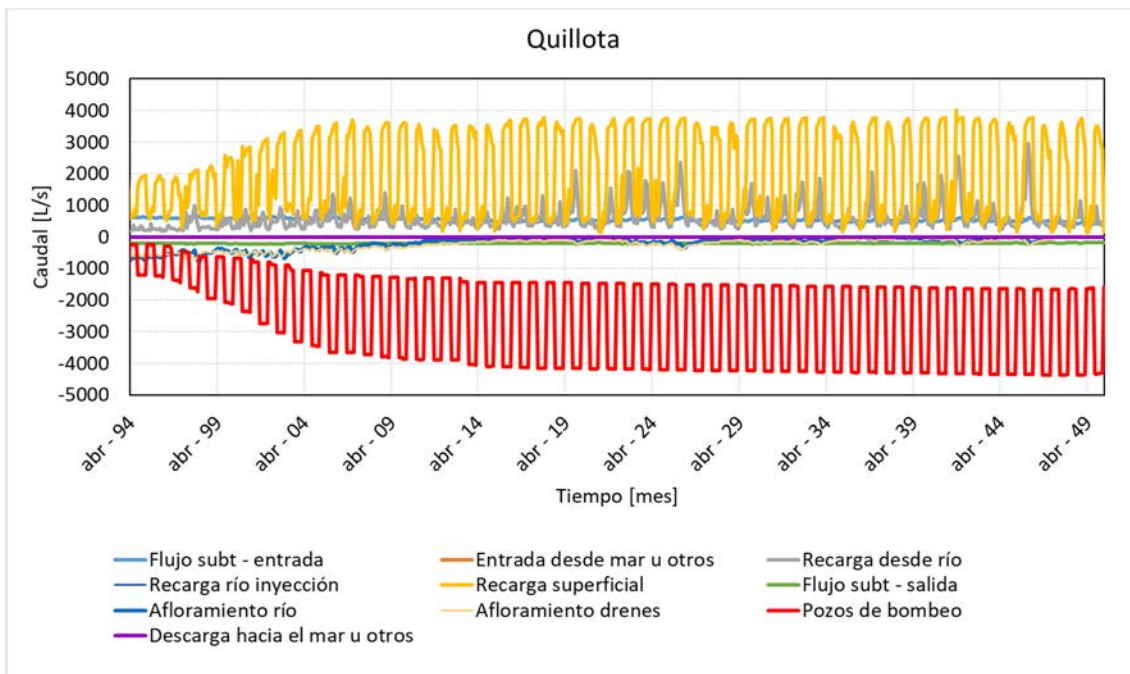
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-14 Variación de las componentes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2



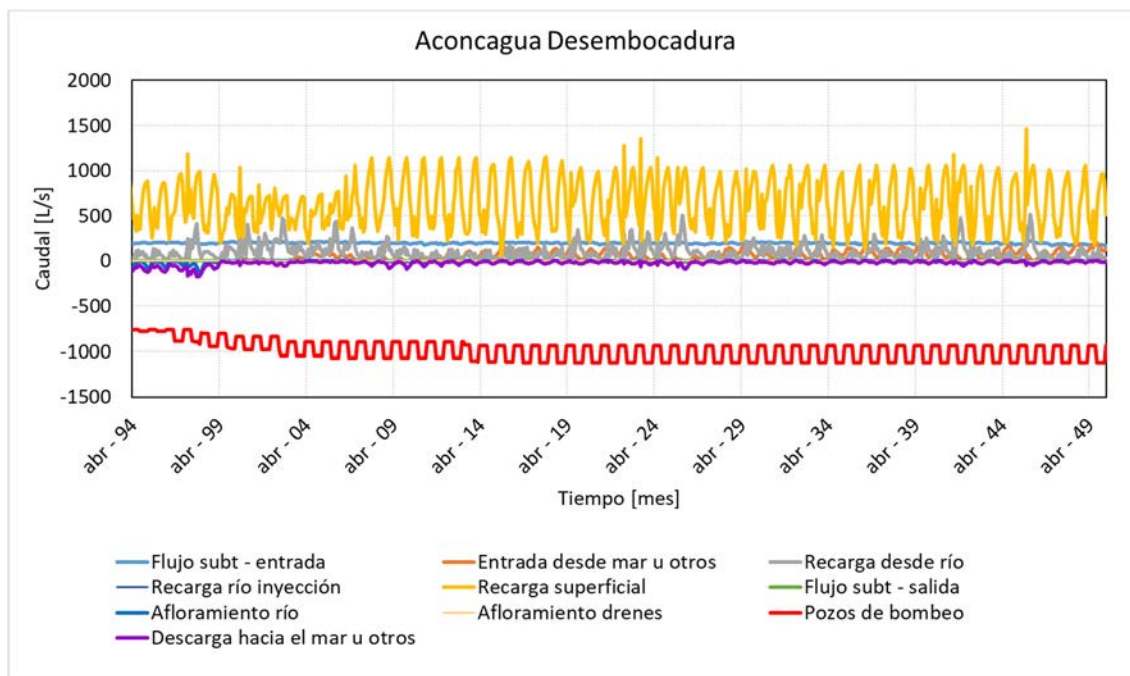
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-15 Variación de las componentes para el SHAC Nogales-Hijuelas, del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-16 Variación de las componentes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-17 Variación de las componentes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E2

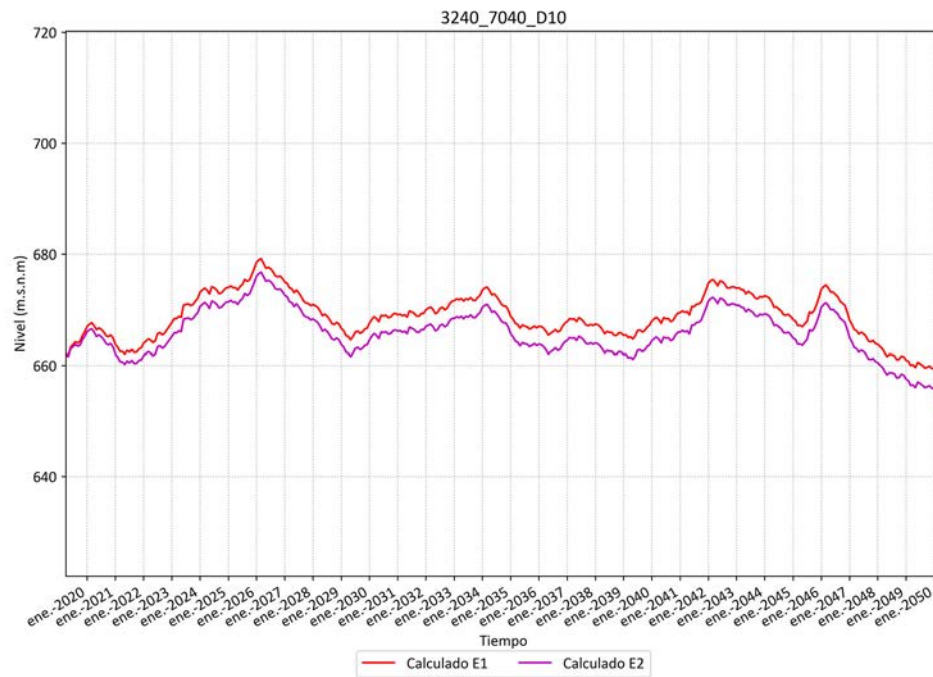
En el caso de la zona media baja, el bombeo experimenta un alza considerable, probablemente destinado a satisfacer la brecha superficial. En este sentido todas las componentes de los SHAC´s dan cuenta de un fuerte bombeo, el cual tiene una marcada componente estacional, al igual que en los bombeos de otros SHAC´s. Se debe recordar que la estacionalidad está impuesta desde el régimen de bombeo de la demanda de riego.

De modo de identificar las variaciones de niveles entre el presente escenario (E2) y el caso base (E1) se presenta la Figura 5.4-18 a la Figura 5.4-20. Cabe destacar que los pozos seleccionados para la comparación se encuentran dentro de un radio de 5 km. respecto de la batería de pozos implementada.

En la Figura 5.4-18 es posible notar que el escenario de gestión está bien implementado por cuanto los niveles de E2 para dicho pozo son menores que los obtenidos en la condición del caso base E1, diferencia del orden de 2 m. para todo el período de simulación.

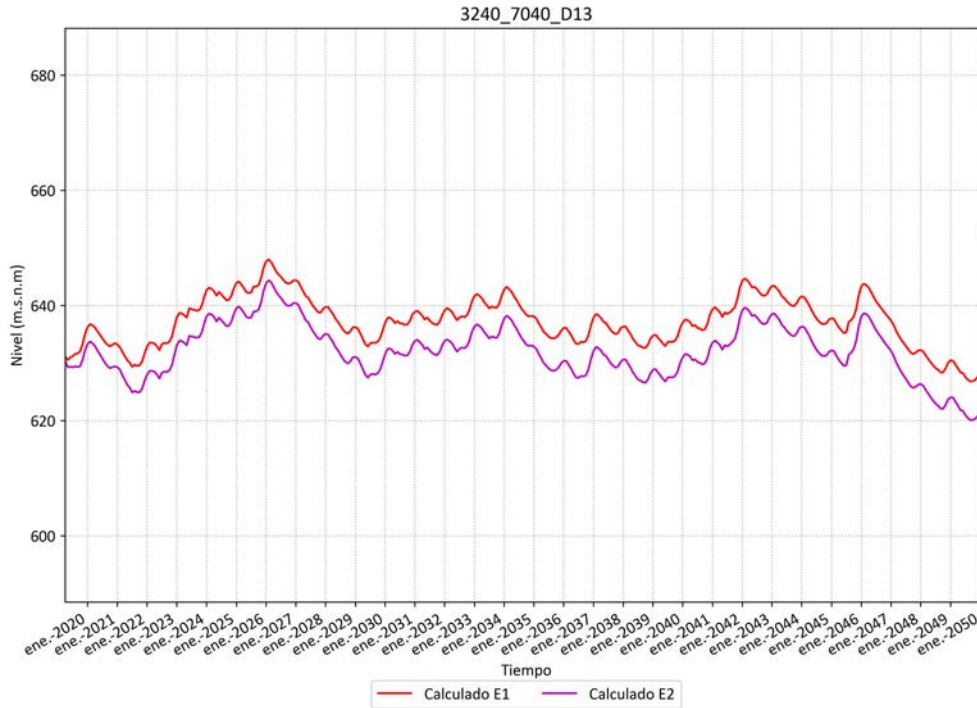
En el caso de la Figura 5.4-19, se presenta la comparación de niveles para el pozo SF-09 que está a 2,5 km. al nor-este de la batería implementada. Como se puede apreciar la diferencia de niveles es mayor que en el pozo SF-05, estimándose del orden de 4 m.

Finalmente, la Figura 5.4-20, muestra la variación de niveles para el pozo SF-10, 5 km. al oeste de la batería. Se puede apreciar que la diferencia entre los niveles del escenario E2 y E1 son de aproximadamente de 2 m.



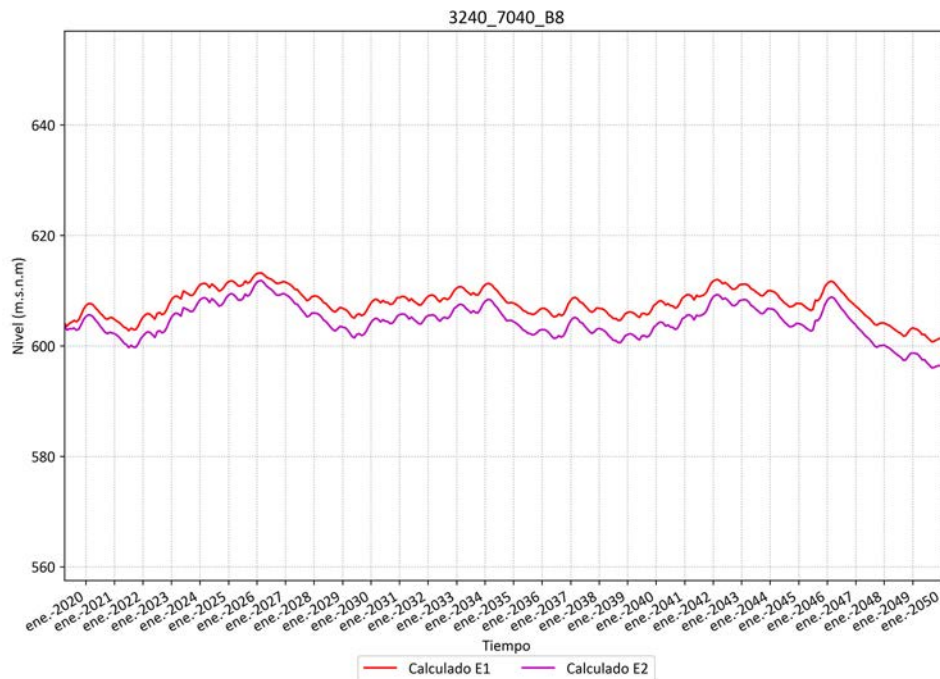
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-18 Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-05, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050



Fuente: Elaboración propia.

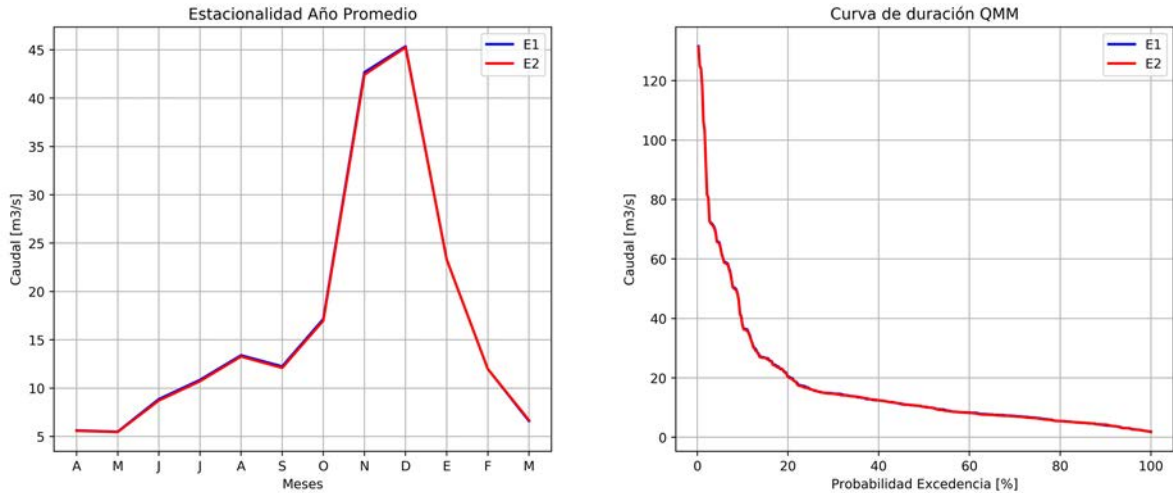
Figura 5.4-19 Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-09, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050



Fuente: Elaboración propia.

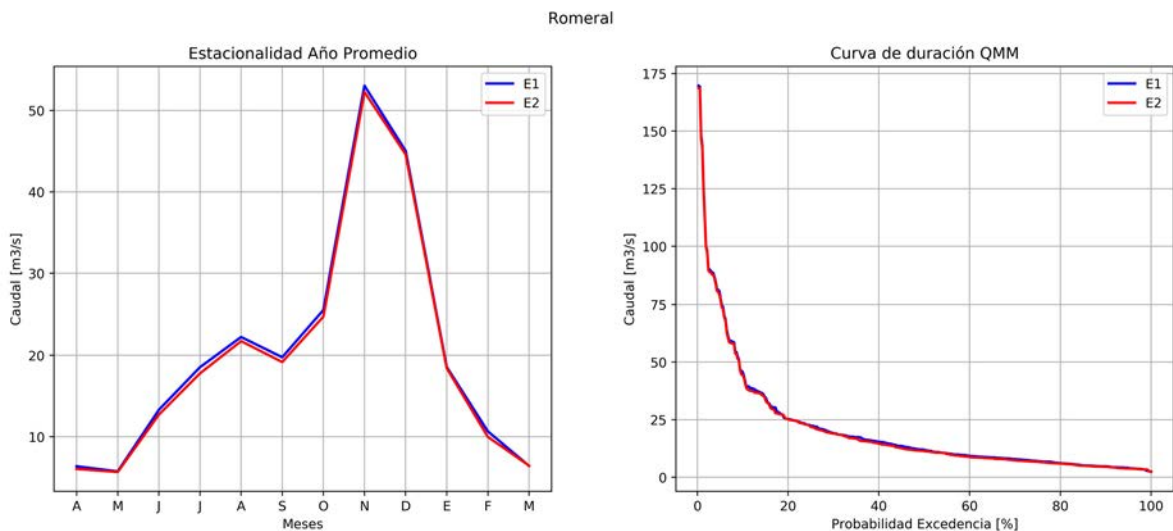
Figura 5.4-20 Comparación de niveles simulados (E2 v/s E1) en pozo SF-10, SHAC San Felipe. Periodo 2020-2050

Para analizar los cambios en la escorrentía, se presenta la Figura 5.4-21 y la Figura 5.4-22. Como se puede apreciar, el cambio en la escorrentía es mínimo respecto de la estación Aconcagua en San Felipe, pese a que con el escenario E2 se observan menores valores de caudal que en E1 en el período 2020-2050.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-21 Comparación de caudales simulados (E2 v/s E1) en río Aconcagua en San Felipe (m³/s). Período 2020-2050



Fuente: Elaboración propia.

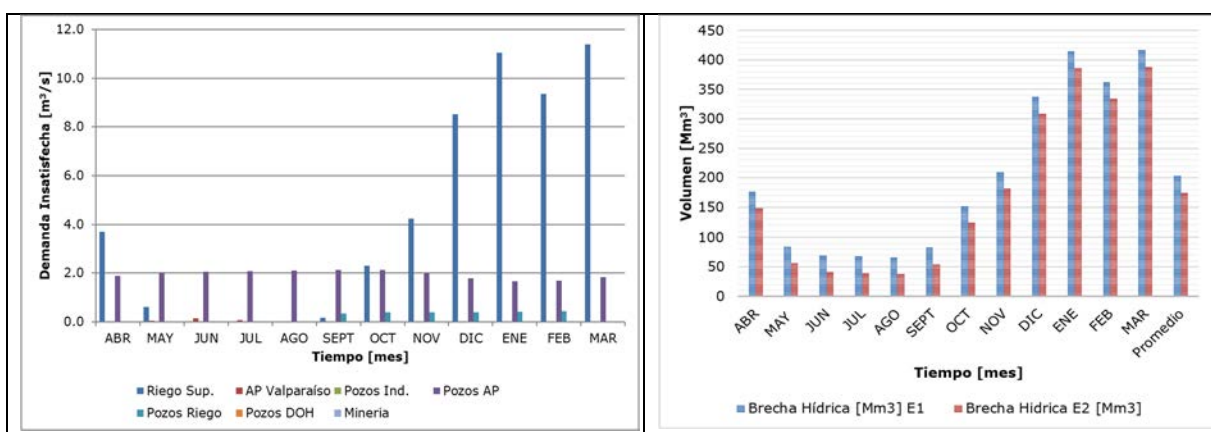
Figura 5.4-22 Comparación de caudales simulados (E2 v/s E1) en río Aconcagua en Romeral en (m³/s). Período 2020-2050

En el caso de la estación Aconcagua en Romeral, el efecto es más notorio, dado que se observa que la estacionalidad de E2 es sistemáticamente menor para todos los meses. Esto significa que, si bien la extracción del recurso se produce en San Felipe, el impacto en caudal se propaga hasta Aconcagua en Romeral.

Respecto de la Brecha Hídrica, y de acuerdo a las simulaciones actuales, esta se totaliza en 175,02 Mm³ como promedio para toda la cuenca en el período completo de simulación 1991-2050. El valor se obtiene del análisis de la serie de demanda no satisfecha desde WEAP, en el cual se separa la demanda no satisfecha por riego, agua potable y minería. Cabe destacar que la brecha es claramente liderada por el riego. La brecha se puede observar en la Figura 5.4-23.

En este caso, lo que se ha verificado es que la demanda no satisfecha para los 6 pozos implementados es nula. Esto no ha afectado la extracción de las otras baterías de pozos DOH. Cabe destacar que dicha extracción ha sido considerada en su factor de uso más desfavorable e igual a 1.

Como se aprecia, el gráfico del panel izquierdo es exactamente el asociado a la brecha del caso base, esto es correcto, puesto que dichos pozos no han sido unidos a alguna demanda específica, sino que se ha verificado su factibilidad de extracción, es decir, están sacando agua del sistema, pero de momento no están supliendo una demanda, esto dado que los recursos pueden ser de carácter multipropósito. Frente a esto, el volumen promedio de extracción ha sido entonces descontado a cada mes y por eso la brecha pasa de los 200 Mm³ de E1 a los 175,02 Mm³, porque se asume que dicha extracción se enfoca en reducir la brecha hídrica.



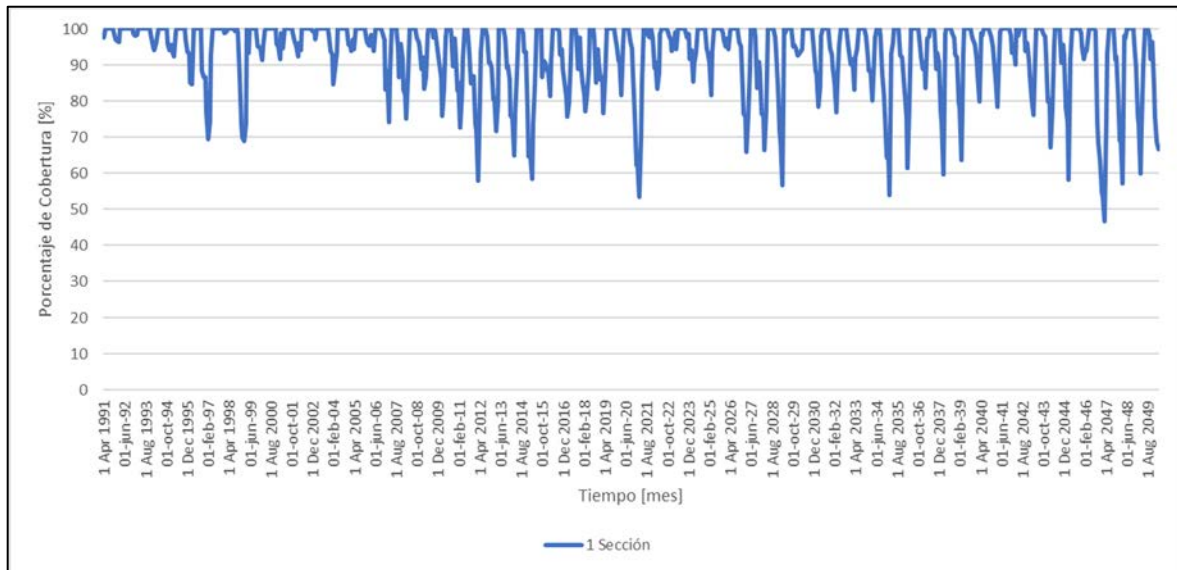
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-23 Brecha Hídrica media mensual en el periodo 1991-2050. Escenario E2. Izq: La Brecha en flujo por tipo de demanda. Der: Brecha Total más el valor medio de todo el período

Adicionalmente se ha exportado el resultado asociado al porcentaje de cobertura de la demanda, el que puede ser entendido como un índice de satisfacción mensual. Habiendo explorado la composición de los sectores de riego del modelo MOS, fue posible construir un porcentaje de cobertura promedio para las 3 Juntas de Vigilancia legales del río Aconcagua. El detalle de la cobertura para cada sección de riego se presenta la Figura 5.4-24, la Figura 5.4-25, y la Figura 5.4-26.

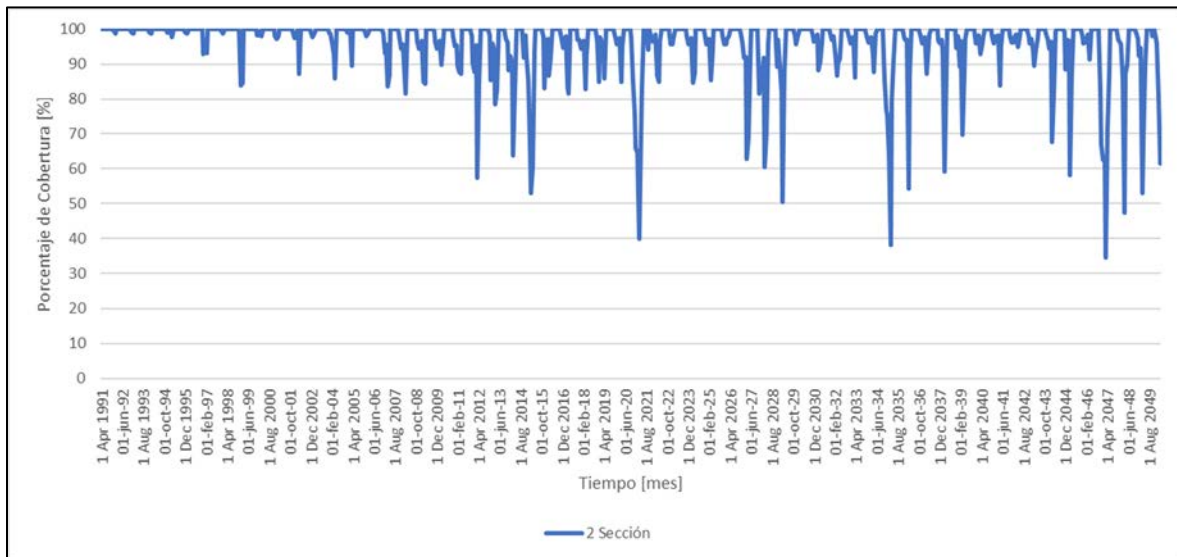
Como se puede observar se preserva la relación de una menor cobertura en el tiempo y como esta se acrecienta conforme se avanza en las secciones, desde aguas arriba hacia

aguas abajo. Se debe tener en cuenta el aspecto anterior que la extracción de los pozos no ha sido conectada a una demanda de riego, por lo que es correcto se preserven valores de coberturas cercanas al caso base.



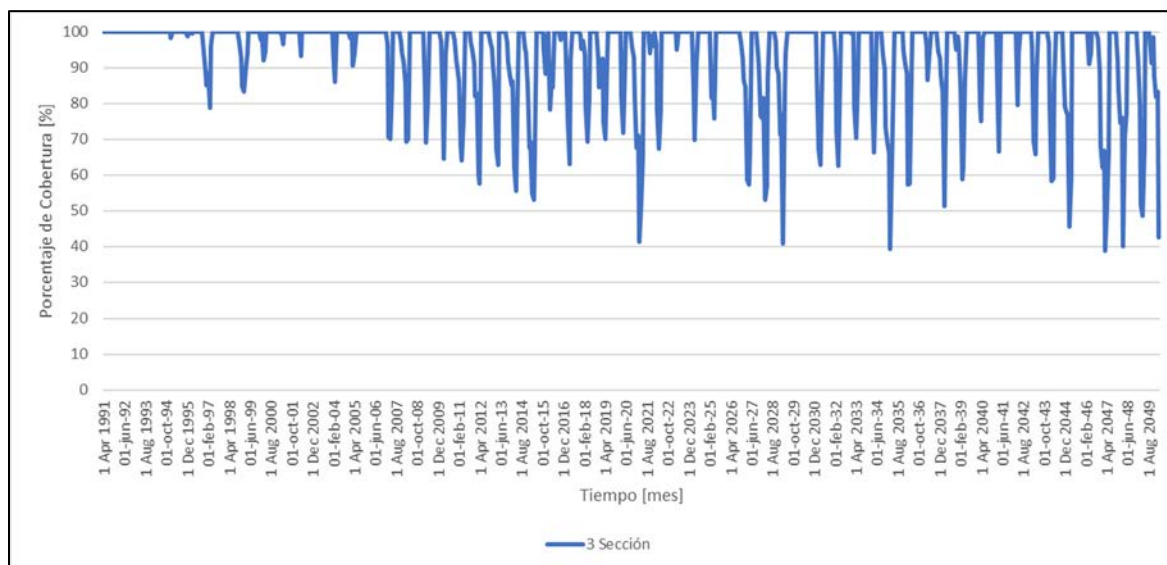
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-24 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 1° Sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-25 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 2° sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-26 Porcentaje de cobertura media mensual en el periodo 1991-2050 para la 3° sección de riego del valle del Aconcagua. Escenario E2

5.4.2 Escenario 3

La iniciativa a implementar corresponde también a una colaboración entre el Departamento de Proyectos de Riego (DPR) de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH-DPR) y la Dirección General de Aguas en adición con las propuestas técnicas de actores, en este caso la Junta de Vigilancia de la tercera sección del Aconcagua. El DPR de la DOH está llevando a cabo iniciativas de instalación de plantas de recarga artificial de acuíferos para diversos fines, entre los cuales pueden destacar: recargar la napa, aminorar los descensos y caídas de volumen de los acuíferos y analizar la factibilidad de constituir oferta hídrica para actividades productivas o de abastecimiento de agua potable si es el caso.

En esta línea, la empresa Gestionare, elaboró también una propuesta de alternativas de recarga artificial de acuífero, la que no puede ser implementada de la misma manera que ha sido concebida por dicho consultor. El consultor propone la creación de pretilos "fungibles" o "fusibles" si se les quiere llamar así, destinados a capturar el agua en el lecho del río, de tal manera de favorecer la recarga invernal y retirar esos recursos en la temporada de riego a través de los procesos de recarga en el mismo cauce.

La iniciativa se entiende perfectamente, pero para poder ser implementada, se hubiese requerido un detalle topográfico de cada pretil, aspecto que no se ha podido gestionar en el tiempo de este trabajo. Alternativamente, se ha extraído el caudal destinado a infiltrar como promedio anual y provocar una recarga simplificada en los SHAC's donde se ubicarán las plantas de recarga. Cabe destacar que, si bien se respeta la estimación de la tasa de infiltración, la infiltración en una piscina puede diferir significativamente de la del lecho de un río.

En el caso del DPR de la DOH ha compartido información de sitios de recarga específicos con sus respectivos caudales de funcionamiento. El detalle de los sitios de recarga considerados se presenta en la Tabla 5.4-2.

Tabla 5.4-2 Sitios de Recarga considerados en E3

Sector	Nombre Obra	Tipo Obra	Caudal de inyección (l/s)	Operación	Fuente suministro	Fuente info.
Quillota	P.R La Cruz	Piscina Infiltración	5	Todo el año	Río Aconcagua	DOH-Aluvial
Llay-Llay	P.R Llay-Llay	Piscina Infiltración	9,97	Todo el año	Río Aconcagua (antes de EF Ac. En Romeral)	DOH-Aluvial
Hijuelas	P.R Hijuelas	Pretil Fungible o Fusible	171,23	Mayo-Septiembre	Río Aconcagua	Gestionare

Fuente: Elaboración propia.

En el trabajo efectuado por Aluvial (2020), se ha efectuado un análisis depurado de la recarga, tomando el modelo hidrogeológico de WSP (2019), refinándolo, y a una resolución temporal y espacial menor que el actual modelo acoplado. Estos ajustes permiten en efecto estudiar la evolución de la recarga, la cual toma cerca de una semana infiltrarse, a una tasa variable, permitiendo el estudio de la zona no-saturada.

Todos esos procesos se pierden en el modelo actual, el cual, primero tiene una grilla de 200 x 200 metros, por lo que el área recargada a lo sumo podría llegar a representar de 3 a 5 celdas por planta y, por ende, para detectar cualquier cambio o mejora sólo se puede recurrir al balance hidrogeológico, y más particularmente, en el balance del SHAC de Nogales-Hijuelas, dado el alto caudal de infiltración que Gestionare propone infiltrar.

En el caso de las plantas de recarga de la DOH, el caudal equivalente a nivel promedio anual resultar ser entre 5 y 10 l/s, lo que resulta imperceptible para los niveles simulados de este modelo a esta resolución espacial y a este paso de tiempo (mensual).

Es por este motivo, que el análisis de esta iniciativa resulta ser más simplificado, porque cuesta "aislar" los efectos del proceso de recarga y estos mismos efectos no son claramente apreciables de los gráficos de cambio de volumen y de componentes.

Otro aspecto adicional a destacar es que si bien Gestionare presentó también una iniciativa de recarga en Quillota, se consideró que la iniciativa de la DOH es próxima a la zona proyectada por Gestionare y por ende la recarga considerada es representativa de ambas iniciativas.

En este sentido, este escenario también ha permitido analizar la profundidad de los escenarios que se pueden implementar y ha permitido también generar un proceso de aprendizaje en la modelación.

La ubicación aproximada de las plantas de recarga se presenta en la Figura 5.4-27.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-27 Plantas de Recarga de Acuíferos. Escenario E3. Sup: Planta Recarga La Cruz (Quillota). Med: Planta Recarga Llay-Llay (Llay-Llay). Inf: Planta Recarga Hijuelas (Hijuelas)

El balance hidrogeológico obtenido se presenta en la Tabla 5.4-3.

Tabla 5.4-3 Escenario Gestión 3 (E3), Balance Hídrico Subterráneo 2020-2050

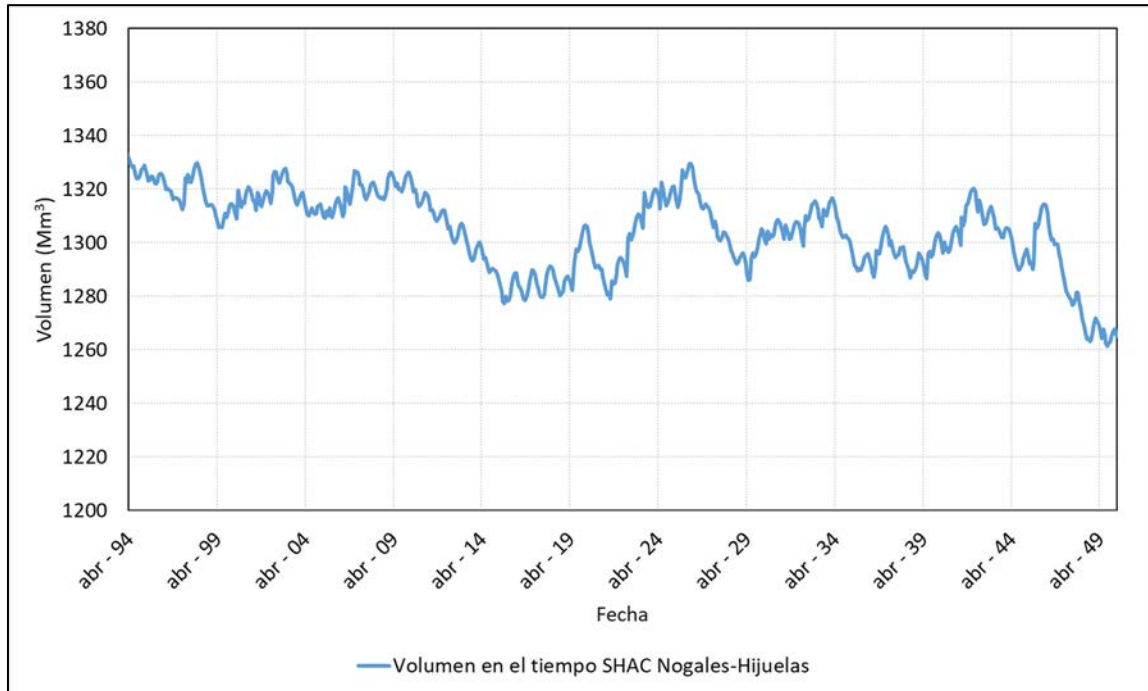
Entradas (l/s)	SF	PND	PQH	CAT	LLY	NHJ	QUI	ACD	LIM	TOT
Flujo interacuifero	3.231	1.638	9.904	3.697	9	274	511	198	0	
Recarga desde río	2.439	356	267	1.163	0	690	701	107	0	5.724
Recarga superficial	10.484	1.785	1.527	1.482	1.366	2.832	2.090	656	1.484	23.706
Total	16.154	3.780	11.698	6.343	1.375	3.796	3.303	962	1.484	29.430
Salidas (l/s)										
Flujo interacuifero	11.512	3.230	3.316	309	381	512	202	0	0	
Afloramiento río	657	0	7.032	2.670	0	538	96	1	0	10.994
Afloramiento drenes	57	0	856	1.362	130	250	138	0	273	3.066
Pozos de bombeo	3.978	555	498	2.113	876	2.518	2.924	1.029	1.099	15.588
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0	0	0	0	0	-64	127	63
Total	16.203	3.785	11.701	6.455	1.387	3.818	3.360	967	1.499	29.712
Variación de Almacenamiento (l/s)	-49	-6	-4	-112	-12	-22	-57	-5	-15	-281
Error de Balance (l/s)	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,009
Error de Balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

SF: San Felipe, PND: Putaendo, PQG: Panquehue, CAT: Catemu, LLY: Llay-LLay, NHJ: Nogales-Hijuelas, QUI: Quillota, ACD: Ac. En Desemb., LIM: Limache.

Fuente: Elaboración propia.

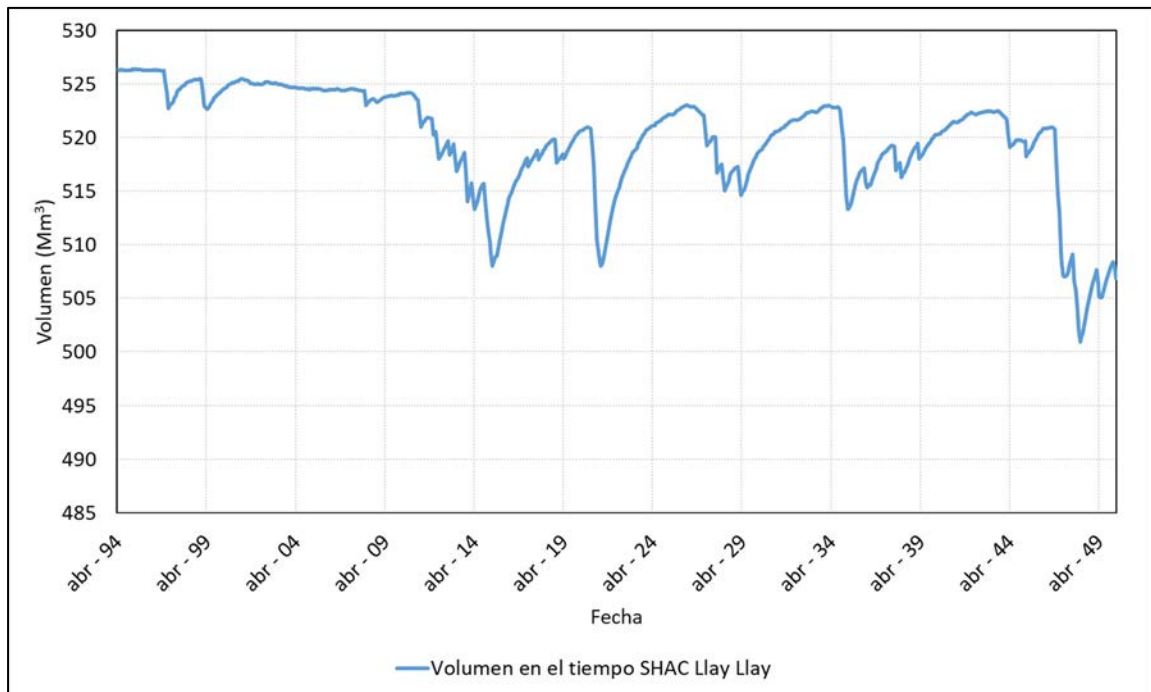
Como se puede recordar, el desembalse del escenario E1 era de 300 l/s, y en este caso, es de 281 l/s, por lo que el acuífero se desembalsa menos, lo que es coherente respecto de que se está recargando el acuífero. Así también, se aprecia el aumento del afloramiento, puesto que no toda la recarga superficial almacena en el sistema.

El dren Las Vegas está conduciendo 783 l/s. Los volúmenes de los acuíferos de los SHAC´s en donde están ubicadas las plantas se pueden apreciar en la Figura 5.4-28, la Figura 5.4-29, la Figura 5.4-30 y la Figura 5.4-31.



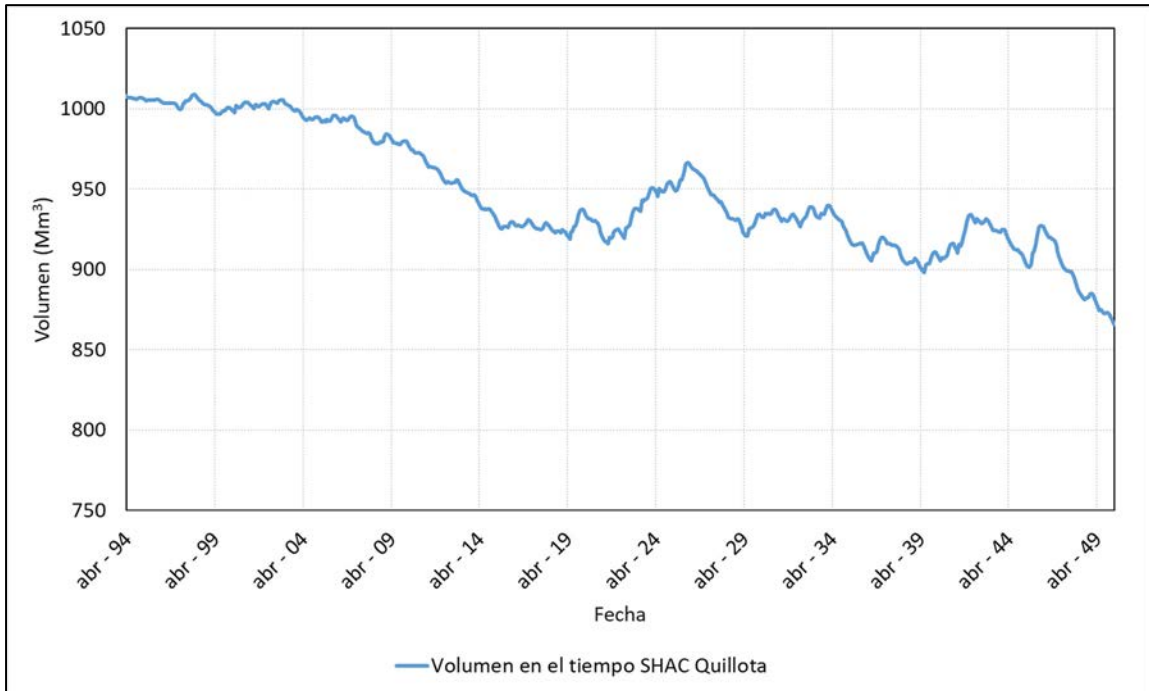
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-28 Variación de los Volúmenes para el SHAC Nogales Hijuelas, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3



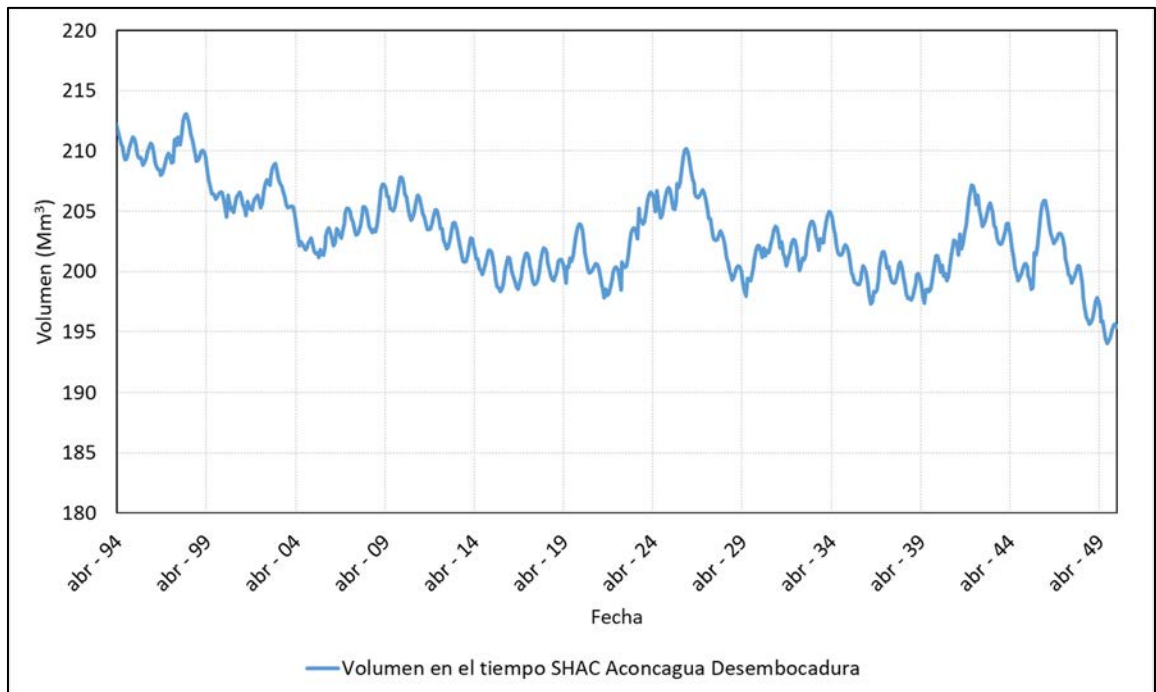
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-29 Variación de los Volúmenes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-30 Variación de los Volúmenes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-31 Variación de los Volúmenes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1994-2050. Escenario E3

Tal como se puede apreciar de la figura anterior, la recarga artificial efectuada no es suficiente en ningún caso para revertir las tendencias al descenso de volúmenes en los SHAC´s involucrados ni tampoco se aprecia un cambio en la tendencia del SHAC de desembocadura. Finalmente, la Tabla 5.4-4, presenta las diferencias entre los flujos del escenario E3 y E1.

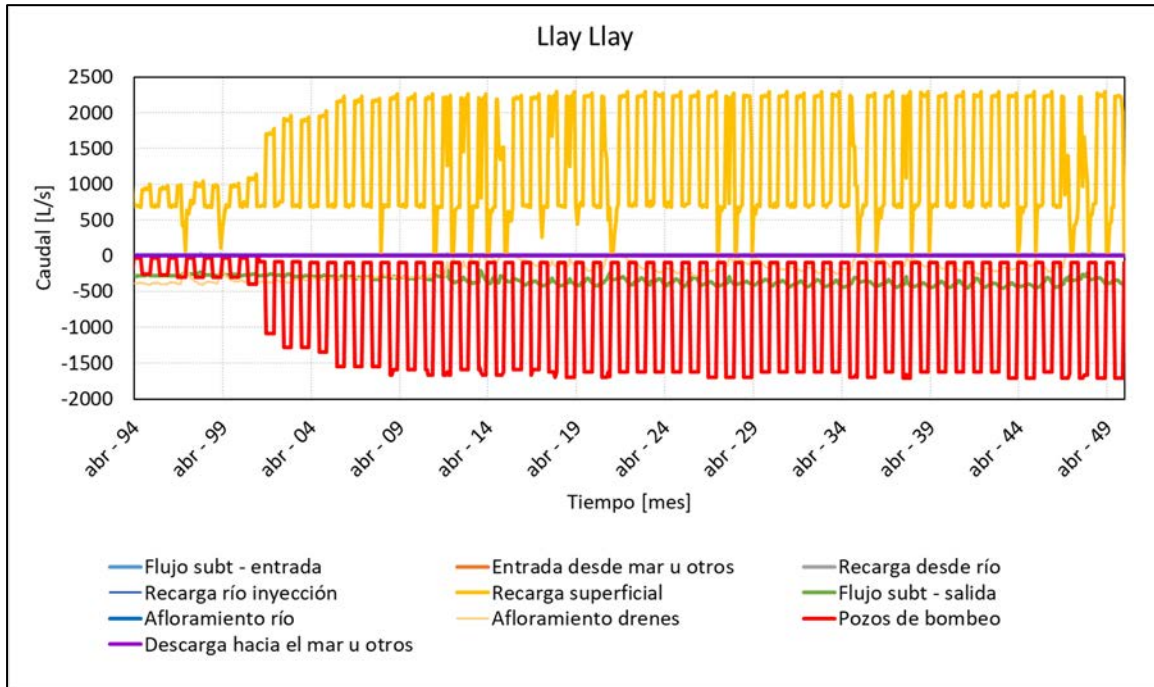
Tabla 5.4-4 Variación de flujos en los SHAC´s (E3-E1) asociados a las plantas de recarga de acuífero. Periodo 2020-2050

Entradas (l/s)	Llay Llay	Nogales-Hijuelas	Quillota
Flujo interacuífero	0	-3	6
Entrada desde mar u otros	0	0	0
Recarga desde río	0	-9	-4
Recarga superficial	2	80	2
Total Recarga	2	69	5
Salidas (l/s)	Llay Llay	Nogales-Hijuelas	Quillota
Flujo interacuífero	1	6	0
Afloramiento río	0	24	3
Afloramiento drenes	0	27	3
Evapotranspiración	0	0	0
Pozos de bombeo	1	1	0
Descarga hacia el mar u otros	0	0	0
Total Salidas	2	58	5
Variación de Almacenamiento (l/s)	1	11	-1
Error de Balance (l/s)	0	0	0
Error de Balance (%)	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

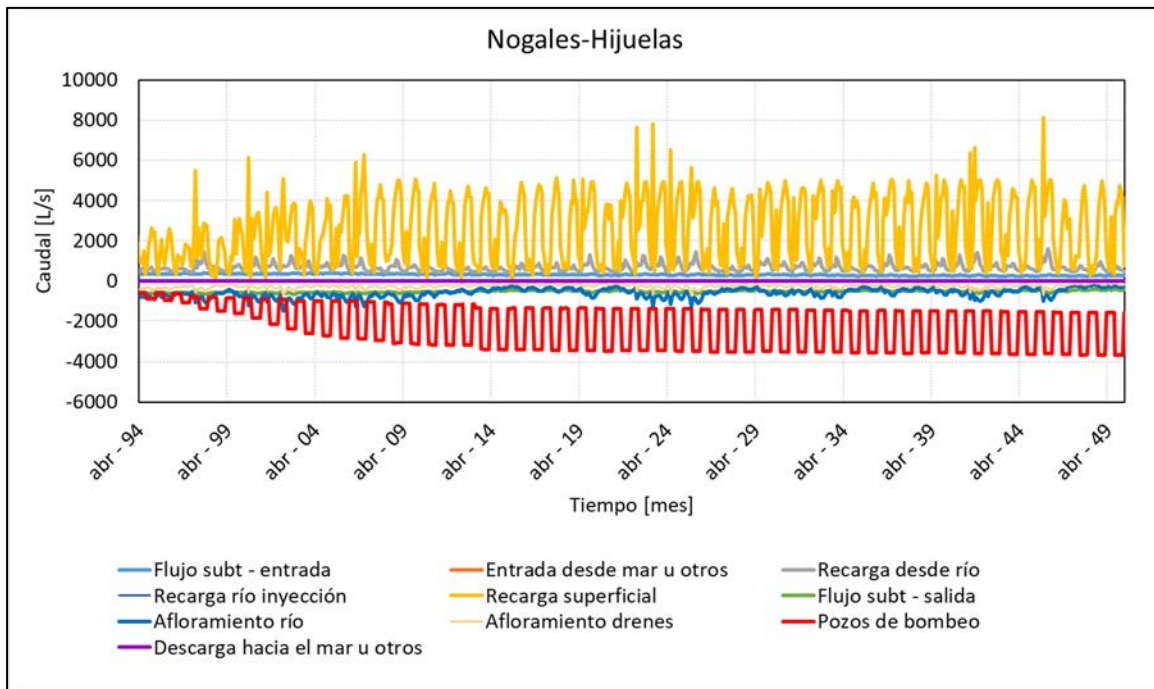
Como se puede apreciar, en los SHACs de emplazamiento de las plantas existe un aumento de la recarga superficial lo que se traduce también en un leve aumento en los almacenamientos de los SHACs de Llay-Llay (1 l/s) y Nogales-Hijuelas (11 l/s), es decir, se desembalsa a una menor tasa.

Un análisis de las componentes del balance hidrogeológico para los SHACs de la zona media-baja se presenta en la Figura 5.4-32, la Figura 5.4-33, la Figura 5.4-34, y la Figura 5.4-35.



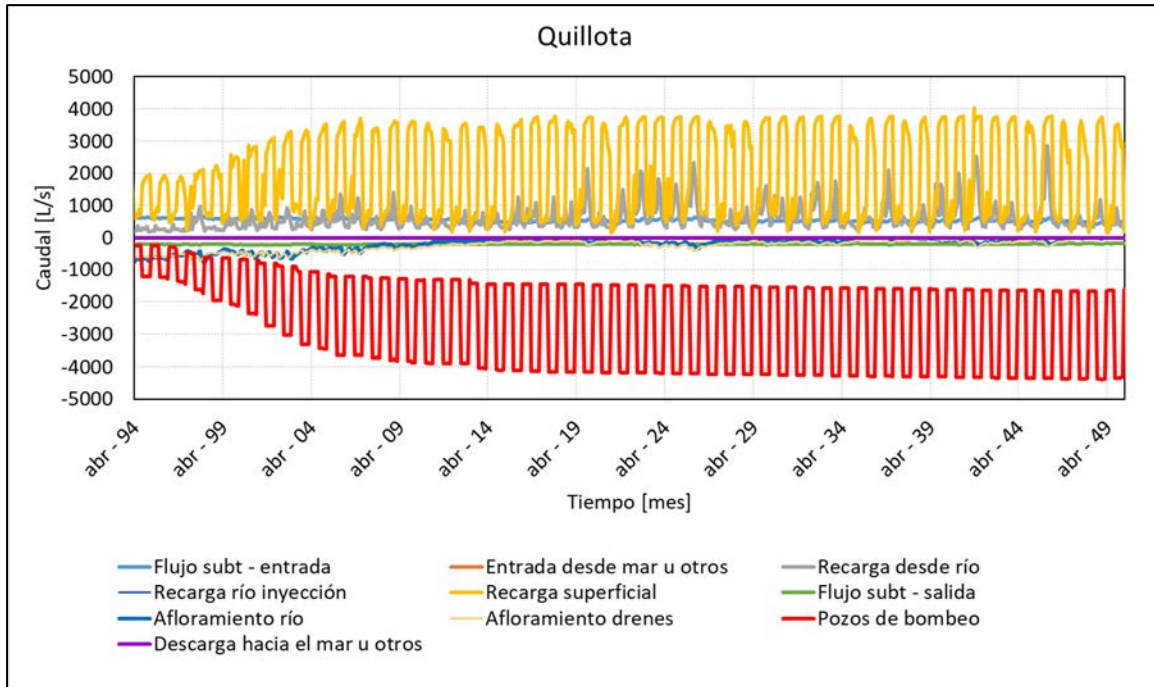
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-32 Variación de las componentes para el SHAC Llay Llay, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3



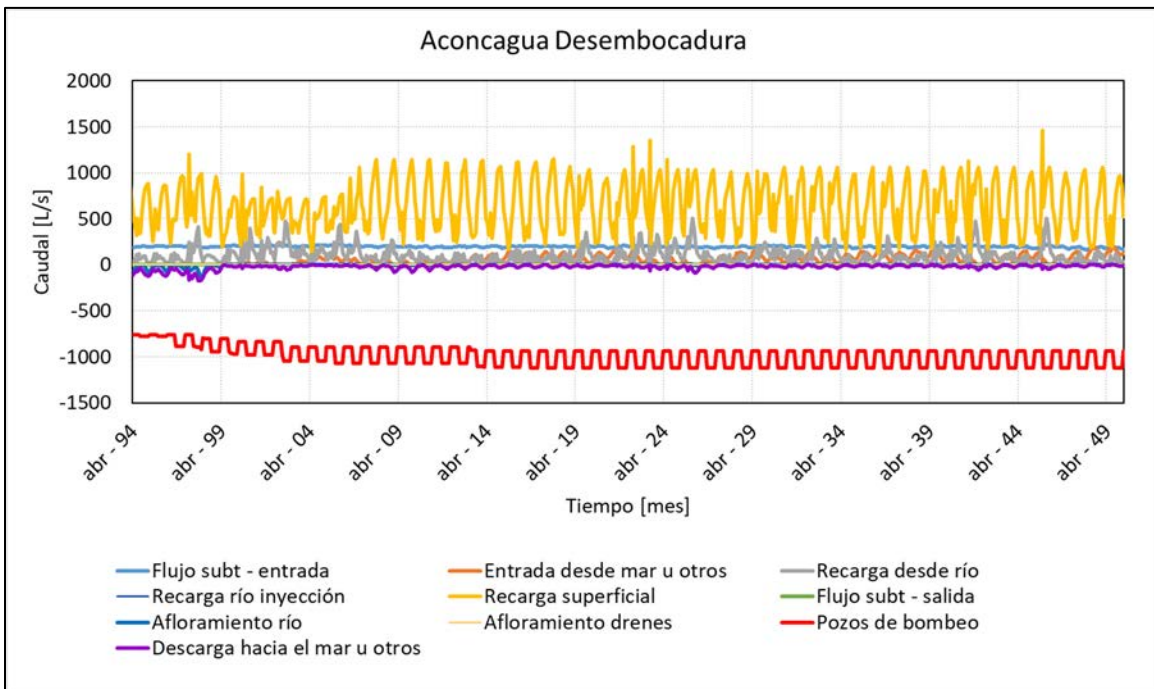
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-33 Variación de las componentes para el SHAC Nogales-Hijuelas, del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-34 Variación de las componentes para el SHAC Quillota, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3



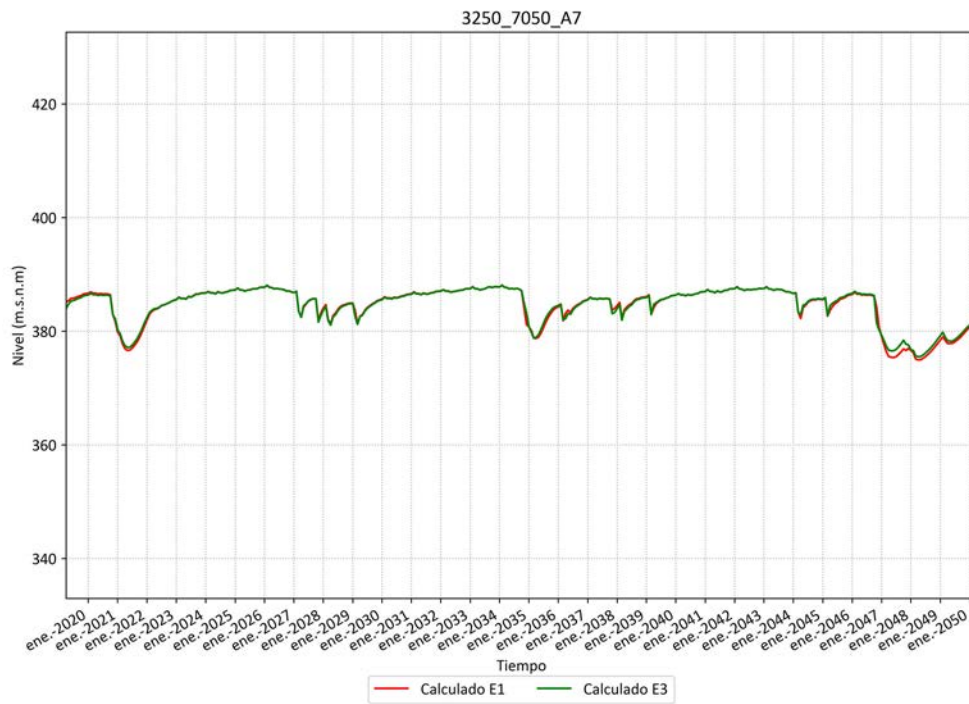
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-35 Variación de las componentes para el SHAC Aconcagua Desembocadura, cuenca del río Aconcagua, 1991-2050. Zona media-baja. Escenario E3

Como se puede apreciar, es muy complejo visualizar un cambio de las tendencias de los descensos que ya se experimentaban, por lo que debe primar en general el análisis a través del balance hídrico.

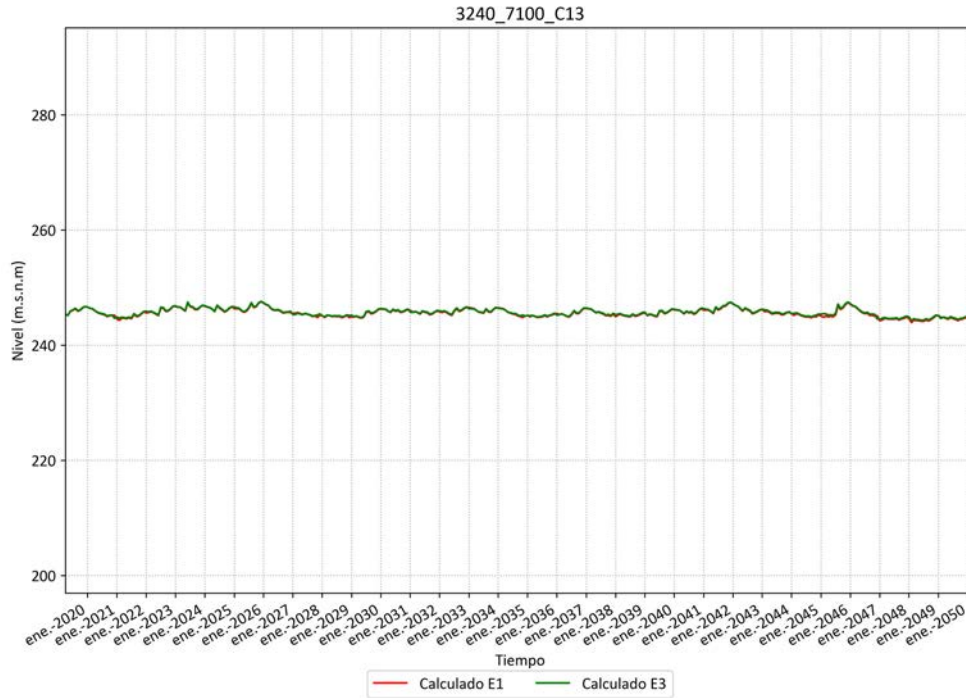
Adicionalmente, la Figura 5.4-36 a la Figura 5.4-38 muestran la comparación de niveles entre los escenarios E1 y E3 para pozos representativos de los SHAC´s donde se implementó la recarga.

Las figuras muestran que para el escenario E3 se tienen niveles ligeramente mayores a los obtenidos en E1, lo que se condice con el bajo caudal de recarga y con que es más conveniente analizar el escenario desde el punto de vista de los balances hídricos.



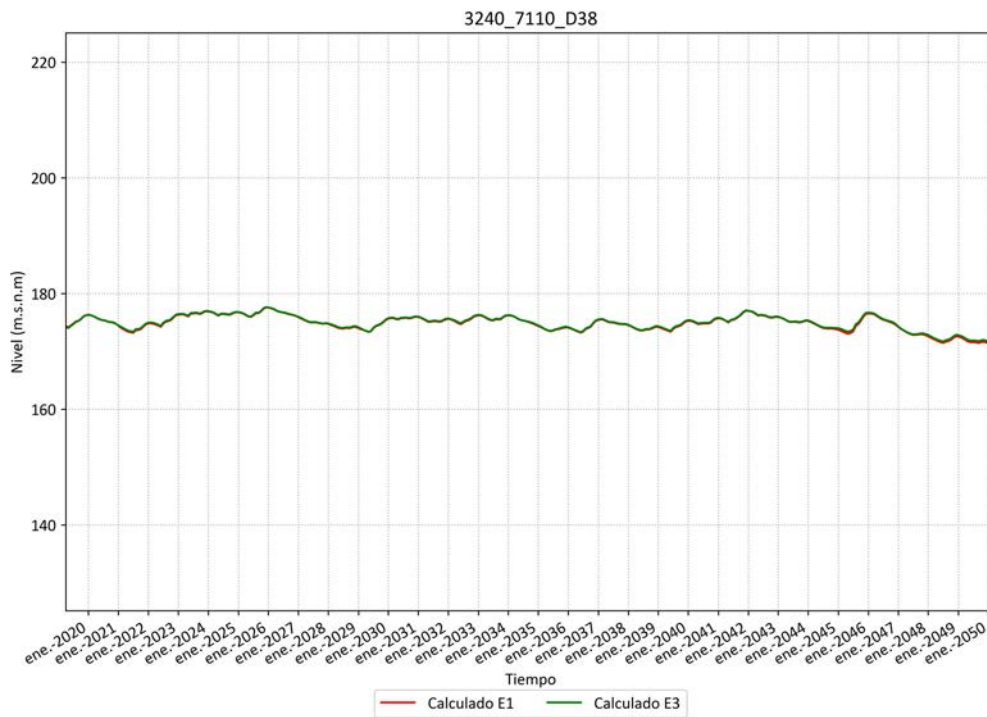
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-36 Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo LL-01, SHAC Llay-Llay. Periodo 2020-2050



Fuente: Elaboración propia.

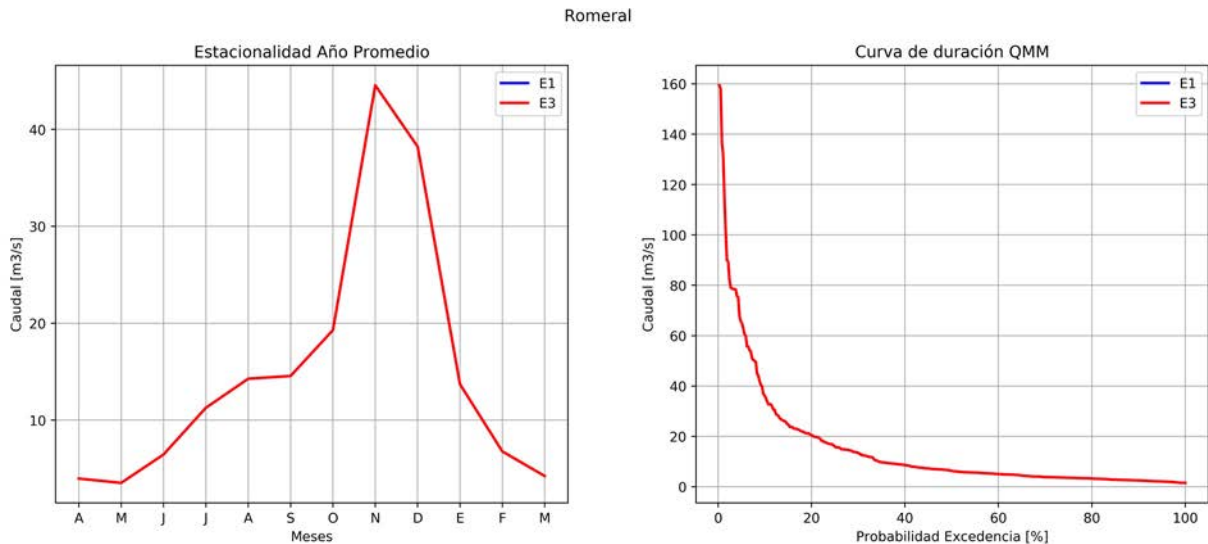
Figura 5.4-37 Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo NH-07, SHAC Nogales-Hijuelas. Periodo 2020-2050



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-38 Comparación de niveles simulados (E3 v/s E1) en pozo QA-04, SHAC Quillota. Periodo 2020-2050

Se debe tener cuenta que las plantas están localizadas aguas abajo de las estaciones de control fluviométricas disponibles. No obstante, se grafica la variación de caudal en Aconcagua en Romeral, estación más cercana a la planta de Llay-Llay (Figura 5.4-39), donde se coteja que no hay un impacto apreciable.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.4-39 Comparación de caudales simulados (E3 v/s E1) en río Aconcagua en Romeral. Periodo 2020-2050

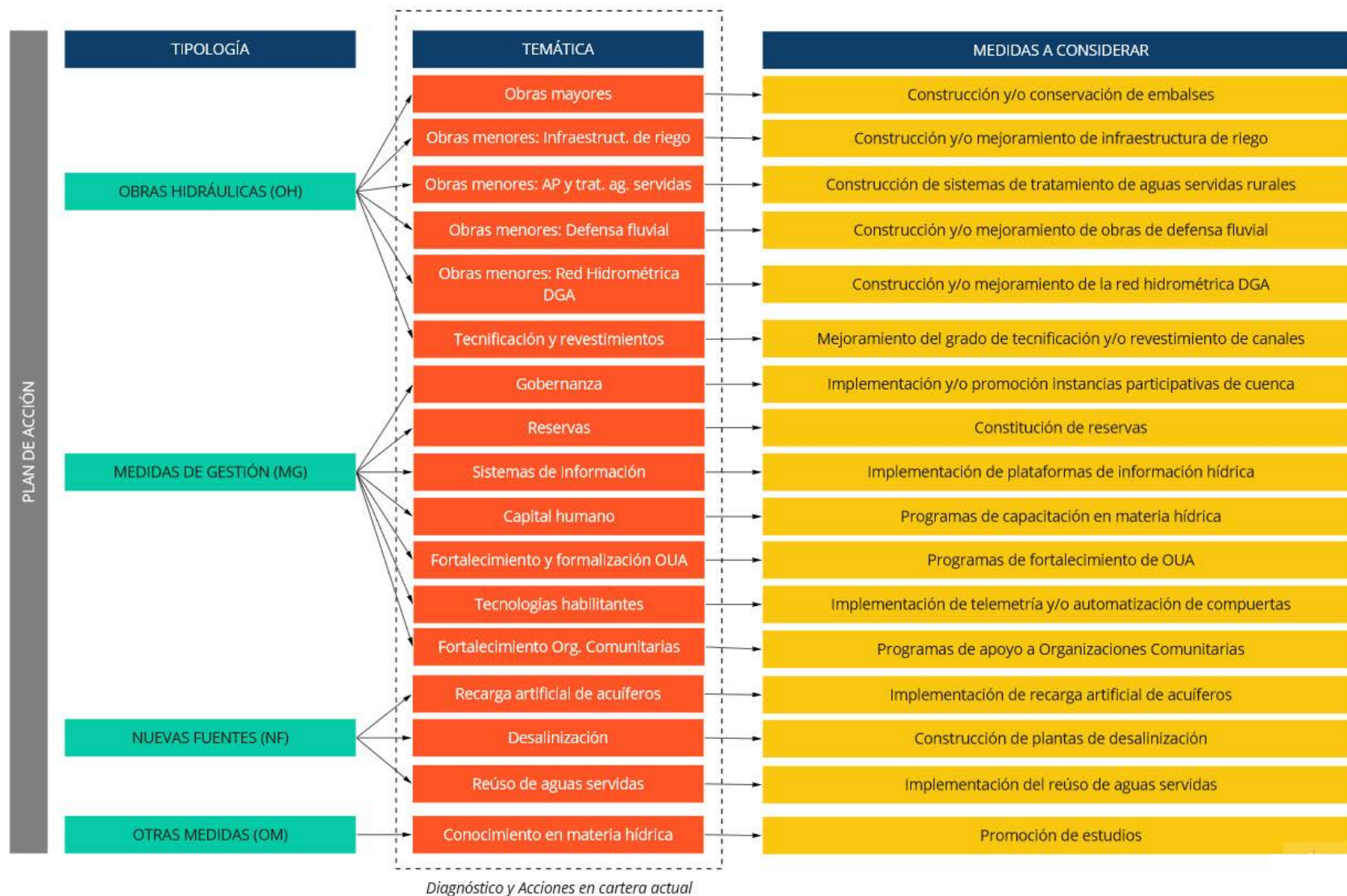
Respecto de la Brecha Hídrica, y de acuerdo a las simulaciones actuales, se recomienda mantener la brecha hídrica de 200 Mm³ del escenario caso base, dado que las diferencias resultan ser marginales, puesto que el caudal infiltrado es muy bajo. Sólo la planta que recarga el sector de Nogales-Hijuelas provoca un aumento de la recarga neta de 69 l/s, lo que sumado a Quillota y Llay-Llay, totaliza una recarga adicional de 76 l/s como promedio del período 2020-2050. Esto permite agregar recursos por 2,4 Mm³, de ahí que la brecha a lo más puede disminuir a 197,6 Mm³.

Lo mismo ocurre con la cobertura de la demanda, se recomienda en ese sentido planificar según la brecha del escenario caso base (E1).

CAPÍTULO 6 ACCIONES

En este capítulo se identifican las iniciativas a incorporar en el Plan de Acción de la cuenca, como resultado de un diagnóstico previo y la evaluación de la cartera de acciones actualmente existente (presentados en el presente Capítulo 6 y considerando el análisis de los Capítulos 2, 3 y 4), resumiendo cada acción en una ficha resumen identificatoria. Las acciones se analizan abordando los siguientes temas: obras hidráulicas, medidas de gestión, nuevas fuentes de agua y otras medidas; para cada uno de ellos, se analizan diferentes ejemplos de medidas, tal como se muestra en la Figura 6.0-1 .

Dichas medidas están clasificadas según los Ejes y objetivos definidos para el Plan de Acción (ver acápite 3.6.1 de Anexo F), a propósito de la participación ciudadana (ver Anexo J.12).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.0-1 Diagrama de medidas analizadas

6.1 OBRAS HIDRÁULICAS

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 18 del Reglamento del CPA, el Inventario Público de Obras Hidráulicas está constituido, entre otros, por el Inventario Público de Obras Hidráulicas Mayores, y el Inventario Público de Obras Hidráulicas Menores. Entre las obras hidráulicas mayores, y de acuerdo al artículo 294 del Código de Aguas, se contemplan los embalses con capacidad superior a 50.000 m³ o con muros superiores a 5 metros de altura. Por otra parte, dentro del presente punto relativo a acciones en torno a obras hidráulicas, se contemplan también aquellas relativas a mejoras en el nivel de tecnificación, así como revestimiento de canales.

6.1.1 Obras mayores

A continuación, se presenta el diagnóstico de los embalses existentes Los Aromos y Chacrillas. Seguidamente, se presentan las iniciativas registradas en cartera pública existente (embalses Pocuro y Catemu), así como una serie de embalses alternativos propuestos por el sector privado (Juntas de Vigilancia de la Primera, Segunda y Tercera Sección del río Aconcagua y ESVAL).

6.1.1.1 Diagnóstico

La caracterización de los dos embalses existentes en la cuenca del río Aconcagua, Los Aromos y Chacrillas, se ha presentado en detalle en el acápite 2.4.1.1. Seguidamente se sintetiza el diagnóstico de estas obras de acumulación.

Los Aromos

La variación histórica en el volumen de agua acumulado en el embalse Los Aromos se ha graficado en la Figura 2.4-1. Como se observa, esta obra, de 35 hm³ de capacidad, ha presentado variaciones importantes en su volumen almacenado, descendiendo hasta niveles mínimos, afectando sobre la seguridad hídrica de abastecimiento de agua para uso humano (teniendo presente que esta infraestructura se utiliza para abastecer a Gran Valparaíso). Al respecto, la obra de conducción entre Los Aromos y Concón prevé incidir positivamente en dicho problema (ver acápite 6.1.2.1.ii).

A partir del análisis de las reuniones de participación ciudadana asociada al presente estudio, en que participó entre otros DGA, DOH y ESVAL, se puede considerar que a la fecha no se reportaban problemas de consideración en la infraestructura del embalse que pudiese afectar su normal funcionamiento. No obstante lo anterior, se reportaron fallas en la compuerta del embalse, lo que imposibilita el cierre total de la compuerta.

Chacrillas

El embalse Chacrillas, ubicado en el valle de Putaendo y con una capacidad útil de 27 hm³, pretende suplir el actual déficit de agua, permitiendo expandir la superficie actualmente cultivada y cambiar los patrones de cultivo, con el subsecuente incremento de la productividad. La variación histórica en el volumen de agua acumulado se ha presentado en la Figura 2.4-2, apreciando que el volumen máximo

almacenado fue de 16 hm³ en diciembre del año 2018, lo que corresponde únicamente al 60% de la capacidad del embalse.

A partir del análisis de las reuniones de participación ciudadana asociada al presente estudio, en que participó entre otros DGA, DOH y la Junta de Vigilancia del río Putaendo, se puede considerar que a la fecha no se reportaban problemas de consideración en la infraestructura del embalse que pudiese afectar su normal funcionamiento.

6.1.1.2 Acciones en cartera actual

A continuación, se entrega el conjunto iniciativas públicas y privadas de obras mayores.

i. Iniciativas catastradas desde el sector público

A continuación, se entrega el conjunto de iniciativas públicas identificadas en el BIP MIDESO, las que consideran dos (2) iniciativas de conservación y dos (2) de construcción de embalses. En la Tabla 6.1-1 se entrega el detalle de las iniciativas.

Tabla 6.1-1 Iniciativas públicas relativas a obras mayores de acumulación

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
30437781	Conservación embalse Chacrillas región de Valparaíso año y etapa a financiar: 2020-ejecución	Riego	Ejecución	DOH	7.469.539
30311674	Conservación embalse Aromos V región año y etapa a financiar: 2020-ejecución	Riego	Ejecución	DOH	35.386.89 1
30136812	Construcción embalse Catemu en valle del Aconcagua año y etapa a financiar: 2020-diseño	Riego	Diseño	DOH	18.573.15 2
30383122	Construcción embalse Pocuro alto, comuna Calle Larga año y etapa a financiar: 2020-diseño	Riego	Diseño	DOH	3.858.361

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

La justificación de cada uno de estos proyectos, según lo indicado en las Fichas IDI asociadas a cada iniciativa se indica a continuación, así como información complementaria al respecto obtenida de reuniones:

- Conservación embalse Chacrillas, región de Valparaíso:** Las obras de construcción del embalse no han concluido; no obstante, se ha iniciado el llenado de la primera fase del embalse, a fin de monitorear el comportamiento estructural y general de la presa, de los equipos de control instalados y detección de filtraciones, esperables y propias del llenado. Consiste en contratación de consultorías cuya misión es llevar, durante las 24 h, un exhaustivo control de las condiciones generales del embalse, entre otros.

- **Conservación embalse Aromos, V Región:** La iniciativa busca mejorar la capacidad del embalse, permitiendo mantener el sistema de riego de la comuna de Limache, que beneficie y dé mayor seguridad al sector agrícola.
- **Construcción embalse Catemu en valle del Aconcagua:** Diseño a nivel de proyecto definitivo de las obras de ingeniería del embalse Catemu, incluyendo el Estudio de Impacto Ambiental.
- **Construcción embalse Pocuro alto, comuna Calle Larga:** Desarrollo de los estudios de ingeniería, económicos, ambientales, entre otros, a nivel de ingeniería avanzada, del embalse en el estero Pocuro, el cual pretende entregar solución a la disminución de la producción agrícola del valle de Aconcagua otorgando seguridad de riego (al 85%) a la primera y segunda sección, principalmente en períodos de sequía, mediante una obra de acumulación y regulación de los excedentes hídricos del río Aconcagua y estero Pocuro.

Por su parte, el **Plan Aconcagua** del MOP de fecha agosto del año 2020, presenta cuatro (4) iniciativas asociadas a obras mayores de embalse en la cuenca del río Aconcagua, de las cuales tres (3) corresponden a la construcción de nuevos embalses y una (1) a mejoramiento de embalse existente. El detalle de las iniciativas antes mencionadas se entrega en la Tabla 6.1-2.

Tabla 6.1-2 Iniciativas Plan Aconcagua del MOP (agosto 2020)

Sección	Iniciativa	Volumen anual (hm ³)	Superficie (ha) de riego beneficiada
1ª Sección	Embalse en Cabecera	60-100	En análisis
2ª Sección	Embalse cuenca intermedia (complementario)	A definir	En análisis en CNR
3ª Sección	Embalse cuenca intermedia (complementario)	A definir	En análisis en CNR
4ª Sección	Mejoramiento Embalse Aromos	35	Consumo humano/riego

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2020).

Por otro lado, y a través de reunión con DOH y CNR, se señala que los embalses Pocuro y Catemu (Tabla 6.1-1) están a la espera del resultado de las correspondientes iniciativas surgidas desde el sector privado (embalses en cabecera y en cuenca intermedia, propuestos por las Juntas de Vigilancia del río Aconcagua).

ii. Acciones en cartera del sector privado

Las acciones que a continuación se presentan son parte del acuerdo conjunto entre las Juntas de Vigilancia de las Secciones Primera, Segunda y Tercera del río Aconcagua y Esval, y forman parte del “Plan de Obras Hidráulicas” suscrito por los mismos, con fecha 3 de junio del año 2020. El detalle de las acciones propuestas en el citado “Plan de Obras Hidráulicas” se entrega a continuación.

Primera sección del río Aconcagua

En la primera sección del río Aconcagua existe una (1) propuesta de embalse ubicado en la parte alta de la misma. Este embalse de cabecera considera dos alternativas, una en Juncal (1a) y otra en Potrero Escondido (1b). Ambas obras cuentan con estudio de perfil y se busca realizar los estudios de prefactibilidad de ambas en paralelo. Consideran un volumen de 60 y 30 hm³, respectivamente, según información facilitada por la Junta de Vigilancia de la Primera Sección.

Segunda sección del río Aconcagua

En la segunda sección del río Aconcagua existen tres (3) obras propuesta de embalses. El resumen de las principales características se entrega en la Tabla 6.1-3, esto, conforme a lo indicado en el documento “Plan de Sustentabilidad Hídrica Valle del Aconcagua” (2019), elaborado por la Junta de Vigilancia de la Segunda Sección de río Aconcagua.

Tabla 6.1-3 Embalses propuestos en la segunda sección del río Aconcagua

Embalses	Capacidad almac. (hm ³)	Altura máx. presa (m)	Volumen presa (hm ³)	Superficie aprox. (ha)	Presupuesto estimado (millones USD\$)
Catemu del Alto	30	20	1,89	215	56,0 ³²
Bellavista	10	28	1,87	72	28,4
Escorial	28	35	4,27	200	72,1

Fuente: JVSSA (2019).

Las características generales de los proyectos referidos en la tabla precedente, y que además se indica en los documentos antes señalados, se mencionan a continuación:

- **Embalse Catemu:** Busca beneficiar a los titulares de los derechos que se embalsarían de la segunda sección y Esval, así como también abastecer a la tercera y cuarta secciones durante la temporada de riego, además de asegurar el consumo humano. Específicamente, este podría cubrir el lado derecho del valle del Catemu y los sectores de Romeral. El “Plan de Obras Hidráulicas” indica que *“el embalse podría considerar como canal de aducción el canal Catemu del Alto, perteneciente a la segunda sección, respetando los derechos de los usuarios de la segunda sección. En estas nuevas condiciones se debe reevaluar la capacidad de acumulación y definir la mejor ubicación por lo que se requiere de un estudio de factibilidad y un análisis de las alternativas existentes”*. Para este embalse se proyecta una bocatoma y canal del mismo

³² El embalse Catemu del Alto no incluye presupuesto para el canal Catemu del Alto (JVSSA, 2019).

nombre del embalse, ubicado aguas arriba de este para su alimentación. Para el llenado se utilizaría el agua de invierno de los mismos derechos consuntivos existentes con que riegan los canales de la segunda sección, por lo que se permitiría la acumulación en periodos de no riego.

- **El Escorial:** El embalse Escorial alcanza a cubrir todo el lado izquierdo del río de la Segunda Sección. Se proyecta un canal alimentador de 4 km, con capacidad suficiente para llenarlo durante periodos de no riego y aprovechamiento de crecidas invierno-primaverales. Se busca realizar estudio de factibilidad.
- **Bellavista:** El embalse Bellavista alcanza a cubrir el lado derecho del río de la Segunda Sección y el lado izquierdo del valle del Catemu. Este embalse utiliza como alimentador el canal El Cerro, que ya existe y posee capacidad suficiente para llenarlo durante los periodos de no riego, además de las crecidas de invierno y primavera (también existe bocatoma que se proyecta mejorar). Se busca realizar estudio de factibilidad.

Tercera sección del río Aconcagua

En la tercera sección del río Aconcagua existen tres (3) obras propuestas de embalses. El resumen de las principales características se entrega en la Tabla 6.1-4, conforme a lo indicado en el documento "Embalses en el Área Jurisdiccional de la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección" (2020), elaborado por la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección de río Aconcagua. En dicho documento se presenta la evaluación de siete (7) posibles embalses emplazados en tres ubicaciones dentro de su área jurisdiccional.

Tabla 6.1-4 Embalses propuestos en la tercera sección del río Aconcagua

Embalse	Capacidad almac. (hm ³)	Altura presa (m)	Superficie aprox. (ha)	Costo estimado (MMUSD)	Costo unitario (MMUSD/hm ³)
El Cura A	12,0	50	55	57,5	4,8
El Cura B	23,0	70	80	116,1	5,0
El Cura C	32,0	80	94	156,3	4,9
Carretón Alto	40,0	50	125	134,5	3,4
Carretón Bajo	18,0	35	185	59,7	3,3
Romeral Alto Modificado	8,5	12	150	19,0	2,2
Romeral Bajo Modificado	1,8	12	23	22,9	12,7

Fuente: JVTSA (2020).

Los resultados de la evaluación de los proyectos referidos en la tabla precedente, y que además se indican en el estudio antes señalado se describen a continuación:

- **Romeral Bajo Modificado:** El objetivo del embalse Romeral Bajo es mejorar la seguridad de riego de la Tercera Sección. Según lo descrito en las conclusiones del estudio se destaca que; *“En términos del costo unitario por m^3 embalsado es con diferencia la más onerosa (12,7 MMUSD/Hm³), superando con creces a las demás alternativas, Lo anterior, junto con su muy reducida capacidad de almacenamiento (1,8 Hm³) indican que se trataría de una alternativa no recomendable”.*
- **Romeral Alto Modificado:** Al igual que el embalse Romeral Bajo, tiene como objetivo mejorar la seguridad de riego de la Tercera Sección, además de una función de doble propósito: acumular agua superficialmente y también como embalse de infiltración. Respecto a su estado de evaluación, el estudio destaca que *“en términos del costo unitario por m^3 embalsado es la de más bajo valor (2,2 MMUSD/Hm³), pero su capacidad de almacenamiento -solo 8,5 Hm³-, es muy restringida para satisfacer las necesidades de regulación requeridas”.*
- **Quebrada del Cura:** Se consideran como alternativas para generar capacidad de regulación para la tercera y cuarta sección y Esval. Se debe realizar un estudio de prefactibilidad que analice la mejor alternativa o el conjunto de ellas que ofrezca la mejor opción. Respecto a su estado de evaluación, se destaca que *“el costo unitario de las alternativas emplazadas en la Quebrada del Cura, varía entre 4,8 - 5,0 MMUSD/Hm³”.* La opción Cura C establece necesario portear 2,3 m³/s, asumiendo llenado en los cuatro meses de invierno. Se abastecería de los canales Puruntún y Melón, incluyendo un sistema de impulsión (requiere 3 MW, dh=90 m, PFV 12 MW).
- **Quebrada el Carretón:** Se consideran como alternativas para generar capacidad de regulación para la tercera y cuarta sección y Esval. Se debe realizar un estudio de prefactibilidad que analice la mejor alternativa o el conjunto de ellas que ofrezca la mejor opción. Respecto a su estado de evaluación, se destaca que *“las alternativas ubicadas en la Quebrada El Carretón, presentan un costo unitario por m^3 embalsado situado en el rango 3,3 - 3,4 MMUSD/Hm³. que resulta menor al costo unitario de las alternativas emplazadas en la Quebrada del Cura”.* La opción de Carretón Alto establece necesario portear 4 m³/s asumiendo llenado en los cuatro meses de invierno. Este llenado podría realizarse a través de los canales Puruntún y Melón. Necesita sistema de impulsión (requiere 11 MW, dh=185 m, PFV 40 MW).

6.1.1.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las siguientes iniciativas:

- Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua (OH-01).
 - Objetivo: Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.
 - Justificación: Esta iniciativa busca contar con un embalse en la parte alta de la cuenca, para así mejorar la disponibilidad de agua para regadío, permitiendo aumentar la seguridad de riego, e incorporar nueva superficie de cultivos de alto rendimiento y regular el cauce. Esto debido a la sequía que los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca. El Estado, por medio de la DOH, generó, para esta zona de la cuenca (parte alta), la iniciativa "Construcción embalse Pocuro Alto", de 100 hm³, actualmente en estudio (código BIP 30383122-0). No obstante, esta iniciativa no cuenta con el apoyo general de los actores relevantes y de la comunidad, presentando además problemas de factibilidad.
 - Descripción: La iniciativa contempla la construcción de un (1) embalse; para esto, se evaluarán alternativas de obras de acumulación en la cabecera de la cuenca, que permitan acumular aguas invernales y de deshielo. Las alternativas de embalses de cabecera de Juncal (60 hm³) o Potrero Escondido (30 hm³) cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y Esval, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020. Por otra parte, esta iniciativa está recogida en el Plan Aconcagua de la DOH, con fecha agosto 2020. Estas alternativas cuentan con estudio de perfil y se busca realizar los estudios de prefactibilidad para su posterior definición constructiva.
 - Instancias de relación vinculadas: Como se mencionó anteriormente, esta iniciativa está incluida en el "Plan de Obras Hidráulicas", firmado por los miembros de la "Mesa Aconcagua" (acápites 2.6.3.2 iii b). Además, es una iniciativa que se alinea con el eje "Apoyo a la producción agropecuaria" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b); y el eje "Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápites 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.1-5 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-5 Ficha resumen Acción N°: OH-01

ACCIÓN N°:	OH-01
Nombre de la Acción:	
Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
La extrema sequía de los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca, produciendo grandes perjuicios económicos, con alto costo y resultados insuficientes para todas las secciones del río Aconcagua. Por lo anterior, se hace necesario evaluar una alternativa de obra de acumulación en cabecera, que permita acumular las aguas invernales y de deshielo en la zona alta de la cuenca, con el fin de aumentando la seguridad de riego de las zonas actualmente regadas.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	Primera sección del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Regantes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Largo plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DOH
Entidad(es) responsable(s):	DOH
Observaciones:	
El Estado, por medio de la DOH, generó, para esta zona de la cuenca (parte alta), la iniciativa "Construcción embalse Pocuro Alto", de 100 hm ³ , actualmente en estudio (código BIP 30383122-0). No obstante, esta iniciativa no cuenta con el apoyo general de los actores relevantes y de la comunidad. Además presenta problemas de factibilidad. Por su parte, las alternativa de embalses de cabecera de Juncal (60 hm ³) o Potrero Escondido (30 hm ³) cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y Esval, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020. Estas alternativas cuentan con estudio de perfil y se busca realizar los estudios de prefactibilidad.	

Fuente: Elaboración propia.

- Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua (OH-02).
 - Objetivo: Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.
 - Justificación: Esta iniciativa busca contar con un embalse en la parte media de la cuenca, para así mejorar la disponibilidad de agua para regadío, permitiendo aumentar la seguridad de riego, e incorporar nueva superficie de cultivos de alto rendimiento y regular el cauce. Esto debido a la sequía que los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca. El Estado, por medio de la DOH, generó, para esta zona de la cuenca (parte media), la iniciativa "Construcción embalse Catemu", actualmente en estudio (código BIP 30136812-0). No obstante, esta iniciativa no cuenta con el apoyo general de los actores relevantes y de la comunidad, presentando además problemas de factibilidad.
 - Descripción: La iniciativa contempla la construcción de tres (3) embalses; para esto, se evaluarán alternativas de obras de acumulación en la zona media de la cuenca, que permitan acumular aguas invernales y de deshielo. Las alternativas de embalses Bellavista (10 hm³), Escorial (28 hm³) y Catemu Alto (30 hm³) aún no están completamente definidas y es necesario evaluarlas como opciones de obras de acumulación en la parte media de la cuenca. Cabe señalar que estas últimas cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y Esval, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020. Por otra parte, en esta línea de acción, en el Plan Aconcagua de la DOH, con fecha agosto 2020, se recoge la iniciativa de embalse complementario en la parte intermedia de la cuenca, con volumen anual a definir, y superficie de riego beneficiada en análisis por CNR.
 - Instancias de relación vinculadas: Como se mencionó anteriormente, esta iniciativa está incluida en el "Plan de Obras Hidráulicas", firmado por los miembros de la "Mesa Aconcagua" (acápite 2.6.3.2 iii b). Además, es una iniciativa que se alinea con el eje "Apoyo a la producción agropecuaria" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápite 2.6.3.2 iii b); y el eje "Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.1-6 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-6 Ficha resumen Acción N°: OH-02

ACCIÓN N°:	OH-02
Nombre de la Acción:	
Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
La extrema sequía de los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca, produciendo grandes perjuicios económicos, con alto costo y resultados insuficientes para todas las secciones del río Aconcagua. Por lo anterior, se hace necesario contar con obras de regulación que permitan acumular las aguas invernales y de deshielo en la zona media de la cuenca, con el fin de aumentando la seguridad de riego de las zonas actualmente regadas.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	Segunda sección del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Regantes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Largo plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DOH
Entidad(es) responsable(s):	DOH
Observaciones:	
El Estado, por medio de la DOH, generó, para esta zona de la cuenca (parte media), la iniciativa "Construcción embalse Catemu", actualmente en estudio (código BIP 30136812-0). No obstante, esta iniciativa no cuenta con el apoyo general de los actores relevantes y de la comunidad. Además presenta problemas de factibilidad. Por su parte, las alternativa de embalses Bellavista (10 hm ³), Escorial (28 hm ³) y Catemu Alto (30 hm ³) aún no están completamente definidas y es necesario evaluarlas como opciones de obras de acumulación en la parte media de la cuenca; cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y EsvaI, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020.	

Fuente: Elaboración propia.

- Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua (OH-03).
 - Objetivo: Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.
 - Justificación: Esta iniciativa busca contar con un embalse en la parte baja de la cuenca, para así mejorar la disponibilidad de agua para riego, permitiendo aumentar la seguridad de riego, e incorporar nueva superficie de cultivos de alto rendimiento y regular el cauce. Esto debido a la sequía que los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca.
 - Descripción: La iniciativa contempla la construcción de dos (2) embalses; para esto, se evaluarán alternativas de obras de acumulación en la zona baja de la cuenca, que permitan acumular aguas invernales y de deshielo. Los embalses indicados en esta acción cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y Esval, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020, donde se seleccionan Carretón Alto (40 hm³) y El Cura C (32 hm³) según análisis elaborado por la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección. Por otra parte, en esta línea de acción, en el Plan Aconcagua de la DOH, con fecha agosto 2020, se recoge la iniciativa de embalse complementario en la parte intermedia de la cuenca, con volumen anual a definir, y superficie de riego beneficiada en análisis por CNR.
 - Instancias de relación vinculadas: Como se mencionó anteriormente, esta iniciativa está incluida en el "Plan de Obras Hidráulicas", firmado por los miembros de la "Mesa Aconcagua" (acápite 2.6.3.2 iii b). Además, es una iniciativa que se alinea con el eje "Apoyo a la producción agropecuaria" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápite 2.6.3.2 iii b); y el eje "Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.1-7 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-7 Ficha resumen Acción N°: OH-03

ACCIÓN N°:	OH-03
Nombre de la Acción:	
Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
La extrema sequía de los últimos años ha afectado de manera general al sistema de gestión hídrica en la cuenca, produciendo grandes perjuicios económicos, con alto costo y resultados insuficientes para todas las secciones del río Aconcagua. Por lo anterior, se hace necesario contar con obras de regulación que permitan acumular las aguas invernales y de deshielo en la zona baja de la cuenca, con el fin de aumentando la seguridad de riego de las zonas actualmente regadas.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	
Características generales:	
Ambito:	Riego
Ubicación:	Tercera sección del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Regantes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Largo plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DOH
Entidad(es) responsable(s):	DOH
Observaciones:	
Los embalses indicados en esta acción cuentan con la aprobación de las Juntas de Vigilancia de las tres secciones y Esval, incluidas en el "Plan de Obras Hidráulicas" acordado en junio 2020. Se seleccionan Carretón Alto y El Cura C según análisis elaborado por la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección. No existen iniciativas públicas de obras de acumulación para esta zona.	

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Obras menores

Según el Inventario Público de la DGA, las obras hidráulicas menores corresponden a aquellas normadas por el Artículo 151 del Código de Aguas. En este acápite se ha considerado como obras menores, la construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, canales, embalses menores a 50.000 m³, entre otros.

Se han incorporado también en este acápite las obras relativas a abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas, así como obras de defensa fluvial. Adicionalmente, se ha considerado un apartado relativo a construcción de obras de ampliación y/o mejora de la Red Hidrométrica de la DGA.

6.1.2.1 Diagnóstico

i. Infraestructura de riego

Una causa de la baja eficiencia hídrica en la cuenca guarda relación con las deficiencias de la infraestructura de riego, que se especifican tanto para las obras de captación (bocatomas), conducción (canales) y almacenamiento (estanques o tranques). De acuerdo a la identificación de obras realizada en el acápite 2.4.1.2, a continuación, se presenta el diagnóstico de esta tipología de obras.

Bocatomas

En el levantamiento de información efectuado en el acápite 2.4.1, se identificaron 285 bocatomas en la cuenca (CNR, 2020b); la mayoría de ellas son de estructura provisional, que es un indicador de la falta de infraestructura para redistribuir el cauce de forma equitativa. Solo un 37% de las obras informadas disponen de infraestructura de hormigón (CNR, 2016a).

Cabe destacar la información presentada en el estudio “Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en la cuenca de Aconcagua” (CNR, 2016a), donde ya se identificaron una serie de iniciativas de mejora relacionadas a estas obras de riego. En la Tabla 6.1-8 se presenta una iniciativa mencionada en la cartera de iniciativas sintetizadas en dicho informe, relativa a obras hidráulicas; cabe mencionar se trata de una iniciativa mixta y comprende tanto infraestructura de aducción (bocatomas) como obras de conducción, presentado en detalle en el acápite 6.1.3.

Tabla 6.1-8 Iniciativas relativas a mejoras en bocatomas propuestas en el Plan de Riego

Nombre de iniciativa	Territorio
Diagnóstico de la infraestructura de aducción, distribución, conducción y control del agua de riego en la 3ª y 4ª sección del río Aconcagua	3ª y 4ª sección del río Aconcagua

Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2016a).

Dicha iniciativa, recogida como Estudio Básico, comprende, entre otros aspectos, los siguientes en relación con obras de aducción:

- Identificación y recopilación de antecedentes, incluyendo ubicación y georreferenciación de infraestructura de aducción.
- Levantamiento de información del estado actual de la infraestructura de aducción, considerando: uso actual, dimensiones y capacidad, estado, etc.
- Estimación de costos y priorización de proyectos, evaluando los costos de rehabilitación de las obras y ficha resumen.
- Priorización que permita dar un orden de prelación para las futuras rehabilitaciones de la infraestructura.

Este tipo de estudios permite priorizar la inversión en mejora de bocatomas, obra de aducción de importancia relevante en la captación del recurso hídrico; a su vez, es la base para futuros mecanismos de control remoto de caudales que ingresan a los canales de riego (ver acápite 6.2.7).

Por otro lado, se recomienda que la CNR pudiera contar con información actualizada por las Juntas de Vigilancias del número de bocatomas operativas y su estado, con actualización periódica (anual).

Embalses y tranques de riego menores

Para el caso de obras de acumulación de agua para riego, según se indica en el acápite 2.4.1, se identificaron un total de 406 embalses, de los cuales 353 de estos son identificados como obras menores (CNR, 2020b). El diagnóstico general sobre esta tipología de obras en la cuenca, señaló como problemática, la baja eficiencia de acumulación y regulación corta de aguas a nivel predial (CNR, 2016a); para mejorar este escenario, se presentó como objetivo, el incentivo a la construcción de embalses intra y extra-prediales.

Respecto a lo expuesto anteriormente, la información presentada en el estudio "Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en la cuenca de Aconcagua" (CNR, 2016a), ya identificó una serie de iniciativas para mejorar la infraestructura existente y determinar los sectores que requieren nuevas obras. En la Tabla 6.1-9 se presentan las iniciativas planteadas en dicho estudio, respecto a tranques de riego.

Tabla 6.1-9 Iniciativas relativas a embalses y tranques de riego menores propuestas en el Plan de Riego

Nombre de iniciativa	Territorio
Diagnóstico de la infraestructura intra y extra-predial de acumulación de agua de riego en la 1ª y 2ª sección del río Aconcagua	1ª y 2ª sección del río Aconcagua
Diagnóstico de la infraestructura intra-predial de acumulación de agua de riego en la 3ª y 4ª sección del río Aconcagua	3ª y 4ª sección del río Aconcagua
Diagnóstico de la infraestructura intra-predial de acumulación de agua de riego en la cuenca del río Putaendo	Comunas de San Felipe, Putaendo, Santa María y San Esteban
Diagnóstico de la infraestructura intrapredial de acumulación de agua de riego en las comunas de Puchuncaví y Quintero	Comunas de Quintero y Puchuncaví

Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2016a).

Cabe destacar que la iniciativa “Diagnóstico de la infraestructura intra y extra-predial de acumulación de agua de riego en la 1ª y 2ª sección del río Aconcagua” se encuentra como parte de las acciones en cartera actual, código BIP 40004566 (Tabla 6.1-17).

Respecto a la Ley de Fomento al Riego N° 18.450, la CNR ha beneficiado en la cuenca, desde el año 1896, a distintos proyectos en materia de riego. Lo anterior se ve reflejado en la Tabla 6.1-10, en donde se presenta el costo total, y potencial superficie beneficiada por comuna, de los proyectos asociados embalses de regulación, postulados y seleccionados en los concursos Ley N° 18.450 entre los años 2017 y 2020. Se debe tener en consideración que, parte de los proyectos seleccionados, pueden no ser ejecutados, por tal motivo los valores que a continuación se indican, no necesariamente corresponden al total invertido en la cuenca.

Tabla 6.1-10 Costo de obras seleccionadas Ley 18.450 distribuido por comunas, periodo 2017-2020.

Comuna	Costo (UF)	Superficie beneficiada (ha)
Calle Larga	4.146	26
Catemu	3.544	8
Hijuelas	400	1
La Calera	3.203	21
Limache	1.324	5
Llay Llay	3.733	2
Panquehue	1.255	4
Putendo	1.241	2
Quillota	28.767	36
Rinconada	658	5
San Esteban	398	2
San Felipe	589	8
Santa María	4.639	12
Total	53.898	132

Fuente: Elaboración propia en base a información CNR (2020).

De la Tabla 6.1-10 se desprende que el mayor costo y potencial superficie beneficiada se encuentra en la comuna de Quillota.

ii. Obras de abastecimiento de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas servidas

En la cuenca del río Aconcagua, a nivel urbano, la empresa sanitaria ESVAL es quien presta servicios de producción y distribución de agua potable, y recolección y tratamiento de aguas servidas. El área de concesión comprende las áreas urbanas de la región de Valparaíso que la anterior empresa de sanitaria de la región atendía al 27 de enero de 1986 -exceptuados los sectores entregados en concesión a servicios particulares o municipales- más aquellas zonas de expansión contempladas dentro de los planes de desarrollo que aprueba la SISS, de acuerdo con lo establecido en la Ley N° 18.777 y en el Decreto N° 2.166/78 y 69/89, ambos del MOP (ESVAL, 2019). En el acápite 2.4.1.3 se han presentado mayores antecedentes respecto a dichas áreas de concesión.

Respecto a la infraestructura de captación de aguas en la cuenca, ESVAL cuenta con un total de 170 fuentes (infraestructura), de las cuales 12 son de tipo superficial y 158 de tipo subterráneo. El resumen se presenta en la Tabla 6.1-11. Los sistemas productivos de agua potable que se abastecen de aguas subterráneas y/o superficiales desde la cuenca del río Aconcagua se indican en la Tabla 6.1-12.

Tabla 6.1-11 Resumen fuentes ESVAL (captaciones)

Tipo Fuente		Cantidad
Superficiales	Captaciones en río	5
	Captaciones en canal	5
	Captaciones en lago o embalse	2
Subterráneas	Captaciones mediante drenes y galerías	8
	Captaciones mediante sondajes	148
	Captaciones mediante norias	2

Fuente: ESVAL (2019).

Tabla 6.1-12 Resumen fuentes ESVAL (sistemas)

Sistema	Abastecimiento	Planta
Rinconada	Subterráneo	Rinconada
Los Andes - Real Curimón - Calle Larga	Mixto	Bellavista
		El Sauce
		Koerner
		Miraflores
San Esteban	Subterráneo	San Esteban
San Felipe - Chepical - Almendral	Subterráneo	Chepical-El Llano
		El Carmen
		El Tambo
San Pedro	Subterráneo	San Pedro
Santa María	Subterráneo	Mendocita
Putando	Mixto	Putando
Catemu	Subterráneo	Catemu
Gran Valparaíso	Mixto	Las Vegas
		Concón
Llay Llay	Subterráneo	Llay Llay
Nogales-Artificio	Subterráneo	Artificio
		Las Américas
		Liceo
		Nogales
Quillota-San Isidro-La Cruz	Mixto	Alfaro
		Angamos
		Charravata
		Covarrubias
		Parrones
		Sargento Aldea
		El Cristo
		Las Viñas
San Isidro		
Hijuelas	Subterráneo	Hijuelas
La Calera	Subterráneo	Lautaro

Sistema	Abastecimiento	Planta
		Melón
		Oriente
		San Diego
		Pachacama
Limache	Subterránea	Andrés Bello
		Lenox

Fuente: ESVAL (2019).

Respecto a la distribución de agua potable, la sinuosa topografía de la región de Valparaíso transforma la distribución de agua potable en un desafío. Importantes obras civiles permiten a ESVAL asegurar el suministro de agua potable en los sectores urbanos y rurales de su zona de concesión. Entre las instalaciones, se destacan las estaciones elevadoras que permiten elevar el agua desde un nivel inferior a uno de mayor altura, de forma tal de abastecer a las poblaciones asentadas en los sectores más altos; los estanques de regulación, que almacenan el agua en los períodos de menor consumo para poder entregarla a la población en las horas de mayor demanda; y las matrices y cañerías que se conectan con la red que distribuye el agua a cada domicilio.

El porcentaje de pérdidas en distribución en promedio se estima en un 38%; el detalle a nivel comunal se ha presentado en el acápite 3.1.1.3. Al respecto, las comunas que presentan mayor volumen de pérdidas (considerando la demanda hídrica asociada) se presentan en la Tabla 6.1-13, mientras que en la Tabla 6.1-14 se muestran las comunas con un porcentaje más elevado de pérdidas.

Tabla 6.1-13 Comunas con mayor volumen de pérdidas

Comuna	Pérdidas (%)
Viña Del Mar (*)	35%
Valparaíso (*)	41%
Quilpué (*)	39%
Villa Alemana (*)	38%

(*) Localidades ubicadas espacialmente fuera de la cuenca del río Aconcagua.

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2019).

Tabla 6.1-14 Comunas con mayor porcentaje de pérdidas

Comuna	Pérdidas (%)
Catemu	48%
Almendral	46%
La Calera	45%
Putendo	45%

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2019).

Respecto al proceso de saneamiento de las aguas residuales, ESVAL ha realizado importantes inversiones durante las últimas décadas que han permitido el tratamiento de la totalidad de las aguas servidas recolectadas; las aguas servidas tratadas dan cumplimiento con las normas ambientales vigentes para su disposición final en las masas de aguas.

En la cuenca, ESVAL dispone de plantas de tratamiento físico con emisario submarino, pertenecientes al sistema Gran Valparaíso - Limache - La Calera - Quillota - La Cruz - San Pedro - Nogales. Así mismo, la empresa opera en la cuenca plantas de tratamiento biológico sobre la base de lagunas aireadas a mezcla completa con sedimentación, entre las que se destacan las ubicadas en las comunas de Catemu, Santa María, San Esteban, Putaendo, Llay Llay. Además, entre 2002 y 2004 comenzaron a operar plantas de tratamiento sobre la base de lodos activados, las que están ubicadas en diversas zonas de la región, especialmente en el interior como en El Almendral (San Felipe), Cordillera (Los Andes), El Molino (Quillota), Curimón, Rinconada.

Respecto a la eficiencia en el funcionamiento de los sistemas de captación, producción y saneamiento de aguas servidas, uno de los principales problemas identificados tiene relación con la pérdida de agua en los sistemas de distribución. De acuerdo al reporte de sostenibilidad de ESVAL (2019), el porcentaje de pérdida de agua fue de 34,3%, cifra muy similar a la del año anterior que fue de 34,16%. Por lo anterior, ESVAL ha desarrollado durante los últimos años diversas acciones en el marco del plan de pérdida, tales como la detección de fugas, gestión de presiones, renovación de redes, instalación de micromedidores, control de ilícitos y cambio de micromedidores. Junto con la anterior, ha realizado cambios en el estándar de la operación de las redes, priorización de localidades bajo la concepción del nivel óptimo de pérdidas; y gestión de la red a través del monitoreo inteligente (ESVAL, 2020).

Por otra parte, uno de los principales problemas identificados durante el desarrollo del presente estudio, es la vulnerabilidad de las fuentes de agua que abastecen a los sistemas APR y la insuficiente infraestructura para la distribución del recurso. De acuerdo a lo señalado en las líneas bases presentadas en la Política Hídrica Regional de Valparaíso (2019), la cobertura de saneamiento básico alcanza un 99,42% de sus beneficiarios en sectores concesionados; mientras que en los sectores no concesionados esta cobertura disminuye a un 95%; es decir, que en aquellos lugares donde los sistemas APR no puedan abastecer directamente, la distribución de agua potable debe ser realizada a través de sistemas alternativos, como lo es el uso del transporte de agua por camiones aljibes.

El uso de camiones aljibes también permite suministrar agua a aquellos sistemas APR que no posean los DAA suficientes para abastecer a sus beneficiarios o, permiten entregar agua en sistemas donde la fuente hídrica natural se encuentre agotada. En la Tabla 6.1-15 se presentan los sistemas APR concesionados que actualmente suplementan o complementan su abastecimiento de agua potable a través de camiones aljibe. Cabe señalar, que el listado que se presenta a continuación, corresponde al resultado del estudio DGA-DOH (2019) denominado "Sustentabilidad

de asentamientos humanos rurales en Chile: Análisis desde los comités de Agua Potable Rural – cuenca del Aconcagua”; en dicho estudio, se priorizaron aquellas APR concesionadas de acuerdo a la disponibilidad de agua en su fuente de abastecimiento y a su vulnerabilidad³³, generando propuestas de trabajos a realizar para mejorar la situación actual de cada APR.

Dado lo mencionado anteriormente, en el caso de aquellas APR presentadas en la Tabla 6.1-15 que estén siendo abastecidas por camiones aljibes, cuyo balance hídrico proyectado al año 2030 se clasifique en “Déficit” y el SHAC al cual pertenecen permita el otorgamiento de DAA, se les recomienda solicitar un nuevo derecho. Debido a esto, se considera como iniciativa estratégica un programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APR en la cuenca del río Aconcagua

Las iniciativas mencionadas anteriormente se presentan como medidas de gestión en el acápite 6.2.6.3, en las cuales también se incluyen otras APR concesionadas que se encuentran en SHAC disponibles para otorgamiento de DAA y en condición de “Déficit”, pero que no se abastecen por camiones aljibes.

Finalmente, sobre aquellos sectores cuyos sistemas APR no son concesionados, la responsabilidad de abastecimiento queda a cargo de privados, por lo que las mejoras de infraestructura y el asegurar una fuente de abastecimiento sostenible, queda supeditada a las capacidades de gestión de la organización. No obstante, de acuerdo a lo señalado por Dirección Regional DGA³⁴, *“en el caso de privados, el abastecimiento se resuelve con mayor rapidez”*, ya que el financiamiento para sistemas concesionados (infraestructura, camiones aljibe, entre otros) se realiza a través de convenios entre SUBDERE y Municipalidades, lo cual ralentiza los procedimientos.

Sobre el trabajo realizado por privados respecto a la distribución por camiones aljibe, Dirección Regional DGA³⁵ menciona la existencia de convenios de reparto de agua a través de Autoridades Militares.

³³ Variables de vulnerabilidad: Balance hídrico negativo para los años 2019, 2030 y 2040; APR sin DAA; pozos sin DAA; afectación de terceros; disponibilidad Fuente/SHAC; cantidad Población 2019; gasto (l/s); pozos Sendos; camiones aljibes e interferencia de captaciones subterráneas con cauces superficiales.

³⁴ Reunión PAC con Director Regional DGA, realizada el 9 de diciembre de 2019.

³⁵ Reunión PAC con Director Regional DGA, realizada el 9 de diciembre de 2019.

Tabla 6.1-15 Sistemas APR concesionados abastecidos por camiones aljibes y su estado de abastecimiento

Nombre APR	Comuna	APR con DAA	Estado Balance Hídrico al año 2030	SHAC/ Fuente	Situación SHAC/Fuente	Propuesta recomendada para mejorar abastecimiento	Clasificación de riesgo
La Peña	Nogales	NO	Déficit	Nogales-Hijuelas	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
El Cobre - Lo Calvo	San Esteban	NO	Déficit	Río Putaendo	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Nilhue Unido	Catemu	NO	Déficit	Catemu	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Río Blanco	Los andes	NO	Déficit	Río Aconcagua 1era sección	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Chacayes Alto	San Esteban	NO	Déficit	Río Aconcagua 1era sección	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Las Palmas	Olmué	NO	Déficit	Estero Limache	Con Disponibilidad	Se propone gestionar solicitudes ante la DGA	Crítico
Casablanca	Putaendo	NO	Déficit	Río Putaendo	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
El Villorrio	San Esteban	NO	Déficit	Río Putaendo	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Los Patos	Putaendo	NO	Déficit	Río Putaendo	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Población Hidalgo	Putaendo	NO	Déficit	Río Putaendo	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
El Higueral	San Esteban	NO	Déficit	San Felipe	Con Disponibilidad	Se propone gestionar solicitudes ante la DGA	Crítico
Los Caleos	Nogales	SI	Déficit	Nogales-Hijuelas	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Crítico
Río Colorado	San Esteban	NO	Déficit	San Felipe	Con Disponibilidad	Se propone gestionar solicitudes ante la DGA	Moderado
Cerro La Virgen	Calera	SI	Superávit	Nogales-Hijuelas	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Lo Gamboa	Limache	SI	Superávit	Limache	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Los Corrales	Catemu	SI	Déficit	Catemu	Sin Disponibilidad	Se propone comprar DAA	Moderado
Santa Rosa de Colmo	Quillota	SI	Superávit	Aconcagua desembocadura	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Cooperativa Santa Filomena	Santa María	SI	Superávit	San Felipe	Con Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Granizo	Olmué	SI	Superávit	Limache	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Cooperativa El Cobre La Colonia	Catemu	SI	Superávit	Catemu	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Moderado
Sombra Los Pinos	Hijuelas	SI	Superávit	Nogales-Hijuelas	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
Cooperativa El Algarrobal	San Felipe	SI	Superávit	San Felipe	Con Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve

Nombre APR	Comuna	APR con DAA	Estado Balance Hídrico al año 2030	SHAC/ Fuente	Situación SHAC/Fuente	Propuesta recomendada para mejorar abastecimiento	Clasificación de riesgo
Rautén Bajo	Quillota	SI	Superávit	Quillota	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
El Sauce	Los Andes	SI	Superávit	San Felipe	Con Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
Tabolango	Limache	SI	Superávit	Aconcagua desembocadura	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
Las Coimas	Putendo	SI	Superávit	Putendo	Con Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
El Cajón de San Pedro	Quillota	SI	Superávit	Quillota	Sin Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve
Bellavista	San Felipe	SI	Superávit	San Felipe	Con Disponibilidad	APR con Balance Positivo	Leve

Fuente: DGA-DOH (2019)

Por otro lado, en cuanto al diagnóstico frente a las obras de saneamiento rural, cabe señalar que, en diferentes puntos a lo largo de la cuenca del río Aconcagua se ha detectado presencia de Coliformes Totales y *Escherichia coli* en las fuentes de agua cruda de abastecimiento de agua potable, de manera persistente en el tiempo. La presencia de la bacteria *E. coli* es atribuida principalmente a la contaminación por aguas residuales, considerando que las zonas rurales no cuentan en su totalidad con red de alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas servidas, donde eventualmente los contaminantes derivan a cuerpos hídricos receptores. De esta forma, los sectores rurales presentan necesidades de tratamiento de las aguas residuales que se generan.

Considerando lo mencionado anteriormente, la Dirección de Planeamiento del MOP desarrolló el estudio “Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O’Higgins y Maule)” (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se realizó priorización de los Sistemas de APR concentrados, incluidos en el Plan de Saneamiento, en cada una de las regiones en estudio. En el caso de la región de Valparaíso, se priorizaron 14 APR, 8 de los cuales se encuentran en la cuenca de Aconcagua. El resultado de la priorización para los sistemas APR en la cuenca, se presentan en la Tabla 6.1-16.

Tabla 6.1-16 Priorización para saneamiento de Sistemas APR de acuerdo a Plan de Inversión para Saneamiento

Id	Provincia	Comuna	Nombre servicio	Estado de desarrollo
1	Quillota	La Cruz	Pocochay	Proyecto para su diseño de ingeniería evaluado por MIDESO en su etapa de perfil el año 2011 (código BIP 30103874). No se identifica su ejecución.
2	Quillota	Hijuelas	Rabuco	Saneamiento sin diseño ni proyecto.
3	Quillota	Nogales	Ex Hacienda El Melón (Parceleros El Melón)	Saneamiento sin diseño ni proyecto.
4	San Felipe	Santa María	Santa Filomena	Saneamiento con diseño de ingeniería Proyecto para su diseño de ingeniería licitado y adjudicado el año 2011 (ID LICITACIÓN: 3820-21-LP11). No se identifica iniciativa de actualización de diseño ni de construcción.
5	Quillota	Hijuelas	La Sombra-Los Pinos (Romeral)	Saneamiento sin diseño ni proyecto.
6	San Felipe	Catemu	El Cobre-La Colonia	Saneamiento con diseño de ingeniería Proyecto para su diseño de ingeniería licitado y adjudicado el año 2011 (ID LICITACIÓN: 4280-42-LP11). Existe iniciativa para la actualización del diseño el año 2019 (BIP 30102008), pero no se identifica su ejecución.
7	Quillota	Quillota	La Palma	Proyecto para su diseño de ingeniería evaluado por MIDESO en su etapa de perfil el año 2012 (código BIP 30102777). No se identifica su ejecución.
8	Quillota	Quillota	Troncal San Pedro (San Pedro)	Saneamiento sin diseño ni proyecto.

Fuente: DIRPLAN-IFARLE (2019)

Dado lo presentado anteriormente, se recomienda desarrollar iniciativas que permitan ejecutar las prioritizaciones realizadas en la propuesta del Plan de Inversión para Saneamiento.

iii. Obras de defensa fluvial

Una de las condiciones de riesgo relevantes que enfrenta la cuenca del río Aconcagua tiene relación con la inundación y erosión de terrenos aledaños al río del mismo nombre y sus afluentes. Esto producto de crecidas que se han debido principalmente a las características geomorfológicas del sector y a la distribución e intensidad de las precipitaciones (MINAGRI, 2019). A causa de lo anterior, se han materializado distintas obras de defensa en la cuenca, que han sido llevadas a cabo por el sector público y privado durante los últimos años, a fin de disminuir los riesgos de inundación y erosión en sectores considerados como críticos.

Entre las principales obras de defensas fluviales desarrolladas en la cuenca del río Aconcagua se destaca la obra ejecutada por la DOH, y financiada por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional, en la ribera del río Aconcagua, comuna de La Cruz, en el año 2007. La obra consistió en la habilitación de un enrocado de 900 metros de largo en la ribera del mismo afluente con el objetivo de evitar los desbordes durante el periodo invernal y de deshielos.

Así mismo, se destaca también la obra desarrollada por el MOP a través de la DOH, en el sector del estero Riecillo, la cual consistió en la instalación de 150 metros lineales de enrocados en la ribera derecha y 96 metros en la ribera izquierda del estero Riecillo con el Estero Las Gualtatas, aguas arriba y abajo del puente mecano, con el objetivo de proteger a la comunidad y sus caminos locales de posibles eventos de crecidas y aluviones, como el ocurrido en el año 2013, que resultó en la desconexión del sector y la afectación del sistema de agua potable. Esta obra significó un monto de inversión de 252 millones de pesos (ver <https://laciudadtv.cl/>).

A lo anterior se suma también la obra asociada al proyecto "Encauzamiento con Extracción de Material Excedente, Río Putaendo" desarrollada por el MOP y cuyo objetivo principal fue mejorar las condiciones de escurrimiento para evitar inundaciones y erosión de laderas, debido a la situación de embanque del río Putaendo, además de reforzar las riberas para evitar su erosión y así proteger las propiedades aledañas (MOP, 2012).

Por su parte, desde el sector privado, se destaca las obras asociadas al proyecto "Defensas Fluviales Tramos 6 y 7 Comunas de Panqueque y San Felipe de la Ruta 60 CH" llevadas a cabo por la Sociedad Concesionaria Autopista Los Andes S.A. y concluidas durante el año 2018. El objetivo de estas obras de acuerdo a lo indicado en Estudio de Impacto Ambiental asociado al mismo, tiene relación con proveer al terraplén del Camino Internacional Ruta 60 CH, Los Andes-Panquehue, de la protección necesaria contra la erosión y desborde por inundación del río Aconcagua durante eventos de crecidas extremas. El área específica de localización de las obras corresponde a la cuenca intermedia del río Aconcagua, entre San Felipe y Panquehue. Concretamente el trazado se desarrolla entre la zona externa del límite urbano de la

comuna de San Felipe y el sector Lo Campo, en la comuna de Panquehue, a unos 120 km al noreste de la capital regional Valparaíso (Autopista los Andes, 2014).

Entre las últimas obras de defensa fluvial desarrolladas, se encuentra la ejecutada a partir del mes de julio del presente año 2020 por la DOH en el estero Pocuro, sector del Castillo, comuna de Calle Larga. Las obras consideran la construcción de 200 metros de enrocado en la ribera sur del estero Pocuro y se espera concluyan a fines del año 2020.

iv. Red Hidrométrica de la DGA

En este acápite se consideran las iniciativas asociadas a construcción de obras para mejorar la red hidrométrica de la cuenca, descritas con mayor detalle en el acápite 6.2.3.

6.1.2.2 Acciones en cartera actual

A continuación, se entrega el conjunto de iniciativas públicas y privadas de obras menores.

i. Iniciativas catastradas desde el sector público

Obras de riego

De acuerdo a la información disponible en el BIP del MIDESO, existen dos (2) iniciativas asociadas a obras medianas y/o menores. En la Tabla 6.1-17 se entrega el detalle de estas iniciativas.

Tabla 6.1-17 Iniciativas públicas relativas a obras de riego

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
30462223	Conservación sistema de riego embalse el Melón, V región año y etapa a financiar: 2020-ejecución	Riego	Ejecución	DOH	5.100.772
40004566	Diagnóstico de obras de acumulación CORA sección 1 y 2 Río Aconcagua	Recursos hídricos / Riego	Perfil	CNR	149.350

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

La justificación de estos proyectos, según lo indicado en las Fichas IDI asociadas a los mismos se indica a continuación:

- **Conservación sistema de riego embalse el Melón, V región:** La rehabilitación del embalse permitirá reducir la vulnerabilidad de los pequeños productores agrícolas de El Melón y de su entorno. Gestionar los recursos estacionales al embalsar los excedentes de la escorrentía producida en época invernal, que actualmente se pierden por el mal estado en que se encuentra esta obra, permitirá también a los pequeños productores agrícolas de la comunidad, disponer de una fuente de riego segura y por consiguiente un riego oportuna.

- **Diagnóstico de obras de acumulación CORA sección 1 y 2 Río Aconcagua:**
La marcada disminución de las precipitaciones que se ha registrado en el país y principalmente en la parte alta de la cuenca del Aconcagua, ha provocado una reducción de los caudales superficiales, afectando directamente: la seguridad de riego en época estival, las inversiones del agro, empleo, salarios, provocando la migración de jóvenes a la ciudad y afectación en la calidad de vida. Esta situación podría mejorarse aumentando los volúmenes embalsados de agua y regular estos caudales para su disponibilidad en época de riego, a través de pequeños embalses o tranques de acumulación menores, para lo cual sería necesario disponer de un catastro y completo diagnóstico de las características actuales de los tranques existentes, no CORA, en la 1era y 2da sección del río Aconcagua, además de identificar zonas con déficit de acumulación, y con esto orientar recursos del estado en mejorar y/o construir nuevas obras de acumulación que permitan otorgar una adecuada seguridad de riego

Infraestructura de abastecimiento y saneamiento

La SUBDERE ha creado el "Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales" con el que se pretende disminuir la brecha de infraestructura en las zonas rurales con respecto a zonas urbanas. Además, las iniciativas actuales relacionadas al mejoramiento de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en zonas rurales se presentan en la Tabla 6.1-18.

Tabla 6.1-18 Iniciativas públicas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapa actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
30094385	Construcción Alcantarillado Sector Pachacamita, La Calera. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Ejecución	Municipalidad de La Calera	1.167.066
30137010	Construcción Sistema Alcantarillado Quebrada Herrera, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020-Diseño	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	62.522
30137113	Construcción Sistema Alcantarillado Sector Guzmanes, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	2.372.937
30137113	Construcción Sistema Alcantarillado Sector Guzmanes, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020- Diseño	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	111.956
30137138	Construcción Alcantarillado Sector Granallas, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020-DISEÑO	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	60.352
30176122	Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Ejecución	Municipalidad de Olmué	2.180.420
30198972	Construcción Alcantarillado Sector Rinconada de Silva, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020-Diseño	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	72.718
30199022	Construcción Alcantarillado Sector Las Coimas, Putaendo. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Putaendo	4.568.208
30200172	Construcción Sistema Alcantarillado Sector El Sauce, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Los Andes	333.626
30240624	Construcción Redes de Alcantarillado Curimón Centro, San Felipe. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Ejecución	Municipalidad de San Felipe	2.322.964
30351229	Construcción Alcantarillado Pedro Aguirre Cerda Sta. Filomena, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Ejecución	Municipalidad de Olmué	569.812
30405274	Construcción Alcantarillado Nuevo Renacer, Valle del Real, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Diseño	Municipalidad de Los Andes	1.292.502
30416872	Construcción Sistema Alcantarillado Rural Lo Campo, Panquehue. Año y Etapa a Financiar: 2020- Diseño	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Factibilidad	Municipalidad de Panquehue	397.739
30457323	Construcción Extensión Alcantarillado Teodoro Zenteno, San Esteban. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de San Esteban	1.541.298

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapa actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
30457584	Construcción Extensión Red Alcantarillado Sector Foncea, San Esteban. Año y Etapa a Financiar: 2020- Diseño	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Diseño	Municipalidad de San Esteban	83.580
30457584	Construcción Extensión Red Alcantarillado Sector Foncea, San Esteban. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Diseño	Municipalidad de San Esteban	1.753.783
30469942	Mejoramiento Planta de Tratamiento Sector Río Blanco, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Intersubsectorial Agua Potable y Alcantarillado	Ejecución	Municipalidad de Los Andes	894.737
30476440	Construcción Sistema Alcantarillado Particular Los Peumos, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Los Andes	148.663
30482595	Construcción Alcantarillado de Aguas Servidas La Troya, San Felipe. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de San Felipe	1.877.881
30484277	Construcción Sistema Alcantarillado El Algarrobo Terraplén, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020- Diseño	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Diseño	Municipalidad de Los Andes	27.184
30484277	Construcción Sistema Alcantarillado El Algarrobo Terraplén, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Administración Agua Potable y Alcantarillado	Diseño	Municipalidad de Los Andes	88.784
30485268	Construcción Alcantarillado Público Sector San Carlos, Nogales. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Diseño	Municipalidad de Nogales	689.615
40001444	Construcción Alcantarillado y P.E.A.S Sector Calle Ancha, Santa María. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Santa María	751.295
40008163	Construcción Red Alcantarillado Sector Cai Cai Alto, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	316.461
40008164	Construcción Red de Alcantarillado Pasaje Arancibia, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	267.654
40008167	Construcción Red de Alcantarillado Calle Víctor Domingo Silva, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	120.496
40008168	Construcción Red de Alcantarillado Sector Lo Salas Alto, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	336.738
40009852	Construcción Red Alcantarillado Calle Bulnes, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	179.715

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
40010390	Construcción Extensión Redes Públicas de Alcantarillado y EEAS, Villa Rinconada, Rinconada. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Rinconada	240.393
40010661	Construcción Red de Alcantarillado Calle Portales, Olmué. Año y Etapa a Financiar: 2020-Ejecución	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Olmué	132.421
40017092	Construcción Sistema Alcantarillado Sectores Vilcuya-Bocatoma, Los Andes. Año y Etapa a Financiar: 2020- Diseño	Evacuación Disposición Final Aguas Servidas	Perfil	Municipalidad de Los Andes	31.249

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

Obras de defensa fluvial

En la Tabla 6.1-19 se detalla la iniciativa pública identificada en el BIP del MIDESO para el periodo 2020 en adelante.

Tabla 6.1-19 Iniciativas públicas relativas a defensa fluvial

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
40020303	Conservación riberas cauces naturales región Valparaíso 2021 - 2023 año y etapa a financiar: 2021-ejecución	Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Naturales	Perfil	DOH-MOP	3.300.900

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

La justificación de esta iniciativa, según lo indicado en la Ficha IDI asociada a la mismas, tiene relación con que, es función de la DOH la ejecución de obras de conservación de las riberas de los cauces naturales, de modo de proteger a la población ribereña, como también a la infraestructura pública y privada, de inundaciones y erosión derivadas de crecidas de cauces y aluviones.

ii. Acciones en cartera del sector privado

Obras de abastecimiento de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas servidas

Se encuentra en desarrollo por parte de ESVAL el proyecto de conducción Aromos-Concón (Figura 6.1-1); esta iniciativa busca brindar seguridad hídrica para el abastecimiento del Gran Valparaíso y el Litoral Norte, a través de una conexión reversible que se extiende desde el embalse Los Aromos hasta el sistema de producción de agua potable de Concón. Este proyecto tiene una inversión total de \$28.000 millones, siendo la obra más relevante de la sanitaria en la última década y una de las mayores inversiones para enfrentar la sequía en la región de Valparaíso (ESVAL, 2020).

Disponibilidad Hídrica – Conducción Reversible Los Aromos – Concón.



Fuente: ESVAL (2019).

Figura 6.1-1 Proyecto conducción reversible Los Aromos-Concón

Junto con lo anterior, entre las iniciativas de ESVAL, se espera concluir durante el presente año 2020 la implementación de un software inteligente de redes que analizará más de 9.400 sensores desplegados en sus redes de agua potable y alcantarillado. La iniciativa, que se enmarca en el Plan de Inteligencia Operacional de la sanitaria, apunta a una gestión más eficiente y moderna, junto con una mejora continua en la calidad del servicio en la región de Valparaíso. De esta forma, se podrán detectar incidencias en las redes, tales como fugas, roturas, estado de la calidad del agua y otros eventos, manteniendo un monitoreo continuo y a distancia de variables como caudales, presiones y niveles, entre otros parámetros. De esta forma se espera reducir de un 5% a un 10% adicional las pérdidas en la red, permitiendo optimizar el uso del agua disponible.

Por ultimo y de acuerdo al Cronograma de Obras de la sanitaria año 2016, disponible en el portal web de la SISS, se espera comiencen y concluyan durante los próximos años diferentes obras asociadas a la producción, distribución y tratamiento de aguas servidas. En la Tabla 6.1-20 a Tabla 6.1-24 se presentan las obras vinculadas a las localidades en donde se han presentado mayores pérdidas en la distribución de agua potable (Tabla 6.1-13 y Tabla 6.1-14), a fin de visualizar la existencia o no de obras de mejoramiento en la red de distribución. Se debe tener en consideración que el cronograma corresponde al año 2016, por tal motivo podrían existir ajustes en el cronograma no especificados.

Tabla 6.1-20 Cronograma de obras ESVAL - Sistema Gran Valparaíso

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año término
Producción	Ampliación planta de tratamiento Concón etapa 1	Ampliación de 1.600 a 1.800 l/s	2020	2021
	Ampliación PEAP Dren Colmo	Estudio de ingeniería	2021	2021
		Ampliación de 250 a 415 l/s (H=14 m)	2022	2022
	Ampliación PEAP Curauma Etapa II	Ampliación de 150 a a 220 l/s (H=95 m)	2021	2021
	Ampliación PEAP Curauma N° 2	Ampliación de 35 a 50 l/s (H=95 m)	2023	2023
Ampliación PEAP Villa Alemana Sur Etapa II	Ampliación de 283 a 355 l/s (H=120 m)	2022	2022	
Distribución	Plantas elevadoras de A.P	Ampliación PEAP Pedro Montt de 45 a 50 l/s (H=61 m) (Villa Alemana)	2022	2022
	Mejoramientos AP Estanques Sectores Lyon, Rodríguez y Rebeca Matte	Mejoramiento en la red	2020	2022
	Mejoramientos AP Estanques Sectores Estanques Santa Inés I y II, Chorrillos, Tranque Sur, Héroes del Mar y Las Palmas I	Estudios de ingeniería	2021	2022
		Mejoramiento en la red	2023	2024
Mejoramiento de AP Sectores Estanque Paso Hondo, el Retiro, Pedro Montt (Elev y S/E), industrial-Estero Viejo S/E, Estero viejo Elev, Esperanza (Elev), Wilson (S/E), Williamson y Villa Alemana Sur.	Mejoramiento en la red	2020	2021	

Fuente: ESVAL (2016).

Tabla 6.1-21 Cronograma de obras ESVAL - Sistema La Calera

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año termino
Producción	Planta Oriente, estudio de ingeniería, construcción y habilitación de un sondaje	Estudio de ingeniería AP	2022	2022
		Construcción y habilitación de 1 sondaje	2023	2023
		Grupo electrógeno nuevo sondaje	2023	2023
Distribución	Mejoramiento red AP sector Estanque Oriente etapa II	Estudio de ingeniería AP	2028	2028
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160 mm, L=67 m)	2029	2029
	Mejoramiento red AP sector Estanque Puntilla López etapa II	Estudio de ingeniería AP.	2023	2023
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160 mm, L=52 m)	2024	2024
	Estudio de ingeniería AP	2023	2023	

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año termino
	Mejoramiento red AP sector Estanque San Diego etapa II	Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-400 mm, L=266 m)	2024	2024
		Estudio de ingeniería AP	2028	2028
	Mejoramiento red AP sector Estanque San Diego etapa III	Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160 mm, L=144 m)	2029	2029
		Diseño estanque EE San Diego (750 m ³)	2024	2025
	Diseño y construcción Estanque San Diego (50 m ³ ;EE)	Construcción Estanque EE de 70 m ³	2025	2026

Fuente: ESVAL (2016).

Tabla 6.1-22 Cronograma de obras ESVAL - Sistema Putaendo

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año Termino
Producción	Diseño ampliación planta de flúor	Estudio de ingeniería	2024	2024
		Ampliación planta de flúor (de 40 a 57 l/s)	2025	2025
Distribución	Mejoramiento AP sector Estanque el Llano Etapa II	Estudio de ingeniería AP	2022	2023
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-200 mm, L=3.645 m)	2024	2025
	Mejoramiento AP sector Estanque el Llano Etapa III	Estudio de ingeniería AP.	2027	2028
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-200 mm, L=3.248 m)	2029	2030
	Mejoramiento AP sector Estanque Los Espinos II	Estudio de ingeniería AP.	2022	2023
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-200 mm, L=1.312 m)	2024	2025
	Mejoramiento AP sector Estanque Los Espinos III	Estudio de ingeniería AP.	2027	2028
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-200 mm, L=2.636 m)	2029	2030

Fuente: ESVAL (2016).

Tabla 6.1-23 Cronograma de obras ESVAL - Sistema Catemu

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año termino
Producción	Planta Catemu	Estudio de ingeniería	2027	2028
		Ampliación planta de cloro y de flúor (de 40 a 60 l/s)	2028	2029
Distribución	Mejoramiento AP sector Las Cañas Etapa I	Estudio de Ingeniería AP	2022	2023
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-160mm, L=1.034 m)	2023	2024
	Mejoramiento AP sector Las Cañas Etapa III	Estudio de Ingeniería AP	2027	2028
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-200 mm, L=1.228 m)	2028	2029
Recolección	Mejoramiento AS	Estudio de Ingeniería AS	2022	2022
		Mejoramiento en red AS (HDPE, D=355 mm, L=153 m)	2023	2023

Fuente: ESVAL (2016).

Tabla 6.1-24 Cronograma de obras ESVAL - Sistema Almendral-Chepical

Etapa	Obra	Descripción	Cronograma	
			Año inicio	Año termino
Distribución	Mejoramiento sector Estanque Llano Etapa II	Estudio de ingeniería AP	2021	2022
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-400 mm, L=1.515 m)	2022	2023
	Mejoramiento sector Estanque Llano Etapa III	Estudio de ingeniería AP	2027	2028
		Mejoramiento en la red AP (HDPE, D=160-400 mm, L=1.714 m)	2028	2029

Fuente: ESVAL (2016).

6.1.2.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes, las cuales tienen relación con obras de saneamiento y tratamiento de aguas servidas y mejoramiento de la Red Hidrométrica de la DGA:

- Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua (OH-05).

- **Objetivo:** Construcción de un sistema de red colectora y planta de tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.
- **Justificación:** Esta iniciativa se enmarca en los resultados de la priorización para la implementación de saneamientos en APRs realizada en el “Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O’Higgins y Maule)” (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se priorizaron 8 sistemas APR de la cuenca, y busca contrarrestar lo observado en relación a la presencia de contaminantes microbiológicos como coliformes totales y *E. coli* en el curso medio de la cuenca del río Aconcagua, lo cual sería atribuido a contaminación por aguas residuales, principalmente en zonas rurales que no cuentan con alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas.
- **Descripción:** La iniciativa contempla la construcción de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en ocho (8) sistemas APR de la cuenca del río Aconcagua: Pocochay; Rabuco; Parceleros El Melón; Santa Filomena; La Sombra-Los Pinos; El Cobre-La Colonia; La Palma; Troncal San Pedro. La implementación se realizará en base al diseño de los sistemas definidos como resultado de la iniciativa OM-03 del presente Plan.
- **Instancias de relación vinculadas:** Es una iniciativa que se alinea el eje “Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento” de la “Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso” (acápito 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.1-25 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-25 Ficha resumen Acción N°: OH-05

ACCIÓN N°: OH-05	
Nombre de la Acción:	
Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
En diferentes puntos ubicados en el curso medio de la cuenca del río Aconcagua, se ha detectado presencia de Coliformes Totales y <i>Escherichia coli</i> en las fuentes de agua cruda de abastecimiento de agua potable, de manera persistente en el tiempo. La presencia de la bacteria <i>E. coli</i> es atribuida principalmente a la contaminación por aguas residuales; considerando que las zonas rurales no cuentan en su totalidad con red de alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas servidas, eventualmente los contaminantes derivan a cuerpos hídricos receptores.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Construcción de un sistema de red colectora y planta de tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua potable/Ecosistema
Ubicación:	APRs: Pochayay (La Cruz); Rabuco (Hijuelas); Parceleros El Melón (Nogales); Santa Filomena (Santa María); La Sombra-Los Pinos (Hijuelas); El Cobre-La Colonia (Catemu); La Palma (Quillota); Troncal San Pedro (Quillota).
Beneficiarios directos:	APRs: Pochayay (2.083 usuarios); Rabuco (2.250 usuarios); Parceleros El Melón (891 usuarios); Santa Filomena (2.492 usuarios); La Sombra-Los Pinos (949 usuarios); El Cobre-La Colonia (1.218 usuarios); La Palma (4.984 usuarios); Troncal San Pedro (1.936 usuarios).
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Público
Entidad(es) financiadora(s)	GORE-SUBDERE (a través del FNDR)
Entidad(es) responsable(s)	Municipalidades
Observaciones:	
Según al informe realizado por la Mesa Nacional del Agua (MOP, 2020), "en cuanto al saneamiento en zonas rurales, esta es una tarea pendiente", estimándose que la cobertura de alcantarillado en zonas rurales (a nivel nacional) no supera el 25% (DIRPLAN-IFARLE, 2018). Debido a esto, se desarrolló el estudio "Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'higgins y Maule)" (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se priorizaron 8 sistemas APR de la cuenca.	

Fuente: Elaboración propia.

- Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas (OH-06).
 - Objetivo: Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua recuperando y mejorando infraestructura, de manera de incrementar la cantidad y la calidad de los datos de monitoreo de las aguas superficiales.
 - Justificación: Es necesario contar con estaciones fluviométricas que permitan comprender mejor la variabilidad en la cantidad de agua que circula durante el año en la cuenca, dado el hecho que la región de Valparaíso será una de las zonas que sentirán de manera más intensa los efectos del cambio climático, principalmente en disminución de caudales y acumulación de nieve.
 - Descripción: Esta iniciativa consiste en la construcción de tres (3) nuevas estaciones fluviométricas, "Estero Los Loros antes de la junta con río Aconcagua", "Estero Los Litres antes de la junta Aconcagua" y "Estero Los Litres en Puente Regis"; y la recuperación de dos (2) estaciones actualmente suspendidas, "Río Aconcagua en Panamericana" y "Río Aconcagua en Tabolango", todas ellas dentro de la Red Hidrométrica de la DGA en relación a monitoreo de caudales.

La iniciativa comprende los trabajos e instalación de equipos necesarios para un correcto servicio de proporción de *data* de los flujos en cada sección, contemplado si corresponde en cada caso: reperfilamiento de secciones transversales, obra civil asociada a la sección de aforo, caseta de instrumentación, sensores y equipos de transmisión, sistema de energización, etc. Se requiere que las estaciones tengan registro automático en cuanto a captura del dato y transmisión en tiempo real.

- Instancias de relación vinculadas: Esta iniciativa se alinea con los objetivos de trabajo propuestos por los miembros de la "Mesa Aconcagua" y su Mesa Técnica (acápites 2.6.3.2 iii b), en particular con la visión planteada por la JVTS. Además, es una iniciativa que apoya a los miembros de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.1-26 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-26 Ficha resumen Acción N°: OH-06

ACCIÓN N°:	OH-06
Nombre de la Acción:	
Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	
Brecha o problemática identificada:	
Es necesario contar estaciones bien repartidas en toda la cuenca, para la correcta gestión y administración del agua superficial, además de servir como puntos de control, ayuda al conocimiento integral del recurso hídrico en la cuenca.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, recuperando y mejorando infraestructura, de manera de incrementar la cantidad y la calidad de los datos de monitoreo de las aguas superficiales, a través de: la construcción de tres (3) nuevas estaciones, "Estero Los Loros antes de la junta con río Aconcagua", "Estero Los Litres antes de la junta Aconcagua" y "Estero Los Litres en Puente Regis"; y la recuperación de dos (2) estaciones actualmente suspendidas, "Río Aconcagua en Panamericana" y "Río Aconcagua en Tabolango".	
Características generales:	
Ámbito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	OUA, DGA, DOH y otros miembros de la comunidad relacionada a la toma de decisiones en temas hídricos.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
Esta iniciativa surge de la importancia de comprender la variabilidad en la cantidad de agua que circula durante el año en la cuenca, debido a que en la región de Valparaíso será una de las zonas que sentirán de manera más intensa los efectos del cambio climático, principalmente en disminución de caudales y acumulación de nieve.	

Fuente: Elaboración propia.

- Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos (OH-07).
 - Objetivo: Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de tres (3) nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.
 - Justificación: Es relevante disponer de información piezométrica para la caracterización del estado del acuífero, y facilitar la correcta gestión de los recursos hídricos subterráneos en los distintos SHAC de la cuenca.
 - Descripción: Esta iniciativa consiste en la construcción de tres (3) nuevos pozos de monitoreo de niveles de agua subterránea para la red Hidrométrica de la DGA. El primer punto se encuentra en el SHAC Acuífero 2 (Putando), concretamente en el tramo intermedio del río Putando. El segundo punto se ubica aguas arriba de la ciudad de Llay Llay, en el SHAC Acuífero 5 (Llay Llay); por último, se propone un punto en el SHAC Acuífero 9 (Limache), específicamente en el sector medio entre los pozos de monitoreo existentes LE-02 y LE-03. Las coordenadas tentativas de los nuevos pozos se presentan en la Tabla 6.2-5.

El monitoreo de niveles de aguas puede efectuarse en nuevos pozos de explotación que cuenten con sensor de nivel y data logger o la habilitación de pozos suspendidos en los puntos seleccionados.

- Instancias de relación vinculadas: Esta iniciativa se alinea con los objetivos de trabajo propuestos por los miembros de la “Mesa Aconcagua” y su Mesa Técnica (acápites 2.6.3.2 iii b), en particular con la visión planteada por la JVTS. Además, es una iniciativa que apoya a los miembros de la “Mesa Regional para la Emergencia Hídrica” (acápites 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.1-27 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-27 Ficha resumen Acción N°: OH-07

ACCIÓN N°:	OH-07
Nombre de la Acción:	
Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	
Brecha o problemática identificada:	
En cuanto a la gestión técnica y administrativa de las aguas subterráneas, la medición de niveles del acuífero proporciona la información necesaria para la gestión del recurso hídrico en los SHAC. Por lo tanto, el fortalecimiento de la red de medición de niveles, para favorecer la gestión de los acuíferos, debe contar con pozos de medición, bien distribuidos en todos los SHACs de la cuenca.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de tres (3) nuevos puntos de medición. El primer punto se encuentra en el SHAC Acuífero 2 (Putando), concretamente en el tramo intermedio del río Putando. El segundo punto se ubica aguas arriba de la ciudad de Llay Llay, en el SHAC Acuífero 5 (Llay Llay, por último, se propone un punto en el SHAC Acuífero 9 (Limache), específicamente en el sector medio entre los pozos de monitoreo existentes LE-02 y LE-03.	
Características generales:	
Ambito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	SHAC Acuífero 2, 5 y 9
Beneficiarios directos:	OUA, DGA, DOH y otros miembros de la comunidad relacionada a la toma de decisiones en temas hídricos.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
Los puntos podrán ser nuevos pozos de explotación que cuenten con sensor de nivel y data logger o la habilitación de pozos suspendidos. No se identifican acciones públicas ni privadas en cartera vinculadas a sistemas de medición de niveles subterráneos.	

Fuente: Elaboración propia.

- Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica (OH-08).
 - Objetivo: Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de una (1) estación meteorológica en la zona alta de la cuenca.
 - Justificación: Se debe contar con información histórica sobre variables meteorológicas en las zonas más elevadas de la cuenca, donde se podrían estar subestimando los aportes hídricos.
 - Descripción: Esta iniciativa consiste en la construcción de una (1) nueva estación meteorológica en la parte alta de la subcuenca “Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas”.

La iniciativa comprende los trabajos e instalación de equipos necesarios para un correcto servicio de proporción de *data* de parámetros meteorológicos en dicha estación, contemplado: instrumentación (pluviómetro digital, termómetro digital, higrómetro), equipos de transmisión, sistema de energización, obra civil asociada, etc.

- Instancias de relación vinculadas: Esta iniciativa se alinea con los objetivos de trabajo propuestos por los miembros de la “Mesa Aconcagua” y su Mesa Técnica (acápito 2.6.3.2 iii b), como apoyo en la toma de decisiones para la redistribución de aguas. Además, es una iniciativa que asistirá a los miembros de la “Mesa Regional para la Emergencia Hídrica” (acápito 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.1-28 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápito 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-28 Ficha resumen Acción N°: OH-08

ACCIÓN N°: OH-08	
Nombre de la Acción:	
Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	
Brecha o problemática identificada:	
Es necesario tener información de equivalente a precipitación y las variables meteorológicas estándar en puntos más elevados de la cuenca, para mejorar la representación de los productos del balance hídrico, los que de acuerdo a Ayala (2020) presentan subestimaciones del orden del 50%.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de una (1) estación meteorológica en la zona alta de la cuenca, con el objetivo de contar con información histórica sobre variables meteorológicas.	
Características generales:	
Ambito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	Subcuenca "Río Aconcagua desde inicio río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas"
Beneficiarios directos:	OUA, DGA, DOH y otros miembros de la comunidad relacionada a la toma de decisiones en temas hídricos.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
Se recomienda la ubicación del nuevo punto de monitoreo en la parte alta de la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas".	

Fuente: Elaboración propia.

Para efectos del presente PEGH, no se generan nuevas iniciativas relativas a construcción de obras de riego (específicamente mejoras en bocatomas y construcción de tranques de riego), siendo que la CNR ya generó un plan propio (Plan de Riego, año 2016) para llevar a cabo iniciativas prioritarias a partir de su diagnóstico. No obstante, desde un punto estratégico, se apoya y enfatiza en la importancia de ejecutar las iniciativas priorizadas en dicho Plan respecto a actuaciones de mejora en bocatomas y tranques.

Por otro lado, respecto las obras de agua potable urbana, es la propia empresa sanitaria quien, bajo la aprobación de la SISS, establece las inversiones necesarias para garantizar el abastecimiento de agua potable y saneamiento correspondiente en su territorio operacional; por lo anterior, no se incluyen acciones estratégicas en el presente Plan de Acción.

6.1.3 Tecnificación y revestimientos

En este acápite se realiza un diagnóstico y recopilación de acciones en cartera de información secundaria en relación al grado de tecnificación de la superficie agrícola del valle del río Aconcagua y el nivel de revestimiento de sus canales, así como potenciales medidas a considerar en el PEGH.

6.1.3.1 Diagnóstico

i. Tecnificación

La información respecto al nivel de tecnificación de los predios agrícolas actualmente se ha estimado en el acápite relativo a la demanda agrícola (ver Anexo J.6.3), considerando principalmente el último Catastro Frutícola regional (ver metodología en acápite 3.3.2.2 del Anexo F). Cabe mencionar que se identificaron en torno a 7.500 ha de nuevos cultivos en ladera respecto del último catastro frutícola, superficie a la cual se le asignó riego tecnificado por goteo. De lo anterior, en la Tabla 6.1-29 se presenta el resultado actual (año 2019) estimado; la ubicación espacial de las zonas de riego se muestra en la Figura 3.3-1.

Tabla 6.1-29 Estimación de la eficiencia de aplicación de riego, por sector

Sector de riego	Eficiencia aplicación (%)	Sector de riego	Eficiencia aplicación (%)
S01-1	78%	S05	72%
S01-2	76%	S06	75%
S01-3	75%	S07	70%
S01-4	74%	S08	69%
S01-5	83%	S09	69%
S01-6	79%	S10	75%
S01-7	77%	S11	72%
S01-8	73%	S12	79%
S02-1	83%	S13	81%
S02-2	69%	S14	79%
S02-3	72%	S15	83%
S02-4	75%	S16	82%
S02-5	80%	S17	63%
S02-6	77%	S18	63%
S02-7	77%	S19	79%
S03	56%	S20	71%
S04	62%		

Fuente: Elaboración propia.

A nivel de cuenca, se obtiene una eficiencia estimada del 73%. En general, se puede considerar que el grado de tecnificación es medio-alto (considerando un valor máximo de 90% en el caso de riego por goteo, y uno mínimo del 30% correspondiente a tendido), con diferencias espaciales a lo largo del valle. Al respecto, las zonas con menor implantación de tecnificación de riego son:

- Sectores de riego de la comuna de Putaendo: S03 y S04, con un porcentaje de 56% y 62% de eficiencia de aplicación. Constituye la zona, de en torno a 4.200 ha, con mayor ineficiencia de riego a nivel predial.
- Sectores de riego de las comunas de Quillota, Limache y Concón, en el tramo bajo de la cuenca: S017 y S018, con valores promedio de 63% de eficiencia de aplicación (1.000 ha aproximadamente).
- Sectores de riego de las comunas de Catemu, Panquehue (poniente) y Llay Llay: S07, S08 y S09, con valores de 70%, 69% y 69%, respectivamente, ubicados en la segunda sección del río Aconcagua, alcanzando 14.000 ha.

Por otro lado, señalar que las inversiones en tecnificación de predios agrícolas suelen darse con recursos propios (privados) o a través de los fondos concursables de CNR gracias a la Ley de Fomento al Riego N° 18.450. En este sentido, se considera oportuno aportar recursos para tecnificación en la cuenca del río Aconcagua, con un nicho específico focalizado en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua.

ii. Revestimiento de canales

Tras el levantamiento de información del sistema de distribución de agua por canales de riego, se identificaron 2.326 kilómetros lineales de extensión, según CNR (2020b). Respecto al estado actual de estas obras, el estudio CNR (2016a) hizo una revisión de los principales canales de la cuenca; el listado de los canales revisados en dicho estudio se presenta en la Tabla 6.1-30. A su vez, en la Tabla 6.1-31 se muestran los porcentajes de revestimiento obtenidos en dicho diagnóstico.

Tabla 6.1-30 Canales revisados en diagnóstico del Plan de Riego

1a Sección	2a Sección	3a Sección	4a Sección	Putando
Canal Chacabuco-Polpaico	Canal La Culebra o del Puente	Canal Ocoa y Pequeños	Canal Tabolango	Canal Chalaco
Canal Los Quilos y Ladera Negra	Canal Escorial o del Medio	Canal El Melón	Canal Victoria de Santa Rosa de Colmo	Canal Chalaco Alto
Canal Vizcachas o Zamora	Canal Arriba de Catemu	Canal La Palma	Canal Concón Alto	Canal Lobos de Piguchen
Canal San Regis o Hurtado	Canal Santa Isabel o del Medio	Canal Purutún	Canal San Victor	Canal El Tranque
Canal Ramírez	Canal del Cerro y Derivado	Canal Torrejón o Los Chinos		Canal La Compañía
Canal La Petaca o San Vicente	Canal Abajo de Catemu	Canal Serrano		Canal El Desague
Canal Salero	Canal Mercedes	Canal Waddington		Canal Los Guzmanes
Canal San Miguel	Canal Pepino o Huidobro	Canal Calle Larga y Pochay		Canal Lobos y Castro
Canal Santa Rosa	Canal Chacay o Pedregales	Canal Ovalle		Canal Los Lazos de Vicuña
Canal Santander	Canal Turbina o Viña Errázuriz	Canal Mauco		Canal Mal Paso
Canal Rinconada San Rafael	Canal Valdesano o Llay-Llay	Canal Boco		Canal La Compuerta
Canal Los Cantos	Canal Comunero o Ucuquer	Canal San Pedro		Canal El Pueblo (3 puentes)
Canal San Rafael	Canal Las Vegas- Molino	Canal Rautén		Canal El Alamo
Canal Quilpué	Canal La Sombra o Grande	Canal Molino de Rautén		Canal Barrancas o Cabrero
Canal Estanquera	Canal Comunidad Romeral	Canal Candelaria		Canal Montoya
Canal Ahumada	Canal Romeral	Canal Marfán		Canal Araya
Canal Herrera	Canal Purehue	Canal Lo Rojas		Canal Silva Nuevo
Canal Montenegro o Almendral	Canal Los Agustinos o La Redonda			Canal El Cuadro
Canal El Sauce o Encón				Canal Silva Viejo
Canal Curimón				Canal Grande de Rinconada
Canal del Pueblo				Canal Lazos Quebrada

1a Sección	2a Sección	3a Sección	4a Sección	Putando
Canal Cerro Verde				Canal El Moro
Canal La Pirca				Canal Bellavista
Canal Los Chacayes				Canal La Higuera
Canal Primera Quebrada				Canal El Molino
				Canal Rinconada
				Canal Gancho El Peral o Trapiche
				Canal Pedregales
				Canal Gancho Las Meicas
				Canal Las Coimas
				Canal Gancho Chacay
				Canal Gancho Barbosa
				Canal Calle Larga
				Canal Punta El Olivo
				Canal El Asiento
				Canal Bellavista Ocho
	Canal Salinas			

Fuente: CNR (2016a).

Tabla 6.1-31 Porcentaje de canales revestidos, según tramo de la cuenca del río Aconcagua, a partir del Plan de Riego

Tramo de la cuenca	Largo total (m)	Largo revestido (m)	Porcentaje de revestimiento (%)
1ª Sección	262.280	1.020	0,39%
2ª Sección	208.366	1.521	0,73%
3ª Sección	393.917	262	0,07%
4ª Sección	22.654	0	0,0%
Putando	253.464	1.529	0,6%
Total	1.140.681	4.332	0,38%

Fuente: Elaboración propia basada en CNR (2016a).

En términos generales, se observa solo un mínimo porcentaje de revestimiento. Es importante mencionar que, dentro de los canales revisados, son solo un pequeño número de estos los que cuentan con revestimiento, siendo este en todos los casos, un revestimiento parcial. A continuación, se entrega un listado de los canales que cuentan con revestimiento y la sección a la que pertenecen:

- Canal San Regis o Hurtado, 1ª sección
- Canal Santa Isabel o del Medio, 2ª sección
- Canal La Palma, 3ª sección
- Canal Lobos de Piguchen, Putando
- Canal El Pueblo (3 puentes), Putando
- Canal Rinconada, Putando

En el estudio “Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en la cuenca de Aconcagua” (CNR, 2016a) ya fueron identificadas una serie de iniciativas de mejora relacionadas con obras de revestimiento de canales. En la Tabla 6.1-32 se presenta un resumen de la cartera de iniciativas sintetizadas en dicho informe.

Tabla 6.1-32 Iniciativas de revestimiento de canales propuestas en el Plan de Riego

Nombre de iniciativa	Territorio
Diagnóstico de la infraestructura de conducción de agua de riego en la 2ª sección del río Aconcagua	2ª sección del río Aconcagua
Estudio de Pre-factibilidad de revestimiento y/o abovedamiento de los sectores críticos en el canal El Mauco pertenecientes a la 3ª sección del río Aconcagua	3ª y 4ª sección del río Aconcagua
Diagnóstico de la infraestructura de aducción, distribución, conducción y control del agua de riego en la 3ª y 4ª sección del río Aconcagua	3ª y 4ª sección del río Aconcagua
Estudio de Pre-factibilidad construcción del canal Oriente en la cuenca del río Putando	Valle de Putando
Diagnóstico de la infraestructura actual y funcionamiento del canal Poniente en la cuenca del río Putando	Valle de Putando

Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2016a).

Por último, cabe mencionar que, la CNR, al amparo de la Ley N° 18.450 (Ley de Fomento al Riego), tiene entre sus objetivos “Fomentar la inversión del sector privado en la construcción de obras de riego y drenaje, a fin de apoyar el desarrollo de la agricultura, con énfasis en los pequeños y medianos agricultores”. De esta manera la CNR ha beneficiado en la cuenca, desde el año 1896, a distintos proyectos en esta materia.

Lo anterior se ve reflejado en la Tabla 6.1-33, en donde se presenta el costo total, y superficie beneficiada por comuna de los proyectos de tecnificación, revestimiento y entubamiento, postulados y seleccionados en los concursos Ley N° 18.450 entre los años 2017 y 2020. Se debe tener en consideración que, parte de los proyectos seleccionados pueden no ser ejecutados, por tal motivo los valores que a continuación se indican no necesariamente corresponden al total invertido en la cuenca.

Tabla 6.1-33 Costo de obras seleccionadas Ley N° 18.450 distribuido por comunas, periodo 2017-2020

Tipo proyecto	Comuna	Costo (UF)	Superficie beneficiada (ha)
Tecnificación	Calle Larga	4.358	20
	Catemu	8.122	55
	Hijuelas	1.645	5
	La Calera	1.348	3
	Limache	1.224	4
	Llay Llay	5.885	17
	Los Andes	2.244	11
	Nogales	10.988	65
	Olmué	1.240	20
	Panquehue	4.390	21
	Putando	18.245	102
	Quillota	11.155	79
	Rinconada	10.072	54
	San Esteban	6.797	36
San Felipe	24.637	85	
Santa María	4.353	19	
Total		116.704	597
Revestimiento	Catemu	21.379	9,65
	Limache	17.613	88,75
	Putando	29.581	5,68
	San Esteban	53.745	71,72
	San Felipe	43.894	105,11
	Santa María	6.292	8,1
Total		172.504	289
Entubamiento	La Cruz	11.184	665,76
	Putando	8.290	3,39
	Quillota	41.051	1693,3
	Rinconada	4.043	5,23
	Santa María	22.118	24,87
Total		86.686	2.393
Total general		375.893	3.278

Fuente: Elaboración propia en base a información CNR (2020)

De la Tabla 6.1-33 se desprende que, los mayores costos asociados a proyectos de tecnificación, revestimiento y entubamiento se encuentran en las comunas de San Felipe, San Esteban y Quillota respectivamente. Respeto a las mayores superficies beneficiadas, por tecnificación, revestimiento y entubamiento, estas se encuentran en las comunas de Putaendo, San Felipe y Quillota, respectivamente.

6.1.3.2 Acciones en cartera actual

No se registran acciones en el Banco Integrado de Proyectos respecto a iniciativas de tecnificación y/o revestimiento de canales. Este tipo de actuaciones mayoritariamente se implementan a través de los concursos de la CNR asociados a la Ley de Fomento al Riego N° 18.450, con financiación público-privada.

6.1.3.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la siguiente iniciativa:

- Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua (OH-04).
 - Objetivo: Incrementar el grado de tecnificación de la superficie agrícola en riego, mediante fondos concursables específicos de tecnificación en la cuenca del río Aconcagua, con nichos especiales para el valle de Putaendo y la cuarta sección del río Aconcagua.
 - Justificación: El porcentaje de eficiencia de aplicación de riego en el valle del río Putaendo y en la zona baja de la cuenca del río Aconcagua se estima en valores en torno a 58% y 63%, respectivamente. Existen recursos económicos periódicos para tecnificación gestionados generalmente por la CNR, a través de la Ley de Fomento al Riego N° 18.450. No obstante, entre otros factores, se aprecia una limitación en los fondos concursables, que provoca que el grado de tecnificación se incremente muy lentamente en el tiempo.
 - Descripción: Esta iniciativa pretende incrementar el grado de tecnificación de la superficie agrícola en riego existente actualmente en el valle del río Putaendo y en la zona baja de la cuenca del río Aconcagua, mediante la disposición de fondos concursables gestionados a través de la Ley de Riego N° 18.450, destinados específicamente a ello.

Se espera tener un ratio de tecnificación sobre áreas actuales de riego de 150 ha/año aproximadamente, destinando nichos específicos para las comunas de Putaendo, Concón, Limache (aguas abajo del embalse Los Aromos) y Quillota (aguas abajo de estación DGA "Río Aconcagua en Tabolango"). No considera bonificación sobre nueva superficie de riego.

- Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea con el eje "Apoyo a la producción agropecuaria" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápite 2.6.3.2 iii b); y el eje "Uso eficiente del recurso" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.1-34 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.1-34 Ficha resumen Acción N°: OH-04

ACCIÓN N°: OH-04	
Nombre de la Acción:	
Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
El porcentaje de eficiencia de aplicación en el valle del río Putaendo y en la zona baja de la cuenca del río Aconcagua, donde se estiman valores entorno a 58% y 63% respectivamente, puede incrementarse a través del apoyo a la tecnificación de los sistemas de riego actuales, de forma de mejorar la pérdida del recurso en los predios agrícolas. Se aprecian valores de eficiencia más elevados en el resto de sectores de riego de la cuenca. Existen recursos económicos periódicos para tecnificación gestionados generalmente por la CNR, a través de la Ley de Fomento al Riego N° 18.450. No obstante, entre otros factores, se aprecia una limitación en los fondos concursables, que provoca que el grado de tecnificación se incremente muy lentamente en el tiempo.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: Brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Incrementar el grado de tecnificación de la superficie agrícola en riego, mediante fondos concursables específicos de tecnificación en la cuenca del río Aconcagua, con nichos especiales para el valle de Putaendo y la cuarta sección del río Aconcagua.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	Subcuenca río Putaendo y 4a sección río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Regantes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto/Mediano/Largo plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	CNR-GORE-Privado
Entidad(es) responsable(s)	CNR
Observaciones:	
Se espera tener un ratio de tecnificación de 150 ha/año aproximadamente, destinando nichos específicos para las comunas de Putaendo, Concón, Limache (aguas abajo del embalse Los Aromos) y Quillota (aguas abajo de estación DGA "Río Aconcagua en Tabolango").	

Fuente: Elaboración propia.

6.2 MEDIDAS DE GESTIÓN

Las medidas de gestión comprenden una serie de iniciativas encaminadas a mejorar la coordinación en la planificación y la ejecución de acciones en torno al recurso hídrico. Incluyen aspectos sociales (gobernanza, capital humano, fortalecimiento y formalización de OUA), así como otras de carácter técnico (mejora en la eficiencia, tecnologías, sistemas de información), entre otras.

6.2.1 Gobernanza

A continuación, se identifican aquellas herramientas necesarias para mejorar la gestión y coordinación entre los diferentes actores de interés en la toma de decisiones sobre los recursos hídricos.

6.2.1.1 Diagnóstico

En relación a la importancia de avanzar hacia una participación y colaboración integrada efectiva, cabe señalar que las instancias de participación en la cuenca del río Aconcagua no se realizan en las escalas recomendadas para una gestión hídrica adecuada (cuenca/subcuenca hidrográfica), y aquellas instancias que se aproximan ("Mesa del Aconcagua"), no son instancias públicas para todos los actores de interés en la cuenca, sino que para un grupo limitado de OUA (Juntas de Vigilancia) relacionados a actividades productivas particulares y ciertos representantes de entidades públicas. Como se mencionó en el acápite 2.6.1.3 i a), en Chile se trabaja con el concepto de cuenca natural como entorno de organización hídrica, sin embargo, los órganos de administración pública con competencias relacionadas al agua, usualmente son entes centralizadas con representatividad regional e incluso zonal; esto conlleva a que estudios y programas relacionados a gestión hídrica se apliquen dentro de límites políticos en lugar de límites naturales. Por ejemplo, la existencia de Mesas Hídricas Provinciales o Regionales en Valparaíso, si bien tienen su función acotada a esos límites administrativos, no juegan el rol de instancia a nivel de cuenca, por ejemplo, la Mesa Regional de para la Emergencia Hídrica o la Mesa Provincial de Quillota- Marga Marga. Es decir, si bien estas mesas abarcan temáticas concernientes a la cuenca de Aconcagua, también incluye a otras cuencas de la región (cuenca río Petorca, cuencas costeras, entre otras), por lo que la identificación de problemas y priorización de soluciones no serán estratégicas o alineadas con las necesidades propias de la cuenca, sino que se convertirán en iniciativas atomizadas dentro del territorio regional.

Mejorar dichas instancias requiere aumentar la variedad de herramientas participativas disponibles para las OUA y extender los aportes de las partes interesadas más allá de un enfoque sobre los asuntos ambientales. Además, se debe reforzar el rol de las entidades públicas territoriales relacionadas a la gestión hídrica como garantes de una planificación a nivel local alineada y coordinada, brindando apoyo a los actores interesados a través de aportes financieros, tutoriales técnicos, y otros recursos que facilitarán su participación. En el caso de la cuenca del río Aconcagua, existe una mesa de trabajo a nivel regional (Mesa Regional para la Emergencia Hídrica), en la cual trabajan permanentemente actores relacionados a instituciones públicas, sin embargo, y como se menciona en el Plan Estratégico

(acápito 2.6.1.2 iii b), la participación de Organizaciones de Usuarios de Agua no es periódica ni establecida y es dependiente de la situación atingente a tratar en la mesa. También existe la Mesa de Aconcagua, la cual reúne a representantes de las Juntas de Vigilancia, ESVAL y entidades públicas, sin embargo, no incluye otras entidades privadas como Mineras o APRs y tampoco incluye a miembros de la sociedad civil (comunidades indígenas, organizaciones ambientalistas, turismo), entre otros³⁶. Debido a lo anterior, se concluye que la cuenca del río Aconcagua no cuenta con instancias de participación y colaboración integradas efectivas.

Otro aspecto que influye en la gobernanza de la cuenca tiene relación a las fiscalización y sanciones en materia de aguas. Según a lo señalado por los actores en las reuniones PAC y de acuerdo a lo mencionado en el acápito 2.6.2, las problemáticas asociadas a este tema se vinculan con la nula participación de la ciudadanía en los procesos de acercamiento para la fiscalización desarrollados por DGA; y en el deficiente monitoreo de extracciones como base para la ejecución de dichos procesos de forma exitosa. Sobre este último punto, en el presente Plan se presentan iniciativas de mejora tanto en las instalaciones de monitoreo como en los protocolos de medición. Con respecto a los procesos de fiscalización y sancionatorios, es DGA en su rol asignado por el solo ministerio de la ley, la entidad encargada de fiscalizar el cumplimiento de las normas del Código de Agua e iniciar los procesos sancionatorios de oficio cuando tomare conocimiento de hechos que puedan constituir infracciones de dichas normas, por denuncia de un particular, por medio de una autodenuncia, o a requerimiento de otro servicio del Estado (Ley N° 21.064). Debido a lo mencionado anteriormente, no se considera como medida estratégica el formular iniciativas relacionadas a procesos de fiscalización, dado que es una labor propia de DGA. No obstante, en el acápito 6.2.5.1 se presenta un breve análisis sobre la relación entre las capacidades técnicas y organizacionales de las OUA y su disposición a participar en dichos procesos.

Cabe señalar que como parte de los procesos sancionatorios aplicados por DGA, se encuentra el uso de la figura de “patente por no uso de agua (PNU)”, el cual es una herramienta sancionatoria aplicada a los titulares de DAA por la no utilización parcial o total de las aguas. Esta sanción se aplica luego de un proceso de fiscalización sobre el derecho y su correcto uso de acuerdo a las características registradas al momento de su inscripción en DGA; debido a esto, si dichos DAA no se encuentran correctamente inscritos en el CPA, la fiscalización sobre ellos será compleja y puede conllevar a conflictos entre los titulares de DAA y DGA (Rivera, 2019), por lo que se identifica la necesidad de sanear, regularizar y/o perfeccionar los DAA actualmente inscritos, además de realizar un proceso de actualización de las bases de datos en CPA. También se debe considerar que, si bien la figura de PNU se esbozó en un principio como una forma de resolver los problemas de acaparamiento de derechos y la especulación en lugares donde el agua es abundante y la escasez del recurso es artificial o legal (Valenzuela, 2013; Santibañez, 2017), actualmente puede causar un efecto de mayor presión sobre los recursos hídricos, esto es especialmente notorio en zonas áridas, donde la escasez puede agravarse si los derechos sin uso comienzan a utilizarse

³⁶ Ver acápito 2.6.1.3 iii) sobre lecciones internacionales para la cuenca y las entidades que se deberían incluir en los procesos participativos.

(Valenzuela, 2013); además de incrementar los conflictos sociales y/o legales relacionados al agua al aplicar sanciones a usuarios que, debido a la escasez, están incapacitados de utilizar la totalidad del DAA solicitado originalmente (Rivera y Vergara, 2015).

La información recopilada para el diagnóstico detallado de la gobernanza en la cuenca del río Aconcagua se ha presentado en el acápite 2.6.

6.2.1.2 Acciones en cartera actual

i. Iniciativas catastradas desde el sector público

A continuación, se entrega el conjunto de iniciativas públicas identificadas en el BIP del MIDESO, las que consideran una (1) iniciativa de planificación para la coordinación. En la Tabla 6.2-1 se entrega el detalle de esta iniciativa.

Tabla 6.2-1 Iniciativas públicas para mejoras en gobernanza

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
30409172	Análisis para el desarrollo de un plan Nacional de Recursos Hídricos año y etapa a financiar: 2020-ejecución.	Recursos Hídricos	Ejecución	DGA	2.392.185

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

La justificación del proyecto, según lo indicado en las Fichas IDI asociadas a cada iniciativa se indica a continuación:

- Análisis para el desarrollo de un Plan Nacional de Recursos Hídricos:**
 La problemática que existe actualmente en las cuencas chilenas es el incremento de conflictos y competencia por el agua entre los diversos actores, debido a la falta de coordinación y orientación en la gestión del recurso hídrico, por consiguiente, se requiere la formulación e implementación de un plan nacional de recursos hídricos que mitigue esta problemática.

ii. Acciones en cartera del sector privado

No se identifican propuestas desde privados en torno a gobernanza en la cuenca.

6.2.1.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua (MG-01).
 - Objetivo: Fomentar la participación activa de diversos intereses productivos, sociales, culturales y económicos en la gestión hídrica y gobernanza entre actores relevantes en materia hídrica en la cuenca del río Aconcagua.
 - Descripción: Esta iniciativa busca generar una instancia fija de participación activa de los diversos intereses productivos, sociales, culturales y económicos en la gobernanza en materia hídrica, a través de la disposición de facilitadores para guiar en la toma de decisiones conjuntas y armónicas en la cuenca del río Aconcagua.

Así, se pretenden brindar apoyo a los actores interesados, a través de un proceso de sensibilización sobre la importancia de contar con este servicio, el cual proveería de aportes financieros, tutoriales técnicos y otros recursos que facilitarían su participación en las diferentes instancias de coordinación en la cuenca. Se propone usar como experiencia además el trabajo realizado por el Departamento de Recursos Hídricos de California y su "Servicio de Apoyo a la Facilitación" (FSS por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es contratar consultorías y profesionales para proporcionar servicios de apoyo de facilitación a agencias públicas locales que buscan determinar las estructuras de gobernanza efectivas para las "Agencia de sostenibilidad del agua subterránea", con el fin de implementar los requisitos de la Ley de Gestión Sostenible de las Aguas Subterráneas (SGMA).

Se plantea la conformación de esta iniciativa en la cuenca con el apoyo de profesionales externos (a través de consultorías) y un aporte en menor medida de profesionales públicos de planta como coordinadores de las solicitudes de servicios de facilitación, los cuales, en su conjunto, puedan prestar servicios de asistencia a las OUA en procesos relacionados a:

- Mejoras en el desarrollo organizacional de la OUA, a través de la asistencia en la ejecución de evaluaciones de usuarios y/o dirigentes; guías para el desarrollo de buenas prácticas de gestión y gobernanza hídrica; planes de gestión; planes maestros; entre otros.
- Planificación y desarrollo de instancias de coordinación y participación entre actores interesados en la gestión hídrica en la cuenca (públicos y/o privados).

- Desarrollo de herramientas de divulgación pública (páginas web; acceso e interacción con la prensa; entre otros).
- Desarrollo de metodologías o protocolos para la integración y participación de comunidades indígenas y/o miembros de la sociedad civil interesados en temas hídricos (organizaciones ambientalistas; juntas de vecinos; entre otros).
- Mediación de conflictos y metodologías de negociación.

De esta forma, el Servicio de Facilitación se convertiría en una herramienta complementaria para la mejora de las instancias de coordinación actualmente existente y facilitaría la generación de nuevos vínculos o alianzas, ya sea entre usuarios o entre actores interesados.

- Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea con el eje "Conformación y fortalecimiento de las organizaciones y capacitación de los usuarios de agua" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.2-2 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-2 Ficha resumen Acción N°: MG-01

ACCIÓN N°:	MG - 01
Nombre de la Acción:	
Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
Las instancias de participación en la cuenca del río Aconcagua no se realizan en las escalas recomendadas para una gestión hídrica adecuada (cuenca/subcuenca hidrográfica) y, aquellas instancias que se aproximan ("Mesa del Aconcagua"), no son instancias públicas para todos los actores de interés en la cuenca, sino que para un grupo limitado de OUA's (Juntas de Vigilancia) relacionados a actividades productivas particulares y ciertos representantes de entidades públicas.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fomentar la participación activa de diversos intereses productivos, sociales, culturales y económicos en la gestión hídrica y gobernanza entre actores relevantes en materia hídrica, a través de la disposición de facilitadores para guiar en la toma de decisiones conjunta y armónica en la cuenca del río Aconcagua.	
Características generales:	
Ámbito:	Gobernanza
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Actores públicos y privados relacionados con la toma de decisiones en temas hídricos de la cuenca.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA Región de Valparaíso
Observaciones:	
Esta iniciativa surge de la importancia de reforzar el rol de las entidades públicas territoriales relacionadas a la gestión hídrica como garantes de una planificación a nivel local (cuenca) alineada y coordinada, brindando apoyo a los actores interesados a través de aportes financieros, tutoriales técnicos, y otros recursos que facilitarán su participación. Como experiencia, analizar el trabajo realizado por el Departamento de Recursos Hídricos de California y su "Servicio de Apoyo a la Facilitación" (FSS por sus siglas en inglés), como apoyo a las Agencias de Sustentabilidad de Aguas Subterráneas, encargadas de la administración de aguas subterráneas en el Estado.	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Constitución de reservas

A continuación, se diagnostica el estado de las áreas de reserva en la cuenca, se señala la factibilidad de su constitución y las iniciativas necesarias para lograrlo, de ser necesario.

6.2.2.1 Diagnóstico

La constitución de reservas de agua está definida por el Artículo 147 bis inciso 3° del Código de Aguas, el cual dispone que *"cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento"*. Cabe señalar que, de acuerdo a lo señalado en el Inventario Público de Obras Estatales de Desarrollo del Recurso y Reservas de Aguas³⁷ de DGA, al momento de realizar este estudio, la cuenca de Aconcagua no cuenta con Decretos para la reserva de agua.

Para emitir un Decreto de Reserva, es necesaria la realización de un Informe Técnico DGA, el cual definirá el caudal disponible para reserva; usualmente son denominados "Análisis de Caudales de Reserva en Aguas Subterráneas para Abastecimiento de la Población en Acuíferos" o "Análisis de Caudales de Reserva en Aguas Superficiales para Abastecimiento de la Población", dependiendo de la fuente de abastecimiento analizada. De acuerdo a la revisión de antecedentes realizada, al momento del desarrollo del presente estudio, no se identifica la existencia de este informe en la cuenca del río Aconcagua.

Con respecto a las posibilidades de constituir nuevas zonas de reserva, se debe considerar que todos los acuíferos en la cuenca de Aconcagua están declarados como Área de Restricción o Zona de Prohibición (Tabla 4.2-2), es decir, existe la posibilidad de decretar reservas a través de la constitución de DAA provisionales, con la condición de que los acuíferos posean volúmenes de agua disponibles para tal fin. En la Tabla 6.2-3 se presentan los volúmenes disponibles para DAA provisionales y el estado de restricción para cada SHAC.

³⁷ Ver <en línea> https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/, visitado por última vez el 24 de septiembre de 2020.

Tabla 6.2-3 Volúmenes de disponible para DAA provisionales en los SHAC de la cuenca del río Aconcagua

SHAC	Limitación	Volumen disponible DAA provisionales (m ³ /año)	Resolución DGA	Fecha Publicación
Acuífero 1 - San Felipe	Área de Restricción	323.903.838	N°57	16/01/2017
Acuífero 2 - Putaendo	Área de Restricción	19.239.080	N°57	16/01/2017
Acuífero 3 - Panquehue	Área de Restricción	50.501.142	N°57	16/01/2017
Acuífero 4 - Catemu	Área de Restricción	44.115.530	N°57	16/01/2017
Acuífero 5 – Llay Llay	Área de Restricción	5.247.590	N°58	16/01/2017
Acuífero 6 - Nogales-Hijuelas	Zona de Prohibición	No existe volumen disponible	N°27	04/12/2019
Acuífero 7 - Quillota	Zona de Prohibición	No existe volumen disponible	N°27	04/12/2019
Acuífero 8 - Aconcagua desembocadura	Zona de Prohibición	No existe volumen disponible	N°27	04/12/2019
Acuífero 9 - Limache	Zona de Prohibición	No existe volumen disponible	N°27	04/12/2019

Fuente: Elaboración propia basada en DGA (2017c) y DGA (2019).

De acuerdo a la actualización de disponibilidad en los acuíferos, realizado en el estudio DGA-DOH (2019)³⁸, solo los SHAC 1 San Felipe, 2 Putaendo y 5 Llay Llay, poseen disponibilidad efectiva para la constitución de nuevos derechos; debido a esto se elevó la solicitud de Decreto de Reserva, mediante Oficio Ord. DOH N° 2481 de fecha 17 de mayo de 2019, solicitud que a la fecha se encuentra en proceso de evaluación por parte de la DGA. En la Tabla 6.2-4, se muestra la propuesta realizada por DGA-DOH (2019) con respecto a la declaración de reserva de caudales sobre los SHAC mencionados.

³⁸ Ver estudio DGA-DOH (2019) "Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural – cuenca del Aconcagua"

Tabla 6.2-4 Cálculo de volumen de reserva en SHAC de cuenca del río Aconcagua

SHAC	Disponibilidad (m ³ /año) ³⁹	Solicitudes en trámite (m ³ /año)	Volumen de reserva requerido (m ³ /año)	Diferencia (m ³ /año)	Propuesta
Acuífero 1 - San Felipe	111.389.522	61.649.716	9.898.529	39.841.277	No corresponde reservar
Acuífero 2 - Putaendo	18.516.237	0	2.117.391	16.398.849	No corresponde reservar
Acuífero 5 - Llay Llay	3.528.878	2.157.602	4.753.859	-3.382583	Corresponde reservar

Fuente: DGA-DOH (2019).

De acuerdo a lo presentado anteriormente, se sugiere seguir con el decreto de reserva en el SHAC 5 Llay Llay para su uso en abastecimiento de agua potable (APR), de naturaleza subterránea, sujeto a evaluación por parte del DARH de la DGA. Es importante señalar que, en el SHAC 5, solo existen tres (3) sistemas APR⁴⁰, uno (1)⁴¹ de los cuales ya poseen DAA suficientes para suplir la demanda de abastecimiento actual (año 2019), pero a futuro los tres APR requerirán de recurso hídrico para suplir sus demandas⁴².

Finalmente, se debe considerar que durante el proceso de reuniones PAC, los actores convocados en el ámbito de agua potable, señalaron como una solución territorial prioritaria la constitución de áreas de reserva⁴³.

6.2.2.2 Acciones en cartera actual

Según el estudio DGA-DOH (2019), se encuentra en proceso de evaluación por parte de la DGA el análisis de factibilidad de reserva de DAA, en virtud del Oficio Ord. DOH N° 2481 de fecha 17 de mayo de 2019, el cual solicita el aseguramiento de una determinada cantidad de DAA en los SHAC donde aún existe disponibilidad para la constitución de nuevos derechos, en volúmenes señalados en la Tabla 6.2-4.

6.2.2.3 Iniciativa(s). Ficha(s) Resumen

Debido a lo mencionado en el diagnóstico, la constitución de reservas de agua en zonas disponibles es una iniciativa actualmente en evaluación por parte del DARH de la DGA; por lo anterior, esto es una labor propia del servicio y no se considera una iniciativa estratégica al respecto en el Plan de Acción.

³⁹ La disponibilidad (m³/año), corresponde a derechos definitivos en los casos de acuíferos en situación "Sector abierto" o los derechos provisionales en los casos de acuíferos en situación "Área d Restricción".

⁴⁰ Ver estudio DGA-DOH (2019) "Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural - cuenca del Aconcagua"

⁴¹ Sistemas APR Santa Teresa Los Loros, Santa Rosa El Roble y Las Palmas Llaillay (comuna de Llay Llay).

⁴² Considerando "Criterio DOH (Demanda Bombeo Q max)".

⁴³ Resultados de la encuesta realizada en reunión PAC con actores ámbito agua potable urbana y rural, 22 de junio de 2020.

6.2.3 Sistemas de Información

En el presente acápite se presentan las herramientas de información necesarias para el apoyo a los actores relevantes de la cuenca en la toma de decisiones sobre la gestión de recursos hídricos y gobernanza, con énfasis en la Red Hidrométrica de la DGA.

6.2.3.1 Diagnóstico

Red Hidrométrica DGA

De acuerdo a la información presentada en el acápite 2.4.2 y el análisis de la oferta y demanda y gobernanza realizado en el presente estudio, se ha identificado la necesidad de mejoras en la red hidrométrica de la DGA. Dependiendo del grupo de control al que pertenece el tipo de estación, se expone el diagnóstico en el siguiente orden: red fluviométrica, nivel de pozos, nivel de lagos y embalses, glaciológica, calidad de las aguas, meteorológica y sedimentométrica.

i. Fluviometría

En el caso de aforo de aguas superficiales, las necesidades pasan por volver a habilitar las estaciones de control operacionales de las secciones de riego del valle.

La parte alta de la cuenca se encuentra bien monitoreada, en términos de caudales.

En el caso de la segunda sección del río, el caudal de entrada está representado por la estación "Río Aconcagua en San Felipe" (código BNA 05410005-1). Para objetivos de medir recuperaciones en el río, sería conveniente contar con una estación en la zona de Panquehue. Adicionalmente, esta zona está definida como una zona favorable para recargas artificiales, siendo necesario un mejor monitoreo del recurso. Respecto de las bases de estaciones recibidas en este estudio, no hay una estación en dicha zona; estuvo operativa la estación de calidad "Río Aconcagua en Panquehue (CA)" (código BNA 05420004-8), actualmente suspendida. Por otro lado, en el nuevo observatorio climático de la DGA (consulta 11-09-2020), aparece una estación vigente denominada "Río Aconcagua en Panquehue", sin ninguna medición. Si esta estación es nueva, entonces no se requiere de una inversión adicional.

Aguas abajo del valle, a la salida de Llay-Llay, y dada las iniciativas de recarga y control del recurso, es recomendable tener una estación de control a la salida del estero Los Loros; se propone entonces el nuevo punto de control fluviométrico "Estero Los Loros antes de la junta con río Aconcagua". Luego de Llay-Llay, es importante recuperar la estación "Río Aconcagua en Panamericana" (código BNA 05423005-2), que, de acuerdo a los antecedentes, suspendió sus mediciones a contar del año 1990. Esta estación está bien ubicada y podría significar menores costos de inversión.

Para el sector de Nogales e Hijuelas, sería recomendable, así como existe la estación "Estero Catemu en Puente Santa Rosa" (código BNA 05421002-7), que se incorporen dos nuevas estaciones: "Estero Los Litres antes de la junta Aconcagua" y "Estero Los Litres en Puente Regis". Aguas abajo, para el sector de Quillota, es ideal recuperar la

estación "Río Aconcagua en Tabolango" (código BNA 05426002-4), actualmente suspendida.

La cuenca, al inicio del presente estudio, no disponía de una estación fluviométrica de cierre. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto, el Director Regional DGA Región de Valparaíso informa de la incorporación de la estación "Río Aconcagua en Puente Colmo" (código BNA 05426003-2), la cual representa la estación de desembocadura tan necesaria en el valle.

ii. Nivel de pozos

Para mejorar la información relativa a niveles del acuífero de Aconcagua, relacionada principalmente a productos del balance de aguas subterráneas realizados para cada SHAC de la cuenca, es necesario incorporar a la Red Hidrométrica DGA nuevos puntos de medición de niveles.

De acuerdo al análisis efectuado en la cuenca, se identificaron tres (3) puntos que resultan de importancia prioritaria para considerar su incorporación a la red DGA. El primer punto se encuentra en el SHAC Acuífero 2 (Putando), concretamente en el tramo intermedio del río Putando, donde es necesario evaluar el uso del recurso hídrico en el Pueblo y ayudar a mejorar la estimación del gradiente hidráulico. El segundo punto se ubica aguas arriba de la ciudad de Llay Llay, en el SHAC Acuífero 5 (Llay Llay), sector donde no existe monitoreo vigente y este nuevo punto ayudará a evaluar transecta y niveles, por último, se propone un punto en el SHAC Acuífero 9 (Limache), específicamente en el sector medio entre los pozos de monitoreo existentes LE-02 y LE-03, el cual está orientado a evaluar el uso del recurso hídrico en la ciudad de Limache. Las coordenadas tentativas de los nuevos pozos se presentan en la Tabla 6.2-5.

Tabla 6.2-5 Ubicación tentativa para nuevos pozos

SHAC	Código Propuesto	Este (WGS-84)	Norte (WGS-84)
Acuífero 2 - Putando	PO-P-01	337.918	6.388.077
Acuífero 5 - Llay Llay	LL-P-01	320.074	6.362.314
Acuífero 9 - Limache	LE-P-01	288.877	6.345.097

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, como parte de una recomendación de puntos no prioritarios, se plantea considerar para el futuro, cuatro (4) sectores que resultaría útil ser medidos, para ayudar a mejorar el entendimiento general del sistema. El primer sector se encuentra en la parte alta del SHAC Acuífero 2 (Putando), para evaluar las plantas de recarga cercanas. El segundo punto se ubica en el SHAC Acuífero 5 (Llay Llay), aguas arriba del sector Las Palmas, para una segunda transecta de estimación de gradientes y de niveles, aguas arriba de la ciudad de Llay Llay. El siguiente punto se propone entre los pozos de monitoreo existentes LE-01 y LE-03, para evaluar la transición en la transecta que va directo al embalse Aromos y finalmente un punto en el SHAC Acuífero 4 (Catemu), con el objetivo de tener un nivel representativo de la parte alta del valle de Catemu y mejorar la caracterización del gradiente hidráulico.

iii. Nivel de lagos y embalses

En lo que respecta la medición de niveles en lagos y embalses, la cuenca no cuenta con estaciones de medición de nivel registradas en la Red Hidrométrica DGA. Sin embargo, es importante mencionar que en la cuenca existen dos embalses (Los Aromos y Chacrillas), y estos cuentan con medición histórica de volumen de almacenamiento (Figura 2.4-1 y Figura 2.4-2, respectivamente). Por lo anterior, no se considera como iniciativa estratégica a incluir actualmente en el PEGH.

iv. Glaciología

En lo que respecta a la infraestructura para monitoreo de glaciares, la cuenca dispone de una (1) estación, "Glaciar Juncal Norte" (código BNA s/i), ubicada en la parte alta de la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas", que es donde se sitúan el mayor número de glaciares (627), según se indica en la Tabla 4.3-1. Este glaciar de valle de mayor superficie en la cuenca.

v. Calidad de aguas

El monitoreo de la red hidrométrica de calidad de aguas superficiales y subterráneas, que se describe en detalle en el acápite 4.1.4 y 4.2.3, tiene como función analizar el estado de los distintos cursos de agua superficiales de la cuenca, así como también el estado de los acuíferos. Para que este resulte en un monitoreo constante y representativo, debe incorporar escalas de tiempo y espacio lo suficientemente acotadas, de manera que no se generen incertidumbres entre los datos recopilados.

En la zona alta de la cuenca del río Aconcagua, específicamente en subcuenca "Río Aconcagua desde inicio río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas" (código BNA 050301), se ha detectado la superación, de forma persistente, de los límites establecidos en las normas NCh409/05 (agua potable) y/o NCh1333/78 (riego) de los parámetros Cu, As, SO_4^{2-} , CE y SDT; y en la subcuenca "Estero las Minillas" (código BNA 050302), el parámetro As respecto la norma NCh409/05. La fuente de contaminación en su componente antrópica está ligada a las actividades mineras del área, tanto actuales como históricas, representadas por depósitos de relaves abandonados. Teniendo en cuenta lo anterior, se ha analizado la base de datos de distintas estaciones de calidad de agua superficial a lo largo de la cuenca. Así, debido a que algunas estaciones de la red hidrométrica de la DGA en los últimos 10 años solo presentan mediciones bianuales, para disponer de mayor información de la calidad de las aguas superficiales en dicha área, se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones de las estaciones en las subcuencas señaladas, de manera que esta se desarrolle de forma trimestral. Este tipo de medición permitirá comparar estacionalmente los distintos parámetros analizados, viendo como varían ante las diferencias en la cantidad de agua que circula a lo largo de un año.

Por otra parte, en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua, específicamente en los SHAC, Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache) se ha detectado la presencia de nitratos (NO_3^-) en concentraciones por encima de la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR, lo que se percibe como una disminución de la calidad de las aguas

subterráneas. Lo anterior es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura. Así, para disponer de mayor información de la evolución temporal de este parámetro en las aguas subterráneas, se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones en los pozos APR antes mencionados, de manera que esta ocurra trimestralmente, al igual que para las aguas superficiales de la parte alta de la cuenca.

Por último, en la zona baja de la cuenca, se encuentran las áreas de conservación con categoría de Sitios Prioritarios SP2-242 (Estuario Río Aconcagua) y SP2-245 (Humedal Río Aconcagua) (Tabla 2.3-6), ubicados en la salida de la cuenca, muy cercanos al nivel del mar, donde se considera importante contar monitoreo de calidad de las aguas subterráneas; actualmente en el SHAC 8 existen puntos de monitoreo de calidad subterráneos, por lo que se recomienda se mantengan.

vi. Meteorología

En términos de datos meteorológicos, es necesario tener información de equivalente a precipitación y las variables meteorológicas estándar en puntos más elevados de la cuenca, para mejorar la representación de los productos del balance hídrico, los que de acuerdo a Ayala (2020) presentan subestimaciones del orden del 50%. Actualmente se controla en río Juncal, en río Blanco y río Colorado, pero es necesario incorporar al menos una medición adicional a más altura, considerando la existencia de importantes masas glaciares. Esto también fue manifestado como problemática por los actores convocados a reuniones PAC (Tabla 2.6-6). Debido a esto, se considera como una iniciativa estratégica la incorporación de un nuevo punto de monitoreo en la parte alta de la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas".

Cabe mencionar, que las fuentes oficiales de información meteorológica corresponden a la DGA y la DMC, en donde muchas de estas últimas, están localizadas en aeropuertos y capitales regionales, no solventando la gran brecha de información en altura geográfica que tiene el país.

En relación a lo anterior, se aclara que el presente análisis se limita al diagnóstico de la red hidrométrica DGA, no obstante, es preciso aclarar que los datos de entrada utilizados en la modelación del presente estudio, han considerado el producto meteorológico del CR2, CR2MET, que utiliza para la construcción de sus productos meteorológicos, fuentes de otras instituciones como el INIA, que proveen estadísticas meteorológicas usualmente con un estándar de medición variable, como lo señala la plataforma VISMET del CR2⁴⁴. De esta forma el trabajo desarrollado cuenta en ese sentido, con datos que incorpora tanto fuentes de información medidas de todas las fuentes disponibles en la cuenca, como simulaciones que provienen de los productos de la actualización del balance hídrico de Chile (DGA, 2018c). Para mayor detalle de la información utilizada en modelación, ver Apéndice H-1 "Relleno de información hidrometeorológica" y Apéndice H-3 "Diagnóstico Meteorológico".

⁴⁴ <http://vismet.cr2.cl/>

vii. Sedimentos

Respecto a la red sedimentométrica, la cuenca dispone de cinco (5) estaciones vigentes, "Río Putaendo en resguardo Los Patos" (BNA 05414001-0), ubicado en la subcuenca Estero Las Minillas; "Río Colorado en Colorado" (BNA 05406001-7), "Río Aconcagua en Chacabuquito" (BNA 05410002-7), "Río Blanco en Río Blanco" (BNA 05402001-5) y "Río Aconcagua en Río Blanco" (BNA 05403002-9), Ubicados en la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y Afluentes hasta Las Minillas", todas presentes en el sector alto de la cuenca, donde predominan los procesos erosivos y se origina la producción de mayor cantidad de sedimentos en la cuenca.

En la parte media y baja de la cuenca, donde comienza la deposición de los sedimentos debido a la disminución de la pendiente, no existen estaciones vigentes; no obstante, existen 3 estaciones suspendidas, "Río Aconcagua en Puente Colmo" (BNA 05426003-2), "Estero de Limache antes junta Río Aconcagua" (BNA 05427003-8) y "Embalse Los Aromos" (BNA 05427005-4). Se sugiere la habilitación de al menos la primera de estas estaciones, para medir la variable en el cierre de la cuenca, si bien no se considera una iniciativa estratégica para el presente PEGH. No se registran iniciativas referidas a este punto en reunión PAC con actores relevantes.

Finalmente, en la Tabla 6.2-6 se presenta un resumen de las potenciales mejoras de la Red Hidrométrica de la DGA en función del diagnóstico anterior. Por otro lado, cabe señalar que el impacto más positivo para el control de los caudales y niveles sería mediante el monitoreo obligatorio de extracciones por parte de los usuarios de la cuenca (a nivel superficial y subterráneo).

Tabla 6.2-6 Resumen de mejoras propuestas de la Red Hidrométrica DGA

Ubicación		Tipo de Estación				
		Fluviometría	Nivel de pozos	Calidad de aguas (*)	Meteorología	
Sub-cuenca	Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero Las Minillas			Aumento de periodicidad	Una (1) nueva estación en la parte alta	
	Estero Las Minillas			Aumento de periodicidad		
	Río Aconcagua	Recuperación de estación: - Río Aconcagua en Panquehue - Río Aconcagua en Panamericana - Río Aconcagua en Tabolango				
		Nuevas estaciones: - Estero Los Loros antes junta con río Aconcagua - Estero Los Litres antes de la junta con el río Aconcagua - Estero Los Litres en Puente Regis				
SHAC	1 - San Felipe					
	2 - Putaendo		Un (1) nuevo punto de medición			
	3 - Panquehue					
	4 - Catemu					
	5 - Llay Llay		Un (1) nuevo punto de medición			
	6 - Nogales-Hijuelas			Aumento de periodicidad		
	7 - Quillota			Aumento de periodicidad		
	8 - Aconcagua desembocadura					
	9 - Limache		Un (1) nuevo punto de medición	Aumento de periodicidad		

(*) Incorporar E. coli en monitoreo superficial/subterráneo en red hidrométrica DGA en toda la cuenca (16 estaciones).

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.2 Acciones en cartera actual

En el Anexo J.10 entrega el conjunto de iniciativas públicas identificadas en el BIP del MIDESO, las que consideran cuatro (4) iniciativas de asociadas a acciones para mejorar los sistemas de información de la cuenca, sin embargo, no se identifican iniciativas relacionadas con las mejoras propuestas en diagnóstico efectuado, tampoco se identificaron iniciativas privadas.

6.2.3.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas presentadas seguidamente; es preciso aclarar que este apartado resume aquellas iniciativas consideradas como inversión en "Medidas de gestión", de modo que las iniciativas que comprenden construcción de obras de la Red Hidrométrica de la DGA, se han considerado en el acápite 6.1.2:

- Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua (MG-05).
 - Objetivo: Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas superficiales de la cuenca.
 - Justificación: Actualmente, las estaciones de calidad físico-químicas tienen un muestreo que va entre 2 o 3 veces año, siendo esto insuficiente para analizar las variaciones en las concentraciones de los distintos parámetros analizados, que ocurren producto de eventos aislados, o a las variaciones de los caudales producto de los cambios en las estaciones del año.
 - Descripción: Esta iniciativa considera aumentar el protocolo de monitoreo de las estaciones de calidad de aguas superficiales que forman parte de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua. De esta forma, se propone con esta iniciativa realizar (al menos) 4 mediciones al año, una por cada estación del año, de manera de que puedan analizarse cambios recurrentes en las concentraciones de los contaminantes más importantes identificados en esta zona de la cuenca, como Cu, As y SO_4^{2-} . De todas maneras, se considera prudente que el aumento de la cantidad de muestreos no implique la baja en la cantidad de información de cada uno de estos, por lo que se debiese seguir analizando los mismos parámetros que se incluyen actualmente. De la misma forma, las campañas de terreno para realizar los muestreos debiesen ocurrir de manera global para la cuenca, con el objetivo de tener datos en simultaneo para las distintas estaciones de monitoreo.

Así, de las 43 estaciones vigentes de calidad de aguas superficiales en la cuenca del río Aconcagua, se propone esta medida para los 29 puntos ubicados en las subcuencas "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas" (BNA 050301) o "Estero las Minillas" (BNA 050302), las cuales conforman la parte alta de la cuenca, y son los que se ven recurrentemente afectados por la superación de las normas de agua potable o riego en el caso de los parámetros mencionados Cu, AS y SO_4^{2-} .

- o Instancias de relación vinculadas: Esta iniciativa se alinea con los objetivos de trabajo propuestos por los miembros de la "Mesa Aconcagua" y su Mesa Técnica (acápites 2.6.3.2 iii b), como apoyo en la toma de decisiones para la redistribución de aguas. Además, es una iniciativa que asistirá a los miembros de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.2-7 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-7 Ficha resumen Acción N°: MG-05

ACCIÓN N°: MG-05	
Nombre de la Acción:	
Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
En la zona alta de la cuenca del río Aconcagua, específicamente en la subcuenca "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas" (código BNA 050301), se ha detectado la superación, de forma persistente, de los límites establecidos en las normas NCh409/05 (agua potable) y/o NCh1333/78 (riego) de los parámetros Cu, As, SO ₄ ²⁻ , CE y SDT; y en la subcuenca "Estero las Minillas" (código BNA 050302), el parámetro As respecto la norma NCh409/05. La fuente de contaminación en su componente antrópica está ligada a las actividades mineras del área. Para disponer de mayor información de la calidad de las aguas superficiales en dicha área, se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones de las estaciones en las subcuencas señaladas, debido a que algunas estaciones de la red hidrométrica de la DGA en los últimos 10 años solo presentan mediciones bianuales.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas superficiales en la parte alta de la cuenca. De esta forma, se podrá estudiar las variaciones estacionales asociadas a los distintos caudales observados a lo largo de un año en el río Aconcagua y sus afluentes.	
Características generales:	
Ambito:	Ecosistema
Ubicación:	Subcuencas "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas" (Código BNA 05301) y "Estero Las Minillas" (Código
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
La Red Hidrométrica de la DGA tiene 43 estaciones vigentes de calidad superficial en la cuenca "Río Aconcagua" (BNA 0503). De estas, 29 estaciones se encuentran en las subcuencas "Río Aconcagua desde inicio Río Juncal y afluentes hasta Estero las Minillas" (BNA 050301) o "Estero las Minillas" (BNA 050302), las cuales conforman la parte alta de la cuenca. El objeto de esta iniciativa es incrementar la periodicidad de calidad en estas 29 estaciones, cuyos códigos BNA son 5401002-8, 5401003-6, 5402001-5, 5402004-K, 5402005-8, 5402006-6, 5402007-4, 5402009-0, 5402010-4, 5402011-2, 5402013-9, 5402014-7, 5402015-5, 5403002-9, 5403004-5, 5403005-3, 5406001-7, 5410002-7, 5410004-3, 541005-1, 5410022-1, 5411001-4, 5411003-0, 5413001-5, 5414001-0, 5414002-9, 5414003-7, 5415001-6, 5415003-2.	

Fuente: Elaboración propia.

- Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua (MG-06).
 - Objetivo: Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones subterráneas de la Red Hidrométrica de la DGA (pozos APR) para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas en la parte media y baja de la cuenca. De esta forma, se podrán establecer variaciones estacionales asociadas a cambios en el nivel freático de los puntos monitoreados.
 - Justificación: En los SHAC Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache) se ha detectado la presencia de nitratos (NO_3^-) en concentraciones por encima de la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR, lo que se percibe como una disminución de la calidad de las aguas subterráneas. Lo anterior es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura.

Descripción: Esta iniciativa, al igual que su semejante al caso de las aguas superficiales (MG-05) del presente Plan, busca aumentar el protocolo de monitoreo de la estación de calidad de aguas subterráneas en la parte media y baja de la cuenca del río Aconcagua. Para disponer de mayor información de la evolución temporal de este parámetro de las aguas subterráneas, se contempla aumentar la periodicidad de las mediciones en 6 puntos: 2 pozos de monitoreo y 4 pozos de sistemas de agua potable rural (APR) en los SHAC 6, 7 y 9. De todas maneras, se considera prudente que el aumento de la cantidad de muestreos no implique la baja en la cantidad de información de cada uno de estos, por lo que se debiese seguir analizando los mismos parámetros que se incluyen actualmente. De la misma forma, las campañas de terreno para realizar los muestreos debiesen ocurrir de manera global para la cuenca, con el objetivo de tener datos en simultáneo para las distintas estaciones de monitoreo. De esta forma, resulta primordial realizar (al menos) 4 mediciones al año, una por cada estación del año, de manera de que puedan analizarse cambios recurrentes en las concentraciones de los contaminantes más importantes identificado en dicho sector de la cuenca.

- Instancias de relación vinculadas: Esta es una iniciativa que asistirá a los miembros de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.2-8 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-8 Ficha resumen Acción N°: MG-06

ACCIÓN N°:	MG-06
Nombre de la Acción:	
Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
En la zona media y baja de la cuenca del Río Aconcagua, específicamente en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache) se ha detectado la presencia de nitratos (NO_3^-) en concentraciones por encima de la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR, lo que se percibe como una disminución de la calidad de las aguas subterráneas. Lo anterior es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura. Para disponer de mayor información de la evolución temporal de este parámetro de las aguas subterráneas, se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones en los pozos APR antes mencionados.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones subterráneas de la Red Hidrométrica de la DGA (pozos APR) para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas en la parte media y baja de la cuenca. De esta forma, se podrán establecer variaciones estacionales asociadas a cambios en el nivel freático de los puntos monitoreados.	
Características generales:	
Ambito:	Agua Potable/Ecosistema
Ubicación:	SHAC Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9
Beneficiarios directos:	ESVAL/Sistemas APR
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
La DGA mantiene una red de control de caudales, niveles y calidad de las aguas tanto superficiales como subterráneas. A partir de nuevos lineamientos, en la región de Valparaíso se realizan diagnósticos de calidad utilizando pozos APR. En el año 2015 se realiza el "Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso", posteriormente en los años 2016, 2017 y 2018 se han realizado seguimientos. El objeto de esta iniciativa se aplica sobre un total de 6 puntos: 2 pozos de monitoreo y 4 pozos de sistemas de agua potable rural (APR) en los SHAC 6, 7 y 9, los cuales serían "Pozo Dren Los Caleos" (BNA 5424013-9), "Pozo C.C.U. Limache" (BNA 5427017-8), y los APR "Parceleros El Melón" (BNA 5424016-3), "Pueblo Los Indios" (BNA 5426026-1), "Los Maitenes" (5427022-4) y "Hualcapo" (BNA 5423025-7)	

Fuente: Elaboración propia.

- Monitoreo de parámetros microbiológicos en estaciones superficiales y subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA (MG-08).
 - Objetivo: Mantener un monitoreo constante de los parámetros microbiológicos más relevantes (*E. coli*, Coliformes Totales y Coliformes Fecales), utilizando la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas.
 - Justificación: Se ha detectado la presencia de *E. coli* en diversas muestras a lo largo de la cuenca, las cuales son obtenidas a partir de los formularios PR018002 de calidad de las fuentes de la SISS. En relación a la calidad de las aguas, dicho parámetro es uno de los contaminantes más relevantes en la cuenca, tanto por su presencia extendida espacialmente como por su persistencia en el tiempo, además de su potencial de inhabilitar las aguas para el consumo.
 - Descripción: Esta iniciativa busca incluir los parámetros microbiológicos Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *E. coli* en el monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Aconcagua.

Resulta relevante incorporar estos tres parámetros al protocolo de análisis de algunas estaciones de la cuenca, de manera que se observe si las aguas están permanentemente contaminadas, y si pueden trazarse hasta su origen y remediarse. Así, se entregan 16 posibles estaciones a lo largo de la cuenca que pueden aportar en esta medida: código BNA 5410002, BNA 5414002, BNA 5410022 (parte alta), BNA 5421004, BNA 5423003, BNA 5422001, BNA 5420010, BNA 5422006, BNA 5421007, BNA 5424014, BNA 5425007 (parte media), BNA 5426003, BNA 5427004, BNA 5428001, BNA 5427022 y BNA 5426027 (parte baja).

- Instancias de relación vinculadas: Esta es una iniciativa que asistirá a los miembros de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápito 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo.

En la Tabla 6.2-9 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápito 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-9 Ficha resumen Acción N°: MG-08

ACCIÓN N°: MG-08	
Nombre de la Acción:	
Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
En relación a los parámetros microbiológicos, en aguas superficiales se registró la presencia de <i>E. coli</i> en todos los puntos de monitoreo de la cuenca, salvo en 4 muestreo efectuados en la fuente "Con-Con, 4ta.secc. río Aconcagua" (101-V02100101). De esta forma, se identifica un problema extendido en las aguas superficiales de la cuenca, ya sea por la mezcla con aguas residuales de carácter antrópico o procedente de animales. Por otro lado, en aguas subterráneas se identificaron 111 estaciones de calidad con información microbiológica, de las cuáles, 48 presentaron concentraciones de coliformes totales mayor a su límite de detección y 3 de estos detectaron presencia de <i>E. coli</i> .	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y	
Objetivo(s) de la Acción:	
Mantener un monitoreo constante de los parámetros microbiológicos más relevantes (<i>E. coli</i> , Coliformes Totales y Coliformes Fecales), utilizando la red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas, de manera de contar con suficiente información para estudiar su variación temporal y espacial en la cuenca.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua Potable/Ecosistema
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Si bien su presencia no es exclusiva de algún sector de la cuenca, ya que se ha identificado en todos los puntos muestreados de agua superficiales, en casi todas las mediciones efectuadas, para las aguas subterráneas su presencia está más concentrada la parte baja de la cuenca. En el caso de las partes media y alta, en las aguas subterráneas solo se observó <i>E. coli</i> en algunas mediciones puntuales, sin ser recurrente en el tiempo. La Red Hidrométrica de la DGA tiene 43 estaciones vigentes de calidad de aguas superficiales y 20 de calidad de aguas subterráneas en la cuenca "Río Aconcagua". De estas, pueden considerarse 16 estaciones: código BNA 5410002, 5414002, 5410022 (parte alta), 5421004, 5423003, 5422001, 5420010, 5422006, 5421007, 5424014, 5425007 (parte media), 5426003, 5427004, 5428001, 5427022 y 5426027 (parte baja).	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.4 Capital humano

A continuación, se identifican aquellas herramientas necesarias para formar y fortalecer el uso sustentable de los recursos hídricos por parte de los usuarios de agua y los actores de las distintas industrias presentes en el territorio de la cuenca.

6.2.4.1 Diagnóstico

En la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua, específicamente en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache) se ha detectado la presencia de nitratos (NO_3^-) en concentraciones por encima de la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR, lo que se percibe como una disminución de la calidad de las aguas subterráneas. Lo anterior, descrito en detalle en los acápite 4.1.5 y 4.2.4, es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, y a la posterior infiltración de los excedentes de los mismos, que no llegan a ser absorbidos por las plantas. Para mejorar el manejo de los abonos, se propone impulsar capacitación de los agricultores de dichos sectores, incluyendo como tema prioritario del PER Fruticultura Sustentable las buenas prácticas en el uso de los fertilizantes nitrogenados, de manera que se usen las cantidades suficientes que eviten generar grandes cantidades de excedentes, que puedan llegar a contaminar los acuíferos mencionados.

6.2.4.2 Acciones en cartera actual

Actualmente la CORFO ha propuesto los Programas Estratégicos Regionales (PER) de Especialización Inteligente. En la región de Valparaíso se priorizó el Programa de Fruticultura Sustentable (PER Frutícola). Se ha realizado el diagnóstico de las oportunidades y brechas del sector frutícola de la región detectándose entre uno de los temas prioritarios el manejo agronómico sustentable; sin embargo, no se considera como tema prioritario el manejo sustentable de fertilizantes en base a los requerimientos de los cultivos y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Existe una hoja de ruta 2016-2026 establecida para el desarrollo de objetivos específicos.

6.2.4.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la siguiente iniciativa:

- Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada (MG-07).
 - Objetivo: Capacitar a fruticultores en el manejo de fertilizantes nitrogenados, por medio de incorporación de prácticas sustentables a largo plazo.

- Justificación: La presencia de nitratos (NO_3^-) que se ha detectado en concentraciones por sobre la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR de los SHAC Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache); lo anterior es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura.
- Descripción: Esta iniciativa propone incluir como tema proritario del PER Fruticultura Sustentable las buenas prácticas en el uso de los fertilizantes nitrogenados, capacitando para mejorar el manejo de los abonos a agricultores de la zona.

Dicho programa ha sido propuesto por CORFO, y en él se ha realizado el diagnóstico de las oportunidades y brechas del sector frutícola de la región detectándose entre uno de los temas prioritarios el manejo agronómico sustentable. Sin embargo, no se considera como tema prioritario el manejo sustentable de fertilizantes en base a los requerimientos de los cultivos y la disponibilidad de nutrientes en el suelo, por lo que esta iniciativa busca incluirlo.

La iniciativa comprende la disposición de profesionales especialistas en la materia durante el periodo de capacitaciones establecido, contando con apoyo logístico relativo a equipamiento y espacios para ello, así como capacitaciones puntuales en terreno.

- Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea con el eje "Apoyo a la producción agropecuaria" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápite 2.6.3.2 iii b).

En la Tabla 6.2-10 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-10 Ficha resumen Acción N°: MG-07

ACCIÓN N°:	MG-07
Nombre de la Acción:	
Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	
Brecha o problemática identificada:	
En la zona media y baja de la cuenca del Río Aconcagua, específicamente en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9 (Limache) se ha detectado la presencia de nitratos (NO_3^-) en concentraciones por encima de la norma NCh409/05 de agua potable en diversos pozos APR, lo que se percibe como una disminución de la calidad de las aguas subterráneas. Lo anterior es debido principalmente a la contaminación difusa por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura. Para mejorar el manejo de los abonos, se propone incluir como tema proritario del PER Fruticultura Sustentable las buenas prácticas en el uso de los fertilizantes nitrogenados.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Capacitar a fruticultores en el manejo de fertilizantes nitrogenados, por medio de incorporación de prácticas sustentables a largo plazo.	
Características generales:	
Ámbito:	Agricultura/Agua Potable/Ecosistema
Ubicación:	SHAC Acuífero 6 (Nogales-Hijuelas), Acuífero 7 (Quillota) y Acuífero 9
Beneficiarios directos:	Productores frutícolas
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	CORFO
Entidad(es) responsable(s):	CORFO
Observaciones:	
La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ha propuesto los Programas Estratégicos Regionales (PER) de Especialización Inteligente. En la región de Valparaíso se priorizó el Programa de Fruticultura Sustentable (PER Frutícola). Se ha realizado el diagnóstico de las oportunidades y brechas del sector frutícola de la región detectándose entre uno de los temas prioritarios el manejo agronómico sustentable; sin embargo, no se considera como tema prioritario el manejo sustentable de fertilizantes en base a los requerimientos de los cultivos y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Existe una hoja de ruta 2016-2026 establecida para el desarrollo de objetivos específicos.	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.5 Fortalecimiento y Formalización de las Organizaciones de Usuarios

A continuación, se identifican aquellas herramientas necesarias para formar y fortalecer las Organizaciones de Usuarios de Agua presentes en la cuenca, incluyendo mejoras relacionadas a su desarrollo organizacional y su correcta organización legal.

6.2.5.1 Diagnóstico

Entre una de las problemáticas identificadas en el desarrollo del Plan es la dispar capacidad técnica y/o financiera de las Organizaciones de Usuarios de Agua. De acuerdo a lo establecido en el acápite 2.6, es posible concluir que las disparidades técnicas y organizacionales son más notorias, principalmente, en las Comunidades de Aguas Superficiales, en donde las deficientes capacidades organizacionales pueden generar desconfianzas entre los usuarios y sus dirigentes, lo cual disminuye la participación de los usuarios en las actividades de las OUA y genera sensaciones de pesimismo frente a la situación hídrica en la zona. Esta situación de disparidad también genera problemas de coordinación y comunicación con autoridades y dificulta la formación de alianzas, aumentando la desconfianza en la labor que realizan las entidades públicas relacionadas a la gestión del recurso hídrico en la cuenca. Por ejemplo, durante la reunión PAC sostenida con autoridades de la región, representantes de DGA Valparaíso señalan una iniciativa de acercamiento territorial de la DGA en Panquehue, con el objetivo de facilitar la denuncia de extracciones ilegales, la cual duró 5 meses, sin embargo, se registró una nula participación por parte de la ciudadanía; esto puede reflejar tres situaciones: uno, el desinterés o desconfianza de la ciudadanía por dichas instancias; dos, el desconocimiento de la ciudadanía y de los usuarios de agua sobre estos procesos de fiscalización; y tres, la falta de coordinación desde DGA con la ciudadanía y los usuarios de agua, en términos de informar y difundir dicho proceso considerando el nivel de conocimiento de la población sobre el tema.

Debido a lo mencionado anteriormente, se considera necesario potenciar a las organizaciones de usuarios, generando instancias de fortalecimiento vinculados a su desarrollo organizacional y administrativo, en donde la DGA no sólo cumpla un rol de supervigilancia, sino que se convierta en una entidad de apoyo para el desarrollo integral de las OUA, con el objetivo de construir vínculos estables de confianza entre DGA y los usuarios de agua (ver acápite 6.2.1 Medidas de gestión para gobernanza).

De acuerdo al análisis realizado en el acápite 2.6, respecto a la necesidad de priorizar el rol de las administraciones locales sobre gestión de acuíferos, actualmente en la cuenca, no existen Comunidades de Aguas Subterráneas que permitan la correcta gestión de recursos hídricos frente a los efectos del cambio climático y que, además, posean las capacidades técnicas, legales y organizacionales necesarias para ejecutar su rol de administración de los recursos hídricos e integrar de manera óptima la gestión del agua superficial y subterránea. También es importante mencionar que, no existe la información base recopilada necesaria para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la cuenca, como, por ejemplo, la certificación de los DAA registrados en el RPOU.

6.2.5.2 Acciones en cartera actual

i. Iniciativas catastradas desde el sector público

A continuación, se entrega el conjunto de iniciativas públicas identificadas en el BIP del MIDESO, las que consideran dos (4) iniciativas de fortalecimiento y una (1) de actualización de catastro público de aguas. En la Tabla 6.2-11 se entrega el detalle de las iniciativas.

Tabla 6.2-11 Iniciativas públicas para mejoras en fortalecimiento y formalización de OUAs

Código BIP	Descripción	Subsector	Etapas actual	Institución formuladora	Costo total [M\$]
40000652	Transferencia para la gestión eficiente del recurso hídrico en 1° sección río Aconcagua. Año etapa a financiar: 2020-Ejecución	Riego	Ejecución	CNR	239.365
40024787	Transferencia para el fortalecimiento de OUA en la 2a y 3a Sección del río Aconcagua. Año etapa a financiar: 2021-Ejecución	Riego	Perfil	CNR	70.200
40015713	Capacitación Comunidades de Aguas Subterráneas del río Aconcagua sector medio-alto, provincia San Felipe y Los Andes. Año etapa a financiar: 2020-ejecución	Riego	Ejecución	CNR	235.980
30484687	Transferencia para mejorar la gestión de las OUA beneficiadas del plan de pequeños embalses año y etapa a financiar: 2020-ejecucion	Riego	Ejecución	CNR	407.700
40015998	Transferencia para el fomento a la inversión en obras de mejora a la seguridad y eficiencia. Año y Etapa a Financiar: 2020-ejecución	Riego	Perfil	CNR	3.800.000

Fuente: Elaboración propia en base a BIP (2020).

La justificación de cada uno de estos proyectos, según lo indicado en las Fichas IDI asociadas a cada iniciativa se indica a continuación, así como información complementaria al respecto obtenida de reuniones:

- **Transferencia para la gestión eficiente del recurso hídrico en 1° sección río Aconcagua, cuenca río Aconcagua:** Existencia de un bajo desarrollo de la gestión técnica, legal y organizacional de las OUA, la falta de inscripción de los DAA, la bonificación de los proyectos de la Ley 18.450 es muy baja (16%); solo un 48% de la superficie total regada cuenta con riego tecnificado.
- **Transferencia para el fortalecimiento de OUA en la 2a y 3a Sección del río Aconcagua:** La cuenca del río Aconcagua presenta una situación de escasez hídrica que acumula varios años. Las secciones segunda y tercera del río Aconcagua administran cada vez menos recursos hídricos por lo que las organizaciones de usuarios de aguas que conforman estas secciones requieren mejorar sus capacidades de gestión para administrar los recursos de manera eficiente. Junto con lo anterior, un problema importante está relacionado con los derechos existentes en los canales, ya que no existe claridad de quienes se encuentran hoy haciendo uso efectivo del agua y si estos derechos se encuentran regularizados. El programa busca apoyar en aspectos técnicos y legales a la organización, por medio de capacitaciones, actualización de registro de comuneros y levantamiento de la infraestructura de riego existente. orientado a mejorar la gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Aconcagua.
- **Capacitación Comunidades de Aguas Subterráneas del río Aconcagua sector medio-alto, provincia San Felipe y Los Andes:** La gestión y distribución de los recursos hídricos, de acuerdo al sistema normativo chileno, recae en las Organizaciones de Usuarios de Aguas, entidades de carácter privado conformadas por los usuarios o propietarios de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Los usuarios de aguas subterráneas del río Aconcagua del sector medio y alto deben organizarse en CAS, considerando que los SHAC fueron declarados por la DGA como áreas de restricción en los años 2015 y 2017. Por lo tanto, se debe apoyar este proceso de conformación de las CAS, que comprende aspectos técnicos, jurídicos y organizacionales, por medio de un programa que realice el seguimiento a la conformación legal y dote de competencias a los directores y usuarios que serán los responsables de la gestión y operación de dichas organizaciones.
- **Transferencia para mejorar la gestión de las OUA beneficiadas del plan de pequeños embalses, Interregional:** El problema principal identificado se relaciona con la débil capacidad de gestión de los recursos hídricos por parte de los usuarios de las organizaciones beneficiadas la primera etapa del Plan de Pequeños Embalses de la DOH.
- **Transferencia para el fomento a la inversión en obras de mejora a la seguridad y eficiencia, región de Valparaíso:** La región de Valparaíso es, probablemente, la que sufrirá con mayor intensidad los efectos del cambio climático, esto debido a que estamos en una zona de transición climática siendo la región la frontera entre el clima semiárido de la región de Coquimbo

y el clima más mediterráneo que se presenta desde el río Aconcagua al sur. El recurso hídrico se verá afectado no solamente por la disminución de las precipitaciones, sino además los caudales de los ríos de la región disminuirán debido al aumento de cota de la isoterma 0, lo cual ya está causando una menor acumulación de nieve en la cordillera. La implementación de este programa está dada por la necesidad de solucionar los problemas hídricos de la región en forma oportuna, a través del apoyo del estado para disponer de una agricultura resiliente al cambio climático y los desafíos que plantea, en concordancia con la política hídrica, facilitando el cumplimiento de las metas establecidas en ella para el sector agroalimentario. Para cumplir con los objetivos mencionados anteriormente, se realizará la contratación de recursos humanos y puesta en marcha del programa; también se desarrollará la ejecución de los tres componentes que consideran pre inversión en riego, programa de fortalecimiento y capacitación de organizaciones de usuarios de agua y realización de concursos de fomento para inversión privada de obras de infraestructura de riego.

Con respecto a “Programas de Transferencia para la Gestión Eficiente” para las OUA en otros sectores de la cuenca, es importante mencionar que, como parte del estudio “Diagnóstico para desarrollar Plan de riego en cuenca de Aconcagua” (CNR, 2016a), ya se levantaron las propuestas para dichas iniciativas, siendo incluidas dentro del plan de acción generado para CNR en dicho estudio.

ii. Acciones en cartera del sector privado

No se identifican propuestas desde privados

6.2.5.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua (MG-04).
 - Objetivo: Aumentar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Aconcagua.
 - Descripción: Esta iniciativa pretende mejorar la gestión de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca, que actualmente no cuenta con Comunidades de Aguas Subterráneas, las cuales permiten efectuar una administración local y un manejo sustentable de los acuíferos. Se propone desarrollar lo anterior a través de la capacitación de futuros directores, organización legal de cuatro (4) Comunidades de Agua Subterránea y el saneamiento y regularización de la inscripción en CBR de los DAA del sector, en los SHAC Nogales-Hijuelas, Quillota, Limache, Aconcagua Desembocadura.

Estas zonas fueron seleccionadas de acuerdo a los artículos 63 y 65 del Código de Aguas y 39 del Decreto N°203, de 2014, las que contemplan el surgimiento, por el sólo ministerio de la ley, de comunidades de aguas subterráneas cuando se declare zona de prohibición o área de restricción en un acuífero o sector hidrogeológico de aprovechamiento común.

A demás, cabe señalar que se estima que la región de Valparaíso será una de las zonas que sentirán de manera más intensa los efectos del cambio climático, no solo en términos de reducción de precipitaciones, sino que, en la disminución de caudales y acumulación de nieve, lo cual conllevará a que los usuarios de agua prioricen la extracción de aguas subterráneas para abastecerse. Debido a esto, y considerando el rol de gestión y distribución del recurso hídrico que poseen las OUA, es de gran importancia la conformación de Comunidades de Agua Subterráneas con las capacidades técnicas, legales y organizacionales necesarias para ejecutar dicho rol.

A través de esta iniciativa también se refuerza la operatividad de la recarga artificial en algunos puntos específicos de la cuenca, implementada en un escenario de gestión del modelo hidrológico incluido en el presente estudio, entre cuyos beneficiarios se encuentran usuarios asociados al abastecimiento de agua potable rural y urbana, además de sectores productivos como minería y agricultura.

De acuerdo a lo establecido como referencia en los Programas CNR de esta tipología, entre las actividades necesarias a ejecutar la iniciativa, se incluye:

Para la organización legal de las CAS:

- Recopilación de información legal y sensibilización territorial.
- Inicio y seguimiento del proceso judicial o voluntario para organizar CAS en los Juzgados de letras competentes, o en Notaría de ser voluntario.
- Solicitud y seguimiento del registro de las CAS en el libro de RPOU del CPA, considerando su publicación en el Diario Oficial.

Para el saneamiento y la regularización de DAA:

- Levantamiento del registro de comuneros de las CAS, su diagnóstico legal respecto a su inscripción en CBR.
- Saneamiento de los DAA hasta su inscripción en CBR y registro en CPA.

Para la capacitación de dirigentes:

- Diseño y ejecución de una estrategia de formación para futuros directores.
- Capacitación de directores provisorios o potenciales futuros directores de las CAS.

- Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea con los tres ejes de trabajo de la “Mesa Regional para la Emergencia Hídrica” (acápite 2.6.3.2 iii b); y el eje “Conformación y fortalecimiento de las organizaciones y capacitación de los usuarios de agua” de la “Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso” (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.2-12 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-12 Ficha resumen Acción N°: MG-04

ACCIÓN N°:	MG - 04
Nombre de la Acción:	
Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
Actualmente en la cuenca no existen Comunidades de Aguas Subterráneas que permitan una administración local y un manejo sustentable de los acuíferos, lo que impide la correcta integración de la gestión de recursos hídricos superficiales y subterráneos; además, no existe la información base recopilada necesaria para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la cuenca, como, por ejemplo, la certificación de los DAA registrados en el RPOU. Cabe señalar que, la ausencia de SHAC dificulta ciertas iniciativas de gestión, específicamente la recarga artificial de acuíferos.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Aconcagua, a través de la capacitación de futuros directores, saneamiento y regularización de la inscripción en CBR de los DAA del sector y; organización legal de las cuatro (4) Comunidades de Agua Subterránea en los SHAC Nogales-Hijuelas, Quillota, Limache, Aconcagua Desembocadura.	
Características generales:	
Ámbito:	OUA
Ubicación:	SHAC Nogales-Hijuelas, Quillota, Limache, Aconcagua Desembocadura.
Beneficiarios directos:	SHAC Nogales-Hijuelas, Quillota, Limache, Aconcagua Desembocadura: 3083 usuarios con DAA otorgados.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
Se estima que la región de Valparaíso será una de las zonas que sentirán de manera más intensa los efectos del cambio climático, no solo en términos de reducción de precipitaciones, sino que en la disminución de caudales y acumulación de nieve, lo cual conllevará a que los usuarios de agua prioricen la extracción de aguas subterráneas para abastecerse. Debido a esto, y considerando el rol de gestión y distribución del recurso hídrico que poseen las OUA, es de gran importancia la conformación de Comunidades de Agua Subterráneas con las capacidades técnicas, legales y organizacionales necesarias para ejecutar dicho rol. También es importante mencionar que, a través de esta iniciativa, se refuerza la operatividad de la recarga artificial en ciertos SHAC objeto del programa.	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.6 Tecnologías habilitantes

Se presenta seguidamente el diagnóstico respecto tecnologías que permiten y/o favorecen una mejor gestión y distribución del recurso hídrico, enfocándose en la medición y mecanismos automáticos de distribución de las extracciones de agua. Ejemplos de estas tecnologías son: la automatización de compuertas en bocatomas de canales, monitoreo en redes y pozos, etc. Seguidamente, se analizan las acciones en cartera actual, para posteriormente abordar las iniciativas de gestión en este tema.

6.2.6.1 Diagnóstico

Automatización de compuertas y telemetría de canales

En la distribución del recurso hídrico, se tiene un potencial de mejora incorporando herramientas automáticas que permiten ajustar el flujo captado por cada canal. Según información de CNR (2020), se contabilizan un total de 285 captaciones superficiales en la cuenca del río Aconcagua. De acuerdo a la información proporcionada por CNR⁴⁵ (2020), los puntos de control con automatización existentes en la cuenca se presentan en Tabla 6.2-13, identificando 55 puntos de automatización.

Tabla 6.2-13 Compuertas automáticas y puntos de automatización

Nº puntos automatización	Nº compuertas automáticas	Beneficiario	Comuna
2	2	Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua	San Felipe
14	17	Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua	Los Andes
13	29	Junta de Vigilancia III Sección Río Aconcagua	Quillota
13	18	Comunidad de Aguas Canal Echeverría	Hijuelas
13	13	Comunidad de Aguas Canal La Petaca	Calle Larga

Fuente: Elaboración propia basada en CNR (2020).

Según la información entregada por la CNR, estas obras fueron ejecutadas entre los años 2014 a 2019, periodo continuo y con proyectos recientes, que demuestra el interés de las OUA en la automatización de compuertas a través de la Ley de Fomento al Riego N° 18.450. Si bien en los últimos años la CNR ha apostado por la línea de apoyo a estas tecnologías, en ocasiones el logro en la implantación es un proceso lento debido al interés de diversas OUA por este tipo de instalaciones, las cuales deben competir por los fondos concursables. El número de puntos de control en bocatomas en la cuenca del río Aconcagua es muy reducido aún, teniendo en cuenta que ciertos puntos contabilizados en la Tabla 6.2-13 corresponden a compuertas de entregas laterales y/o a tranques.

⁴⁵ Información relativa a automatización de compuertas en el marco de proyectos subsidiados por la Ley 18.450.

Dado el valor que supone el recurso hídrico superficial en el valle del río Aconcagua, se establece necesaria la promoción de estos sistemas de forma conjunta en la cuenca, a nivel de Junta de Vigilancia. Además de suponer una mejora en la eficiencia de distribución, la información proporcionada de forma sistematizada contribuye a la transparencia de información a todos los regantes, los cuales podrían visualizar los flujos entregados en tiempo real a través de plataformas de control (SCADA). Adicionalmente, este tipo de iniciativas podría ser de interés para la DGA, ya que presenta la oportunidad de tener medición de caudales en tiempo real en diferentes puntos de cuenca.

Por último, si bien actualmente existen algunos canales unificados, otro aspecto a considerar antes de la implantación de compuertas automáticas en bocatomas tiene relación con la unificación de bocatomas, lo que contribuye a disminuir la inversión y mejorar el reparto.

Monitoreo de extracciones subterráneas

En la actualidad, no existen Comunidades de Aguas Subterráneas conformadas en la cuenca del río Aconcagua, por lo que no se cuenta con información del nivel de equipamiento de telemetría de las extracciones a escala de SHAC.

6.2.6.2 Acciones en cartera actual

En cartera privada, se identificaron ciertas obras vinculadas a sistemas de automatización de compuertas y/o telemetría en canales de riego.

- La Junta de Vigilancia de la primera sección del río Aconcagua está ejecutando la automatización de las compuertas en los 25 canales. El proyecto se logró gracias al trabajo conjunto con División Andina de Codelco y la CNR. Con estas compuertas, se logra monitorear los caudales y sus fluctuaciones; tener control a distancia, facilitando la gestión y haciéndola de forma más eficiente. Así, estas obras permiten medir el caudal instantáneamente, lo que se incorporó a un sistema de gestión computarizado.
- A su vez, la Junta de Vigilancia de la Segunda Sección está actualmente ejecutando obras en estructuras de aforo para, en etapas siguientes, automatizar bocatomas en ciertos canales, a través de la postulación por Ley N° 18.450.

En lo que respecta a telemetría de las aguas subterráneas, la DGA está implantando el Monitoreo de Extracciones Efectivas, medida dirigida a los titulares de DAA, que en el caso específico de la cuenca del río Aconcagua, está normado por:

i) La Resolución D.G.A. Región de Valparaíso N° 2178 (Exenta) de 2 de diciembre de 2019, para titulares de DAA cuyos puntos de captación se encuentran ubicados en:

- Provincia de Los Andes, comunas de Calle Larga, Los Andes, San Esteban;
- Provincia de San Felipe, comunas de Catemu, Llay Llay, Pnaquehue, Putaendo, San Felipe y Santa María;

- Provincia de Quillota, comunas de Hijuelas, La Calera, La Cruz, Nogales, Quillota;
- Provincia de Marga Marga, comunas de Limache, Olmué, Villa Alemana;
- Provincia de Valparaíso, comunas de Quintero y Concón.

i) La Resolución D.G.A. Región de Valparaíso N° 1180 (Exenta) de 7 de julio de 2020, para titulares de DAA cuyos puntos de captación se encuentran ubicados en:

- Provincia de Los Andes, comuna de Rinconada.

Los plazos para la instalación de los sistemas de medición y registro de la Obra de Captación en el Software DGA de MEE y para la instalación de los sistemas de transmisión y comienzo de transmisiones se detallan de la Tabla 6.2-14 a la Tabla 6.2-19, los cuales se contabilizan a partir de la publicación de la Resolución DGA en el Diario Oficial (2 de enero de 2020 y 1 de agosto de 2020, respectivamente).

Tabla 6.2-14 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Hijuelas, La Calera, Nogales, Quillota

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	$\leq 0,5$	$0,5 < x \leq 1,5$	$1,5 < x < 10$	≥ 10
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

Tabla 6.2-15 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Limache, Olmué, Villa Alemana

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	$\leq 0,3$	$0,3 < x \leq 1$	$1 < x < 5$	≥ 5
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

Tabla 6.2-16 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Catemu, Llay Llay, Panquehue, Putaendo, San Felipe y Santa María

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	$\leq 0,6$	$0,6 < x \leq 7,5$	$7,5 < x < 95$	≥ 95
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

Tabla 6.2-17 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Calle Larga, Los Andes, San Esteban

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	≤ 5	$5 < x \leq 14$	$14 < x < 53$	≥ 53
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

Tabla 6.2-18 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comunas de Quintero y Concón

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	$\leq 0,5$	$0,55 < x \leq 1$	$1 < x < 11$	≥ 11
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

Tabla 6.2-19 Estándares para los DAA subterráneas del MEE – Comuna de Rinconada

Componente	Estándar			
	Caudales muy pequeños	Menor	Medio	Mayor
Rango de caudales (l/s)	≤ 2	$2 < x \leq 17$	$17 < x < 81$	≥ 81
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	1 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	1 transmisión/año	1 transmisión/mes	1 vez al día o cada 15 días	1 transmisión/medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máx. 1 mes	Máx. 1 mes	Máx. 15 días	Máx. 7 días
Plazo para instalación sist. medición y registro de la Obra de Captación en Software DGA MEE	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación sist. Transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

Fuente: DGA (2020f).

6.2.6.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca del río Aconcagua (MG-02).
 - Objetivo: Instalar mecanismos para el monitoreo de caudal superficial y la automatización de compuertas en las bocatomas y/o compuertas principales de los canales de riego, incluyendo las adecuaciones pertinentes en las obras civiles implicadas (aforadores).
 - Justificación: Dado el alto valor que representan los recursos hídricos en la cuenca del río Aconcagua, se hace necesario contar con tecnologías que permiten mejorar la eficiencia en la distribución del recurso hídrico.

- o Descripción: Esta iniciativa busca disponer de fondos concursables específicos para implementar sistemas de telemetría y automatización de compuertas en las bocatomas y/o compuertas principales de los canales de riego la cuenca del río Aconcagua, y así poder contar con información en tiempo real de los caudales en todos los tramos de la cuenca (1a, 2a, 3a, 4a sección y valle de Putaendo). La asignación de esta bonificación mediante la disposición de fondos concursables gestionados a través de la Ley de Riego N° 18.450, destinados específicamente a ello.

Tratándose de una iniciativa de carácter público-privada, no se puede a priori priorizar ninguna zona en desmedro de otra, teniendo en cuenta que las OUA son las que deben voluntariamente ir implementando este tipo de soluciones. Por ello, y dado que toda la cuenca cuenta con potencial para mejorar en la distribución automática de caudales en canales, esta iniciativa debe ser planificada con las Juntas de Vigilancia de la cuenca (u otras OUA), con la finalidad de establecer una mejor priorización de las zonas (y bocatomas) donde debe abordarse la instalación de estos mecanismos de control, de forma que se cubra la mayor cantidad posible del caudal entregado (canales principales y/o unificados).

- o Instancias de relación vinculadas: Esta iniciativa se alinea con los objetivos de trabajo propuestos por los miembros de la “Mesa Aconcagua” y su Mesa Técnica (acápites 2.6.3.2 iii b), en particular con la visión planteada por la JVPS. Además, es una iniciativa que se alinea con los tres ejes de trabajo de la “Mesa Regional para la Emergencia Hídrica” (acápites 2.6.3.2 iii b).

Señalar que esta iniciativa guarda una estrecha relación con las últimas directrices de la DGA respecto al Monitoreo de Extracciones Superficiales.

En la Tabla 6.2-20 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-20 Ficha resumen Acción N°: MG-02

ACCIÓN N°:	MG - 02
Nombre de la Acción:	
Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
Actualmente existe un número reducido de compuertas automáticas que permitan gestionar la distribución de las aguas en los canales de riego de la cuenca del río Aconcagua. Dado el valor que supone el recurso hídrico superficial en el territorio, se hace necesaria la promoción de estos sistemas de forma de mejorar la eficiencia en la distribución del recurso hídrico y contar con información en tiempo real en entrada de canales y puntos críticos de la red a lo largo de todos los tramos (1a, 2a, 3a, 4a sección y valle de Putaendo).	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.4 Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual. Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Instalar mecanismos para el monitoreo de caudal superficial y la automatización de compuertas en las bocatomas y/o compuertas principales de los canales de riego, incluyendo las adecuaciones pertinentes en las obras civiles implicadas (aforadores), de forma de contar con información en tiempo real de los caudales en los principales canales de riego de la cuenca del río Aconcagua.	
Características generales:	
Ámbito:	OUA
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	JV Primera Sección, Segunda Sección y Tercera Sección río Aconcagua, y JV río Putaendo. AC de la 4a sección (o JV si legalmente conformada).
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano/Largo plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	CNR-Juntas de Vigilancia
Entidad(es) responsable(s):	CNR
Observaciones:	
Se debe definir el número de puntos de control y/o número de compuertas a automatizar según una priorización técnica y de gestión establecida por cada una de las Juntas, pero que tenga cobertura espacial en todos los tramos y que cubra la mayor proporción de caudal entregado (canales principales y/o unificados).	

Fuente: Elaboración propia.

6.2.7 Fortalecimiento de Organizaciones Comunitarias

A continuación, se identifican aquellas herramientas necesarias para formar y fortalecer las Organizaciones Comunitarias, principalmente APR presentes en la cuenca, incluyendo mejoras relacionadas a su correcta organización legal.

6.2.7.1 Diagnóstico

De acuerdo a lo planteado en el acápite 2.6, cabe señalar que el fortalecimiento de organizaciones se relaciona tanto en la necesidad de mejorar su desarrollo organizacional y administrativo, como en solventar las irregularidades en la formalización legal de los DAA, ya que esto último no solo es un impedimento para generar propuestas estratégicas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua, sino que obstaculiza la participación de dichos usuarios de DAA en iniciativas o programas para el mejoramiento de sus comunidades.

Considerando lo mencionado anteriormente, si bien las principales problemáticas asociadas al trámite de DAA se vinculan a: i) la situación legal de sus DAA; y ii) la falta de recursos económicos, en el caso de las organizaciones APR, también se debe considerar lo presentado en el diagnóstico realizado en el acápite 6.1.2.1 ii), donde se señala la necesidad de apoyo legal para gestionar la solicitud de nuevos derechos de aprovechamiento de agua para la regularización del abastecimiento en sistemas APR, lo cual también es una situación expresada durante la reunión de participación ciudadana con los representantes APR.

En particular para la cuenca de Aconcagua, la necesidad de solicitar nuevos DAA surge a partir del estudio DGA-DOH (2019) denominado "Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile: Análisis desde los comités de Agua Potable Rural – cuenca del Aconcagua", en el cual se identifican APRs (con y sin DAA) cuyas fuentes se encuentran en déficit, siendo apoyados en algunos casos, por la distribución de agua en camiones aljibe. Debido a esto, se en el presente Plan se prioriza el desarrollo de iniciativas para solventar la problemática señalada, vinculado a las acciones propuestas por el estudio mencionado anteriormente.

6.2.7.2 Acciones en cartera actual

No se identifican acciones en cartera pública o privada.

6.2.7.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos Derechos de Aprovechamiento de Agua para APRs en la cuenca del río Aconcagua (MG-03).
 - Objetivo: Gestionar la solicitud de nuevos DAA en 7 sistemas APR que actualmente no disponen de ellos y en 4 APR que necesitan solicitar nuevos DAA en base a la demanda de agua potable rural en la cuenca del río Aconcagua.

- Descripción: Esta iniciativa busca generar un apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para 11 APR de la cuenca del río Aconcagua, las fueron seleccionadas de acuerdo al catastro realizado en el estudio DGA (2019), S.I.T. 452, "Sustentabilidad de asentamiento humanos rurales en Chile. Análisis desde los Comités del Agua Potable Rural - Cuenca del Aconcagua". Dichos 11 sistemas APR identificados son: Cooperativa 21 de Mayo; Cooperativa El Algarrobal; Cooperativa La Troya; El Higueral; El Pimineto; El Zaino Jahuelito; Las Calderas; Las Palmas; Las Palmas Llaillai; Riecillo y Río Colorado.

Para la organización legal de las APR:

- Recopilación de información legal y sensibilización territorial.
 - Recabar información de inscripción de DAA.
 - Ingreso a DGA
 - Realizar las publicaciones en medios de divulgación.
 - Efectuar la inscripción en CBR.
 - Realizar los trámites de registro de DAA en el CPA.
- Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea con el eje "disponibilidad del agua potable rural" de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápito 2.6.3.2 iii b); y el eje "Conformación y fortalecimiento de las organizaciones y capacitación de los usuarios de agua" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápito 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.2-21 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.2-21 Ficha resumen Acción N°: MG-03

ACCIÓN N°:	MG - 03
Nombre de la Acción:	
Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
Se identifica la necesidad de apoyo legal para gestionar la solicitud de nuevos derechos de aprovechamiento de agua para la regularización del abastecimiento en sistemas APRs, según lo indicado en la reunión de participación ciudadana con DGA región de Valparaíso. Entre las principales causas destaca: i) el principal problema es la situación legal de sus DAA; ii) la falta de recursos económicos, para tramitar sus DAA.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 1.3. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Gestionar la solicitud de nuevos DAA en 7 sistemas APR que actualmente no disponen de ellos y en 4 APR que necesitan solicitar nuevos DAA en base a la demanda de agua potable rural en la cuenca del río Aconcagua.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua Potable
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	11 sistemas APR
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	En perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DOH
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
APRs seleccionadas de acuerdo al catastro realizado en el estudio DGA (2019), S.I.T. 452, "Sustentabilidad de asentamiento humanos rurales en Chile. Análisis desde los Comités del Agua Potable Rural - Cuenca del Aconcagua". Los 11 sistemas APR identificados son: Cooperativa 21 de Mayo; Cooperativa El Algarrobal; Cooperativa La Troya; El Higueral; El Pimineto; El Zaino Jahuelito; Las Calderas; Las Palmas; Las Palmas Llaillai; Riecillo y Río Colorado.	

Fuente: Elaboración propia.

6.3 NUEVAS FUENTES DE AGUA

Las medidas relativas a nuevas fuentes comprenden iniciativas que repercuten positivamente sobre la oferta hídrica en la cuenca, tal como la recarga artificial de acuíferos, la desalinización o el uso de aguas servidas tratadas.

6.3.1 Recarga de acuíferos

Los acuíferos ofrecen capacidades potenciales de almacenaje con magnitudes similares a los embalses, pero con una menor inversión de capital y menores impactos sociales y medioambientales. La recarga artificial de acuíferos, incorporando el concepto de gestión como componente clave, se identifica con el término “Recarga de Acuíferos Gestionada” (RAG), el cual designa el conjunto de métodos utilizados para recargar agua adicional a los acuíferos de manera intencional para su recuperación y uso posterior o con el propósito de generar un beneficio ambiental (CNR, 2020a).

A continuación, se presenta el diagnóstico de la situación actual de la cuenca río Aconcagua respecto a la implementación de obras de recarga de acuíferos, así como también la identificación de acciones en cartera actual, y potenciales iniciativas de esta naturaleza.

6.3.1.1 Diagnóstico

La disminución de los caudales del río Aconcagua a partir del año 2010 se ha debido en gran medida al déficit hídrico existente en la cuenca ocasionado por la extensa sequía multianual de más de 10 años y un aumento sostenido de las extracciones de agua. Lo anterior, ha producido un uso creciente de las aguas subterráneas para poder sostener la demanda de agua potable y las tasas de riego agrícola (JVTSA, 2020).

El aumento en la demanda de aguas subterráneas se puede observar en toda la cuenca, siendo la Tercera y la Cuarta Sección las más demandadas por este tipo de extracción. En circunstancias generales, la condición antes mencionada, ha cooperado en la evaluación de un balance hidrogeológico negativo que ha provocado en los últimos años el paulatino descenso del nivel del acuífero y la entrada en falla de un número creciente pozos (JVTSA, 2020). Por lo anterior, es que se ha implementado en la cuenca el mecanismo de recarga inducida mediante la construcción de piscinas de infiltración, cuyo principio básico es ocupar la capacidad de los acuíferos para almacenar o embalsar agua superficial excedente en periodos de abundancia, para aprovecharla en periodos de escasez.

El sistema existente de recarga artificial del acuífero comprende 7 piscinas de infiltración en las riberas del cauce del río Aconcagua, comuna de Llay Llay, que consideran una superficie total aproximada de infiltración de 25,8 hectáreas. Este sistema está implementado en conjunto entre la JVTSA y la DOH. Estas estructuras tuvieron una inversión de \$140 millones de pesos, obras que fueron desarrolladas para no interferir el escurrimiento natural de este curso fluvial en épocas invernales, siendo su objetivo mejorar el aprovechamiento de las aguas subterráneas para que puedan utilizarse en épocas de déficit o de máxima demanda (DOH, 2020).

Respecto a las características operacionales de esta obra de recarga ubicada en el sector de Llay Llay, se tiene que la principal fuente de recarga para la piscina corresponde al agua del río Aconcagua y cuyo principal aportante está dado por los deshielos de fines de primavera e inicios del verano, periodo en el cual se registran los mayores caudales (MOP, 2020a).

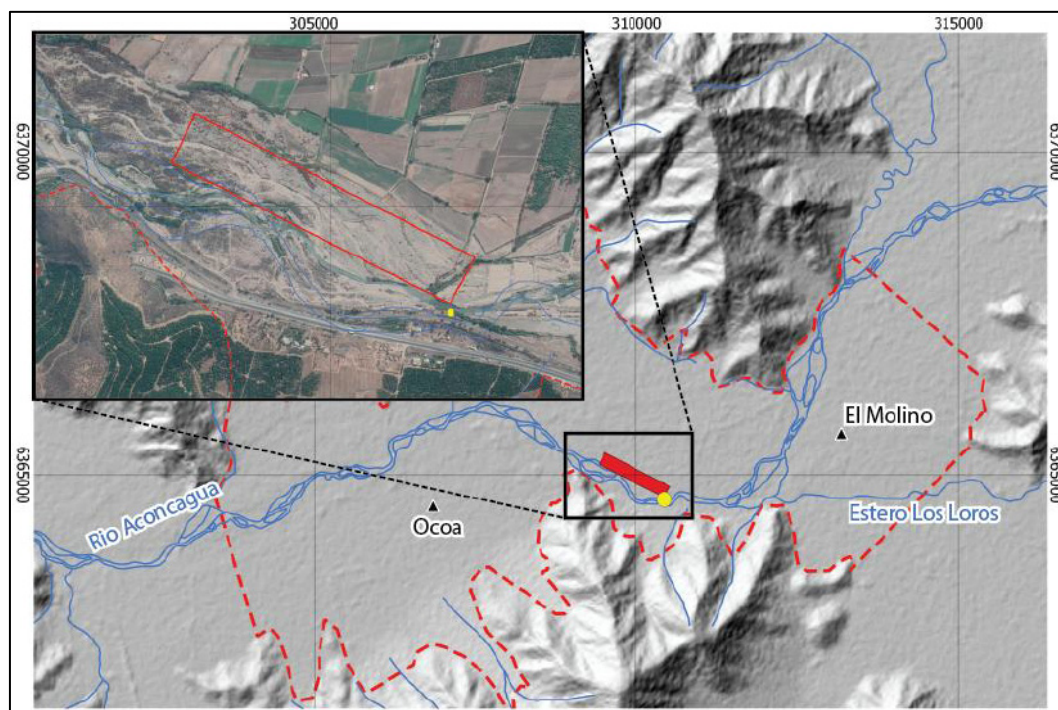
En la Tabla 6.3-1 se muestra el resumen de la tasa de infiltración, el tiempo aproximado de tránsito del frente de infiltración por la ZNS (tiempo de conexión), y la recarga estimada para el año 2019, de acuerdo al “Estudio hidrogeológico para la planificación de nuevas extracciones en el acuífero del valle del Aconcagua, región de Valparaíso” (MOP, 2020a).

Tabla 6.3-1 Resumen de características de la recarga artificial de acuífero (Llay Llay)

Sector	Tasa infiltración drenaje libre [m ³ /s/20 ha]	Tiempo de conexión [días]	Tasa infiltración mediano-largo plazo [m ³ /s/20 ha]	Volumen acumulado recargado estimado año 2019 [m ³]
El Molino (Llay Llay)	4	2	35	314.700

Fuente: MOP (2020a).

En la Figura 6.3-1 muestra la ubicación general de las piscinas de infiltración ubicadas en la comuna de Llay Llay. En la Figura 2.5-1 se presentó una vista aérea de esta infraestructura existente.



Fuente: MOP (2020a).

Figura 6.3-1 Ubicación piscinas de infiltración en el sector de Llay Llay

Finalmente, cabe señalar lo indicado por el Director Regional DGA en las reuniones PAC del presente estudio, sobre recarga de acuíferos: *“Como MOP, no podemos inyectar recursos en predios particulares [privados]. En los sectores propicios, en la 2ª sección, no hay terrenos de Bien Nacional de Uso Público tan extensos para este fin”*. Por ello es crucial la coordinación con actores privados para el desarrollo de este tipo de iniciativas. Por otro lado, CNR zonal expresó, en estas instancias participativas, que *“los permisos sectoriales desincentivan estas obras [recarga de acuíferos]”*. El representante de DOH regional, a su vez, señaló que hubo un caso de recarga de un privado, pero *“falló porque la cantidad de agua superficial era muy poca”*.

6.3.1.2 Acciones en cartera actual

A continuación, se entrega el conjunto de iniciativas públicas y privadas de obras vinculadas a recarga artificial de acuíferos en la cuenca.

i. Iniciativas catastradas desde el sector público

El MOP, a través del Plan Aconcagua, ha presentado para el periodo 2020 en adelante un conjunto de acciones a corto plazo en materias de recarga de acuíferos. El detalle de estas iniciativas se presenta a continuación:

Tabla 6.3-2 Iniciativas públicas de recarga de acuíferos

Sección	Iniciativa	Superficie (Ha)
1ª Sección	Piscina recarga acuífero	15
2ª Sección	Piscina recarga acuífero	15

Fuente: Elaboración propia en base a MOP (2020a).

Ambas iniciativas se ubican en las riberas del río Aconcagua, en las secciones 1ª y 2ª, específicamente en los sectores de Curimón y Escorial, respectivamente. Se espera que ambas iniciativas finalicen durante el periodo de invierno del año 2021. El volumen de infiltración estimado es de 19 Hm³/mes en 2 meses efectivos de infiltración.

Las obras consisten en la construcción de piscinas de infiltración, las que serán de tipo fusible, de tal forma que, para eventuales crecidas del río, estas no interfieran con el escurrimiento natural de éste. Se considera la construcción de pretiles y áreas excavadas, para retener e infiltrar los excedentes del agua del río Aconcagua en periodo invernal. Para lo anterior se firmará un convenio con las JV, para infiltrar caudales excedentes de invierno correspondientes a los derechos de los regantes. Esta obra se iniciará hacia el término de la temporada de riego, de tal forma de no afectar el riego con aguas superficiales (MOP, 2020b).

Así mismo el MOP ha encargado, con el objetivo de abastecer el déficit hídrico que existe actualmente en la cuenca del río Aconcagua, la evaluación de la factibilidad de implementación y funcionalidad de sistemas de recarga artificial mediante piscinas de infiltración en tres sectores de la cuenca con aguas provenientes del excedente disponible de los ríos Aconcagua y Putaendo. Estos tres sectores corresponden a La Cruz, El Molino (Llay Llay) y Las Achupallas (Putaendo). De estas piscinas, ya fueron

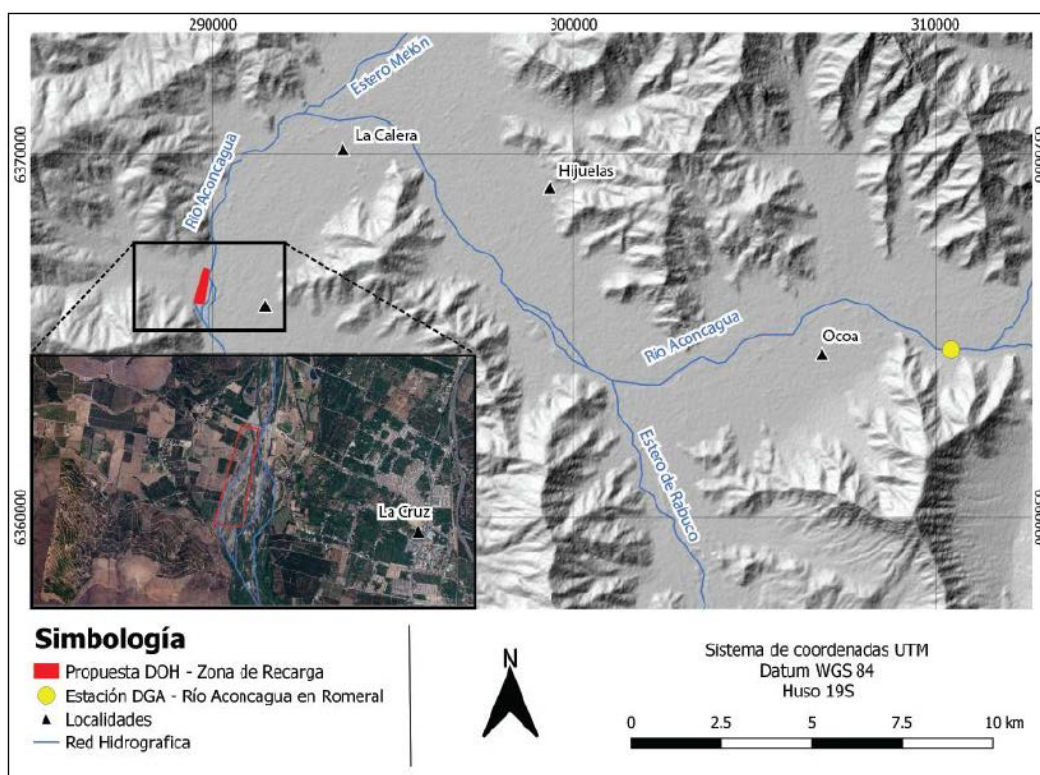
construidas las ubicadas en Llay Llay (ver acápite 2.5.1). Las piscinas ubicadas en La Cruz y Putaendo, de acuerdo al “Estudio hidrogeológico para la planificación de nuevas extracciones en el acuífero del valle del Aconcagua, región de Valparaíso” (MOP, 2020a), presentan las siguientes características:

Tabla 6.3-3 Resumen de características de la recarga artificial de acuífero (La Cruz y Putaendo)

Sector	Tasa infiltración drenaje libre [m ³ /s/20 ha]	Tiempo de conexión [días]	Tasa infiltración mediano-largo plazo [m ³ /s/20 ha]	Volumen acumulado recargado estimado año 2019 [m ³]
La Cruz	115	4	3	158.600
Las Achupallas (Putaendo)	346	35	25	4.700.000

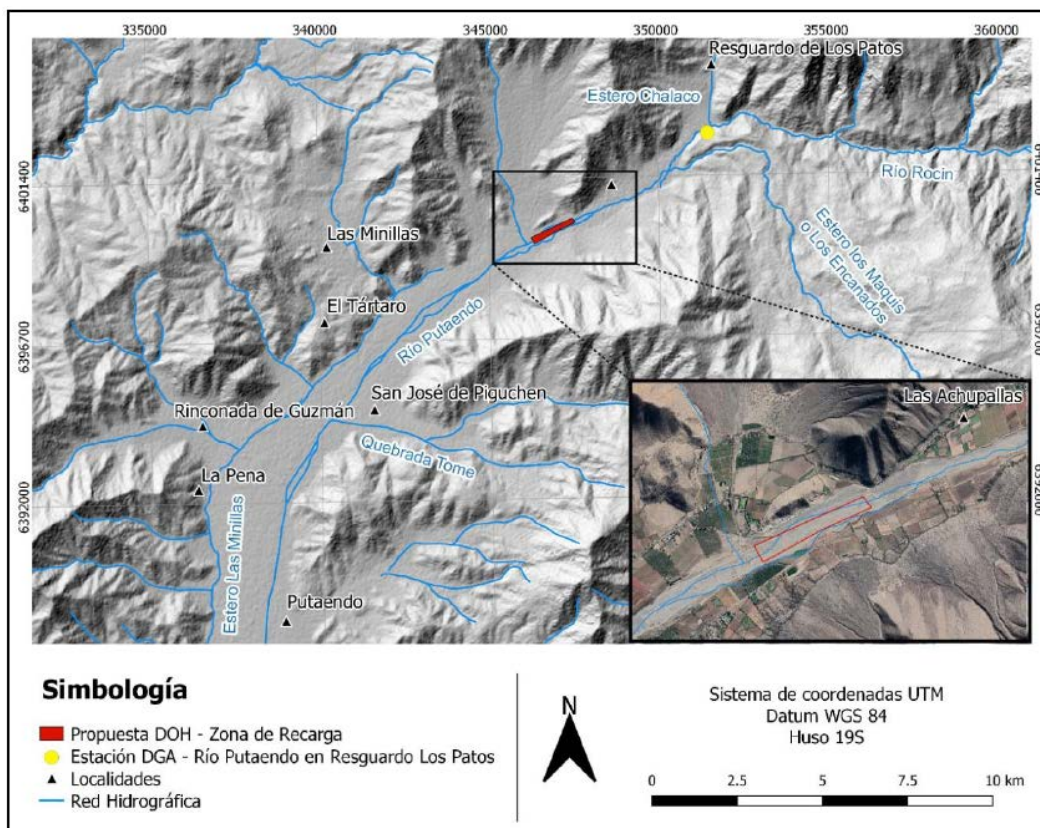
Fuente: MOP (2020a).

En la Figura 6.3-2 y la Figura 6.3-3 se muestra la ubicación general de las piscinas de infiltración propuestas en las comunas de La Cruz y Putaendo, respectivamente.



Fuente: MOP (2020a).

Figura 6.3-2 Ubicación propuesta piscinas de infiltración en el sector La Cruz



Fuente: MOP (2020a).

Figura 6.3-3 Ubicación propuesta piscinas de infiltración en el sector Las Achupallas (Putando)

ii. Acciones en cartera del sector privado

Las Juntas de Vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esva, a través del Plan de Obras Hidráulicas Aconcagua (firmado en junio del año 2020), han presentado para el periodo 2020 en adelante un conjunto de acciones e iniciativas de corto, mediano y largo plazo. Lo anterior, a fin de enfrentar la posible repetición de escenarios de emergencia y escasez hídrica en la cuenca.

En cuanto a obras de infraestructura de recarga de acuíferos, el Plan plantea *“el desarrollo de un programa de recarga de acuíferos en cada una de las secciones considerando la factibilidad de contar con un volumen no saturado que permita la recarga, estableciendo indicadores que permitan evaluar los resultados, dar a conocer los beneficios a los usuarios, siendo necesaria la correcta cuantificación de los recursos infiltrados y de los derechos de aguas que pudieran estar comprometidos”*.

El Plan propone explícitamente *“implementar un programa permanente de recarga inducida en el cauce, especialmente en las tercera y cuarta secciones, a cargo de la DOH en coordinación con las respectivas Juntas de Vigilancia”*.

Esto se justifica, según indica el plan, dado que el sistema de gestión hídrica de la cuenca se apoya de forma importante en las aguas subterráneas, motivo por el cual se debe procurar la recarga de los acuíferos en los años con mayor disponibilidad, aprovechando la capacidad de regulación de los acuíferos.

En el caso particular de la tercera sección del río Aconcagua, la JVTSA propone en el documento "Embalses en el Área Jurisdiccional de la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección" (2020), un programa permanente de recarga inducida a los acuíferos. En éste se propone *"manejar el cauce del río Aconcagua en cuatro (4) zonas estratégicamente determinadas, principalmente mediante series secuenciales de pretilas fungibles en el cauce activo del río, y secundariamente mediante piscinas laterales dentro del cauce en las primeras riberas de inundación"*.

Tabla 6.3-4 Zonas de interés Programa de Recarga

Zona de recarga (nombre referencial)	Superficie inundada (ha)	Infiltración potencial (hm³/mes)
Hijuelas	5	0,45
La Cruz	5	0,45
Quillota	15	1,35
San Isidro	10	0,90
Total	35	3,15

Fuente: JVTSA (2020).

Así mismo, se indica en el documento que esta modalidad de intervención para generar recarga inducida, tiene las ventajas de ser simple, de bajo costo relativo, y de alta efectividad en el corto plazo. Podría implementarse a partir la siguiente temporada 2020-2021, y en adelante un programa permanente de recarga inducida en el cauce en la tercera sección, a cargo de la DOH en coordinación con la JVTSA.

6.3.1.3 Iniciativa de gestión modelada

En el marco del presente estudio, se ha modelado en el escenario de gestión E3 la implementación de recarga artificial del acuífero en tres sectores, en las comunas de Quillota, Llay Llay e Hijuelas. Cabe señalar que las piscinas de recarga de Llay-Llay son existentes (ver acápite 2.5.1.).

Cabe destacar que la modelación de las iniciativas de recarga artificial ha tenido que ser simplificada en el escenario E3. Los motivos de esto se relacionan a que, por ejemplo, las iniciativas de la DOH, obedecen a piscinas o balsas de infiltración. Esto incurre en una modificación topológica del modelo, en que, en teoría, las balsas debiesen representarse como un embalse, con toda la información topográfica y operacional que esto conlleva, aspecto que en el marco del presente estudio no puede ser evaluado.

Adicionalmente, la iniciativa de recarga de la JVTSA, impone la creación de un pretil fusible en el río, por lo que también requiere de mucha información que no está

disponible al momento del proyecto y que probablemente requiera una evaluación hidráulica adicional.

La otra limitante tiene que ver con la resolución temporal del modelo. Dado que el modelo es mensual, el caudal de recarga es un caudal disminuído, porque en diseño, se recarga con caudales que ocurren en eventos diarios y semanales, y los volúmenes son mayores. El caudal que se ha evaluado es un caudal promedio mensual, por lo que representa una cota inferior de la recarga.

En este sentido, como se destaca en el informe, la iniciativa de recarga constituye una iniciativa relevante y que se debiese seguir analizando, pero que para esta evaluación se hizo de manera limitada por el tipo de recarga a evaluar, siendo esto una brecha de representación. En el futuro, se podría evaluar otra aproximación topológica, con más información. Por este motivo se tuvo que evaluar con la simplificación de recarga adoptada en el escenario, analizando el balance hidrogeológico del SHAC.

Según la modelación efectuada, la recarga artificial permite agregar recursos por 2,4 Mm³, disminuyendo la brecha hídrica a 197,6 Mm³. El detalle de los resultados de la modelación de este escenario de gestión se presenta en el apartado 5.4.

6.3.1.4 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico, de la revisión de las acciones en cartera actual y de la modelación de un escenario de gestión con recarga artificial del acuífero de Aconcagua, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Implementación de recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota (NF-01).
 - Objetivo: Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 7 (Quillota) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero, a través de piscinas de infiltración.
 - Justificación: Esta iniciativa nace del actual déficit hídrico, el cual se potenciará con el pasar de tiempo. De esta forma, se hace necesario implementar nuevas estrategias para resolver este fenómeno que afecta a comunidades y actividades productivas, y que repercutan positivamente en los niveles de aguas subterráneas.
 - Descripción: Esta medida consiste en la implementación de recarga artificial del acuífero por medio de piscinas de infiltración en la zona media de la cuenca del río Aconcagua, lo cual busca hacer frente al déficit hídrico actual. Se pretende mejorar el suministro de agua tanto en el SHAC 7 del acuífero como hacia aguas abajo.

Esta iniciativa además forma parte del "Plan de Obras Hidráulicas", año 2020, desarrollado por las Juntas de Vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esva. Así mismo, la División de Proyectos de Riego de la DOH, desarrolló el "Estudio hidrogeológico para la planificación de nuevas extracciones en el acuífero del Valle del Aconcagua, región de Valparaíso" el cual considera el sector de La Cruz como alternativa de recarga, y que sirve de referencia para esta medida.

- o Instancias de relación vinculadas: Como se mencionó anteriormente, esta iniciativa está incluida en el "Plan de Obras Hidráulicas", firmado por los miembros de la "Mesa Aconcagua" (acápites 2.6.3.2 iii b). Además, es una iniciativa que se alinea con los tres ejes de trabajo de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b).

En la Tabla 6.3-5 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.3-5 Ficha resumen Acción N°: NF-01

ACCIÓN N°:	NF-01
Nombre de la Acción:	
Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota.	
Brecha o problemática identificada:	
En la actualidad existe un déficit hídrico importante que se potenciará con el pasar del tiempo. Por causa de lo anterior, se gesta la necesidad de diseñar e implementar nuevas estrategias para resolver los efectos que este fenómeno tiene sobre las comunidades y las actividades productivas que se desarrollan en el territorio. Se requieren actuaciones encaminadas a la sustentabilidad del acuífero; la recarga de acuífero gestionada es una medida que repercute positivamente en la recuperación de los niveles subterráneos.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: Brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 7 (Quillota) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero, a través de piscinas de infiltración.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	SHAC 7 - Quillota
Beneficiarios directos:	Titulares de DAA subterráneos de SHAC 7 - Quillota
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Estudio
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	DOH-JVTSA
Entidad(es) responsable(s)	DOH-JVTSA
Observaciones:	
Esta iniciativa forma parte del Plan de Obras Hidráulicas año 2020, desarrollado por las Juntas de Vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esval. Así mismo, la División de Proyectos de Riego de la DOH, desarrolló el "Estudio hidrogeológico para la planificación de nuevas extracciones en el acuífero del Valle del Aconcagua, región de Valparaíso" el cual considera el sector de la Cruz como alternativa de recarga.	

Fuente: Elaboración propia.

- Implementación de recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota (NF-02).
 - Objetivo: Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 6 (Nogales-Hijuelas) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero a través de pretilos fusibles.
 - Justificación: Esta iniciativa, al igual que la anterior (NF-01 del presente Plan) nace del actual déficit hídrico, el cual se potenciará con el pasar de tiempo. De esta forma, se hace necesario implementar nuevas estrategias para resolver este fenómeno que afecta a comunidades y actividades productivas, y que repercutan positivamente en los niveles de aguas subterráneas.
 - Descripción: Esta medida consiste en la implementación de recarga artificial del acuífero por medio de pretilos fusibles en la zona media de la cuenca del río Aconcagua, lo cual busca hacer frente al déficit hídrico actual. Se pretende mejorar el suministro de agua tanto en el SHAC 6 del acuífero como hacia aguas abajo.

Esta iniciativa forma parte del "Plan de Obras Hidráulicas", año 2020, desarrollado por las Juntas de Vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esval. Así mismo se encuentra plasmada en el documento "Embalses en el Área Jurisdiccional de la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección" (2020), desarrollado por la JVTSA.

- Instancias de relación vinculadas: Como se mencionó anteriormente, esta iniciativa está incluida en el "Plan de Obras Hidráulicas", firmado por los miembros de la "Mesa Aconcagua" (acápites 2.6.3.2 iii b). Además, es una iniciativa que se alinea con los tres ejes de trabajo de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápites 2.6.3.2 iii b).

En la Tabla 6.3-6 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.3-6 Ficha resumen Acción N°: NF-02

ACCIÓN N°:	NF-02
Nombre de la Acción:	
Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota.	
Brecha o problemática identificada:	
En la actualidad existe un déficit hídrico importante que se potenciará con el pasar del tiempo. Por causa de lo anterior, se gesta la necesidad de diseñar e implementar nuevas estrategias para resolver los efectos que este fenómeno tiene sobre las comunidades y las actividades productivas que se desarrollan en el territorio. Se requieren actuaciones encaminadas a la sustentabilidad del acuífero; la recarga de acuífero gestionada es una medida que repercute positivamente en la recuperación de los niveles subterráneos.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: Brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 6 (Nogales-Hijuelas) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero a través de pretilos fusibles.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	SHAC 6 - Nogales-Hijuelas
Beneficiarios directos:	Titulares de DAA subterráneos de SHAC 6 - Nogales-Hijuelas
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	DOH-JVTSA
Entidad(es) responsable(s)	DOH-JVTSA
Observaciones:	
Esta iniciativa forma parte del Plan de Obras Hidráulicas año 2020, desarrollado por las Juntas de Vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esval. Así mismo se encuentra plasmada en el documento "Embalses en el Área Jurisdiccional de la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección" (2020), desarrollado por la JVTSA.	

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Desalinización

La desalinización de agua de mar se contempla como una nueva fuente de agua, con un potencial generalmente para uso de abastecimiento de agua potable y usos industrial y/o minero. A continuación, se expone la situación de esta posible solución para acortar la brecha entre oferta y demanda en la cuenca del río Aconcagua.

6.3.2.1 Diagnóstico

En la cuenca del río Aconcagua no se identifican actualmente obras o infraestructuras existentes en torno a nuevas fuentes de agua asociadas a plantas de desalinización. En relación a los aportes de las reuniones PAC en el marco del presente estudio, el SEREMI Obras Públicas expresó que *“como Estado no estamos haciendo inversión en desalinización”*; por su parte, la empresa sanitaria ESVAL indicó que la desalación es una opción que tienen *“en carpeta inmediatamente después del periodo de previsión de la conducción Aromos con Concón”*.

Según ESVAL, en término estructural, de acuerdo a la legislación sanitaria, cada obra que implementa la empresa sanitaria en la cuenca tiene que ser la más eficiente posible en términos de costos, porque ese costo termina repercutiendo en los usuarios, pese a que la desalación puede ofrecer una seguridad mayor que seguir dependiendo de pozos o fuentes superficiales. Por lo anterior, se enfoca en trabajar eficientemente en los recursos internos y posteriormente pasar a soluciones de mayor costo, como desalinización.

6.3.2.2 Acciones en cartera actual

Actualmente se encuentra en cartera el proyecto denominado “Proyecto Aconcagua”, de propiedad de Aguas Pacífico SpA, aprobado favorablemente mediante RCA N°037 del 13 de agosto de 2018.

El proyecto Aconcagua consiste en la construcción y operación de una planta desalinizadora y sus obras asociadas, que permitirán abastecer de 1.000 l/s de agua para uso industrial y/o potable a la Región de Valparaíso. Este Proyecto se localizará administrativamente en las comunas de Puchuncaví, Quintero y Quillota (Aguas Pacífico, 2017), y se espera sirva de suministro para diferentes usos como sanitario (consumo humano), industrial, minero y agrícola (Aguas Pacífico SpA, 2020).

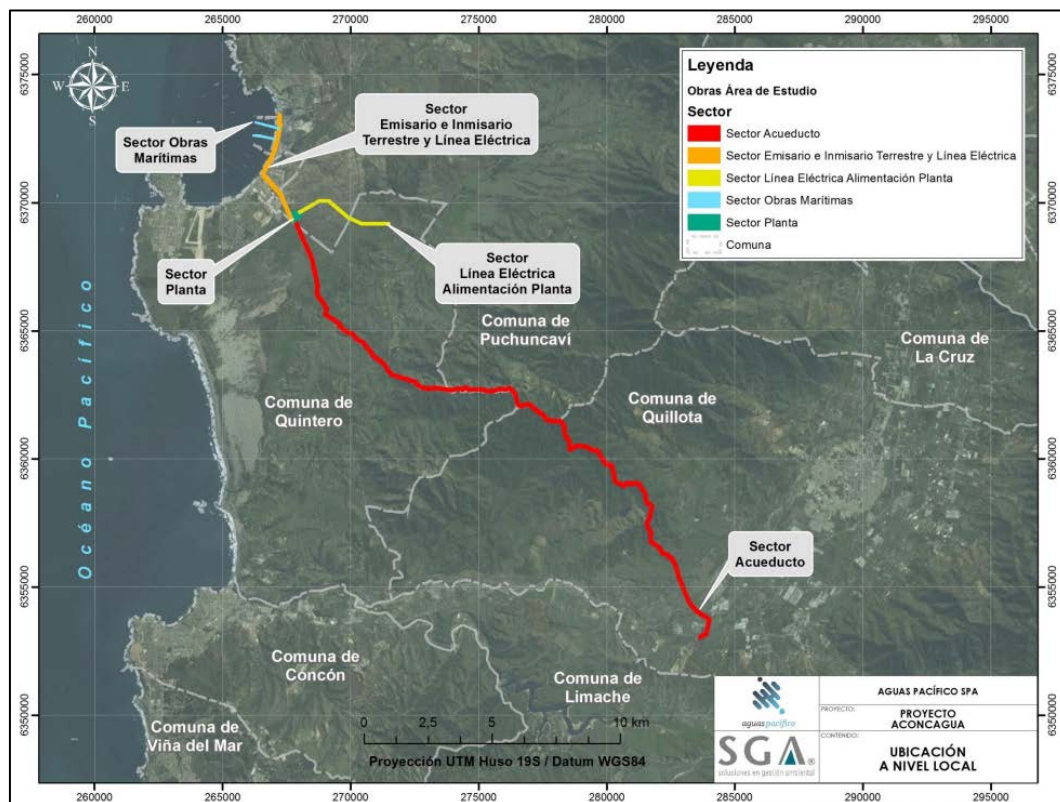
El proyecto, cuenta con una inversión total de US\$372 millones. Busca producir y transportar de mar a cordillera, a través de una tubería de más de 100 kilómetros de longitud, agua desalinizada y de este modo contar con varios puntos de distribución de agua en el interior de la cuenca del Aconcagua. La inversión estimada correspondiente a la planta desalinizadora de 1.000 litros por segundo de capacidad, es de US\$162 millones (Aguas Pacífico SpA, 2017).

La planta se construirá en un terreno de 4 hectáreas de superficie y captará agua desde el mar, a través de una tubería submarina (inmisario) de aproximadamente 1 kilómetro de longitud que, en su extremo, a 18 metros de profundidad, tiene una torre de captación. La calidad del agua desalinizada será del tipo potabilizable y, por

medio de tuberías propias y de terceros, podría llegar a suministrar agua a, prácticamente, toda la región de Valparaíso (Aguas Pacífico SpA, 2017).

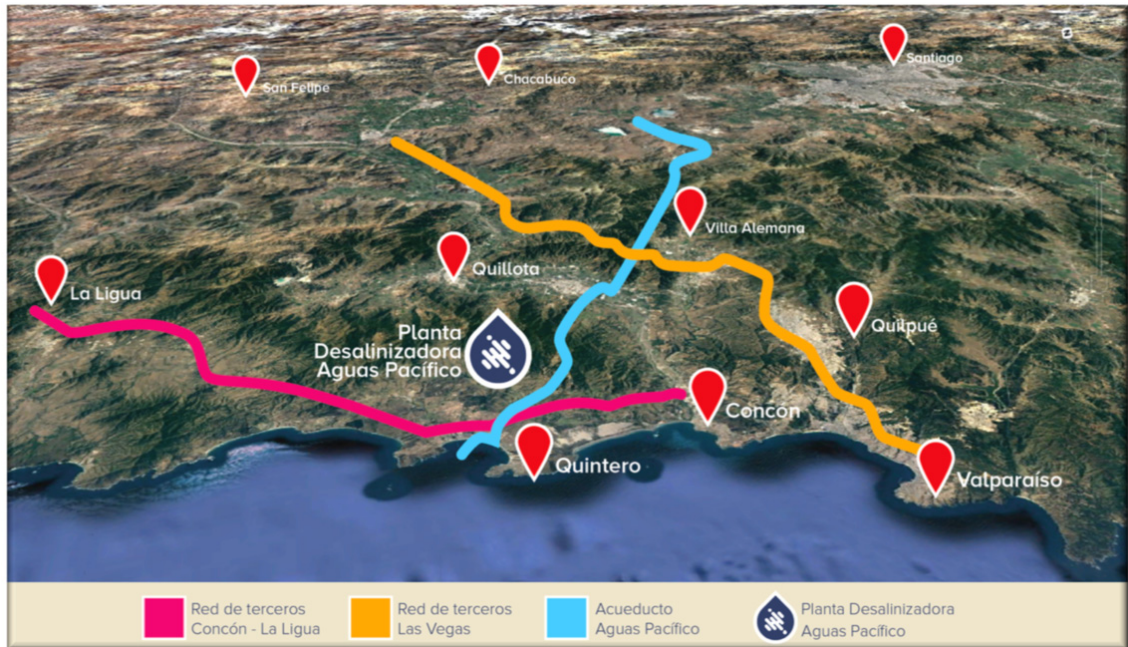
La tecnología que se utilizará para la producción de agua desalinizada es de Osmosis Inversa, la cual tiene una eficiencia del 45%, por lo que para producir 1.000 litros por segundo de agua desalinizada se deben captar (extraer) desde el mar un caudal de 2.360 litros por segundo. Para que este proceso no genere un impacto significativo sobre el medio marino, el diseño del Proyecto se ajustó a las «Directrices para la Evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la Autoridad Marítima de la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (DIRINMAR – 2015)». Las cuales, entre otros aspectos, indican que la captación de agua de Mar, no puede ser a través de succión y debe ser a una velocidad de captación menor a 0,15 m/s (la velocidad media del mar en la bahía donde se emplazará la captación es de 0,35 m/s). Por lo que la torre de captación junto al sistema de vasos comunicantes del Proyecto Aconcagua, utiliza sólo la gravedad como mecanismo de toma de agua, cumpliendo además con el límite de velocidad de captación exigido por la Autoridad Marítima para este tipo proyectos (ver <https://www.terram.cl/>).

En la Figura 6.3-4 se presentan el detalle de los sectores del proyecto y su ubicación; en la Figura 6.3-5 se muestra la conducción de dicho proyecto y otras redes principales de distribución de agua potable existentes.



Fuente: Aguas Pacífico SpA (2017).

Figura 6.3-4 Localización de proyecto Aconcagua



Fuente: Aguas Pacífico SpA (2020).

Figura 6.3-5 Acueducto del proyecto Aconcagua

A raíz de las reuniones PAC del presente estudio, la representante de la SUBDERE de Valparaíso indica que, *“respecto a la desaladora de Aguas Pacífico, que lleva agua a Tiltil, la idea es que cuando se implemente, conecte a APR de Quillota, Limache y Olmué; en Quillota existe mucha población que se abastece con camiones [aljibe]”*.

6.3.2.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, no se considera estratégico establecer una iniciativa de desalinización en el marco del presente PEGH Aconcagua; este tipo de soluciones son promovidas por agentes privados (generalmente empresas sanitarias), y cuando su finalidad es el abastecimiento de agua potable urbana, estas inversiones se generan de forma alineada con el proceso tarifario en conjunto con la SISS.

Actualmente ESVAL tiene en consideración este tipo de soluciones para satisfacer su demanda futura a largo plazo (principalmente Gran Valparaíso). Si bien las obras de la conducción reversible de Los Aromos Concón deberían subsanar los déficits hasta el año 2040, según lo expresado por la empresa sanitaria en las reuniones PAC, se recomienda analizar la factibilidad de implementación de una planta de desalinización para un horizonte de largo plazo.

6.3.3 Uso aguas servidas tratadas

6.3.3.1 Diagnóstico

Respecto al reúso de aguas servidas, entre los años 2014 y 2016, Fundación Chile (FCH) llevo a cabo el estudio denominado "Diagnóstico del potencial de reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso". El estudio comprende el diagnóstico técnico, económico y normativo del potencial reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso, con perspectivas de implementar a futuro, sistemas de reúso para emisarios submarinos.

De acuerdo al estudio realizado por FCH, la región de Valparaíso corresponde a la zona de Chile que posee la mayor cantidad de aguas residuales disponibles en emisarios submarinos para reúso en Chile. En concreto, el caudal descargado por emisarios submarinos en la región de Valparaíso (2,6 m³/s) alcanzaría para regar 27.300 hectáreas de uva de mesa o 10.250 hectáreas de paltos en la región, con un ingreso anual de 1.146 MMUSD o 885 MMUSD, respectivamente (FCH, 2016).

En la región de Valparaíso, existen 9 los emisarios submarinos en operación que descargan directamente al mar. El volumen aproximado de agua descargada por estos en el año 2014 superó los 80 millones de m³ siendo los de mayor incidencia los emisarios de Loma Larga (59%) y Dos Norte (15%), ambos ubicados en la zona centro de la región (FCH, 2016). En la Tabla 6.3-7 se identifica el total de emisarios, localidades saneadas y porcentaje de descarga respecto al total descargado en la región.

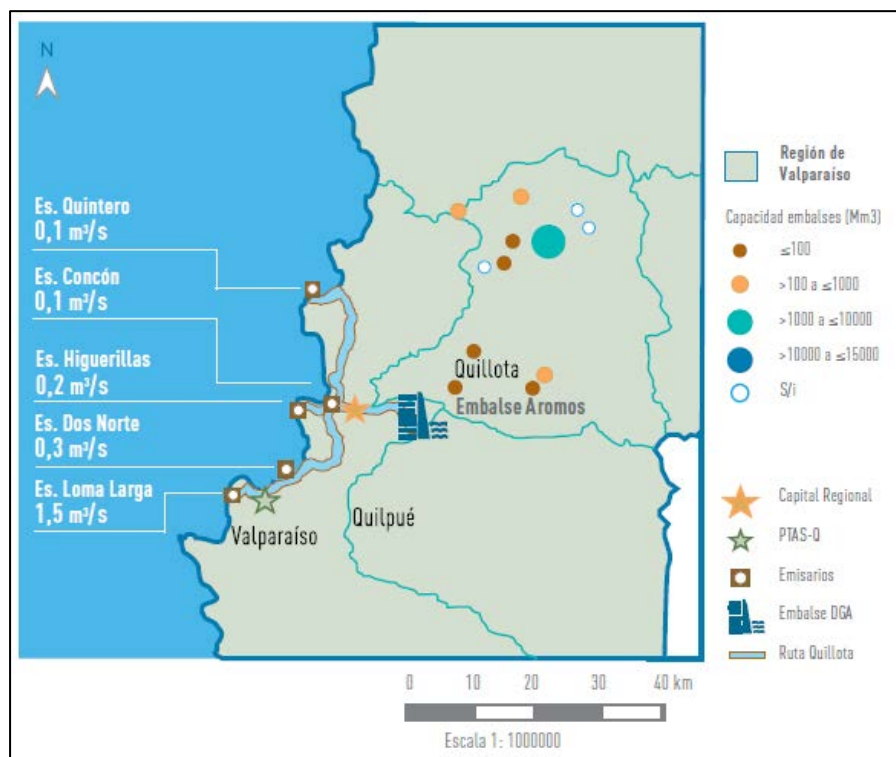
El estudio analiza tres escenarios de la región de Valparaíso, de acuerdo a atributos sociopolíticos y atributos técnico-económicos, estos fueron Casablanca, Quillota y Petorca. Respecto al sector de Quillota, ubicado al interior de la cuenca del río Aconcagua, se tiene que, las fuentes de aguas residuales más cercanas a la provincia de Quillota, son los emisarios submarinos de Quintero, Concón, Higuierillas y dos Norte, que se encuentran en la costa central de la región de Valparaíso. Considerando el volumen que generan estos emisarios submarinos (2,2 m³/s.), se podría llegar a abastecer el 48,5% de la demanda hídrica de la provincia.

No obstante la cercanía de los emisarios antes señalados, la propuesta en el estudio contempla utilizar 1,1 m³/s de aguas residuales descargadas vía emisarios submarinos, específicamente Loma Larga. Esta descarga necesitará de un tratamiento adicional al pretratamiento actual, por lo que la solución proyecta la construcción de una PTAS para llegar a la calidad requerida. Se propone entonces hacer un recorrido que parte en el emisario de Loma Larga y se extiende por 43 kilómetros, hasta llegar con las aguas tratadas al embalse Los Aromos, desde donde posteriormente se distribuirán las aguas a los potenciales usuarios (Figura 6.3-6). La solución planteada permitiría abastecer de aguas residuales tratadas para riego a la provincia, supliendo cerca del 25% de su demanda hídrica. De acuerdo al estudio el costo de implementar un sistema de reúso de aguas residuales para la zona de Quillota es razonable y competitivo, por lo que posee una buena posibilidad de poder implementarse.

Tabla 6.3-7 Emisarios y volumen aproximado de descarga

Nombre de Obra	Sistema	Localidades saneadas	Volumen aprox descarga 2014 MMm ³	% respecto a la descarga en la V región
Emisario Algarrobo	Litoral Sur	Algarrobo	1,8	2
Emisario Cartagena	Litoral Sur	Cartagena, Las Cruces, San Sebastián	2,4	3
Emisario Concón	Gran Valparaíso - Limache - La Calera - Quillota - La Cruz - San Pedro - Nogales	Concón Oriente	2,2	3
Emisario El Tabo	Litoral Sur	El Tabo, Isla Negra, El Quisco	1,1	1
Emisario Higuierillas	Gran Valparaíso - Limache - La Calera - Quillota - La Cruz - San Pedro - Nogales	Concón Poniente	5,7	7
Emisario Quintero	La Ligua - Litoral Norte	Quintero	1,7	2
Emisario San Antonio	Litoral Sur	San Antonio	6,6	8
Emisario Loma Larga	Gran Valparaíso - Limache - La Calera - Quillota - La Cruz - San Pedro - Nogales	Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana, Reñaca	47,8	59
Emisario Dos Norte	Gran Valparaíso - Limache - La Calera - Quillota - La Cruz - San Pedro - Nogales	Villa Alemana, Quilpué, Reñaca y parte de Viña del Mar	11,6	15

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2014) y FCH (2016).



Fuente: FCH (2016).

Figura 6.3-6 Trazado sistema de tratamiento y distribución de aguas residuales para el abastecimiento de la provincia de Quillota

Si bien el estudio concluye que existe una alta factibilidad de llevar a cabo el proyecto, dada la cercanía de Quillota respecto a los emisarios submarinos, que serán la fuente del recurso, uno de los puntos críticos es la falta de embalses para almacenar el agua residual tratada, punto que podría subsanarse considerando la cartera de proyectos que tiene el Gobierno, además de alternativas como embalses subterráneos, la recarga de acuíferos y los micro embalses en bolsas. Otra barrera es la desconfianza, herencia del brote de cólera de principios de los 90, que dejó una marca de prejuicios en distintos estamentos, que aún no se abren a esta nueva realidad de los sistemas de reúso en el mundo. Un aspecto que también juega en contra es que la demanda es estacional (verano) o sólo en períodos de escasez de agua, lo que atenta contra un sistema que debe funcionar en forma permanente y con un caudal relativamente constante.

6.3.3.2 Acciones en cartera actual

No se identifican acciones públicas y/o privadas en cartera actual. No obstante, no existen antecedentes que indiquen que la propuesta realizada por FCH se encuentre descartada.

6.3.3.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

En la actualidad no se tiene registros de reutilización de aguas servidas en la cuenca del río Aconcagua. En la cuenca existen 12 PTAS (ver acápite 2.4.1.3), de estas plantas de tratamiento, 10 de ellas descargan las aguas tratadas a cauces naturales de la misma cuenca, en donde este recurso es devuelto al ciclo de uso, mientras que las dos (2) plantas restantes (Concón e Higuierillas), descargan sus efluentes directamente al mar.

No se ha presentado un interés explícito por parte de actores relevantes en las reuniones PAC del estudio respecto al tema; también se hace notar la ausencia de proyectos en cartera. No obstante, esta potencial fuente de agua toma relevancia en futuras reformulaciones del Plan de Acción, ante todo considerando el recurso que es descargado por medio de emisario submarinos al mar.

6.4 OTRAS MEDIDAS

El resto de las medidas estratégicas del Plan de Acción corresponden a estudios propuestos que ayudan a generar nueva información relativo a los recursos hídricos de la cuenca del río Aconcagua, y que disminuyen las brechas observadas en la caracterización de la misma. La generación de conocimiento e investigación propuesta se centra en cuatro ejes:

- ✓ Información del estado de glaciares y su evolución. Existe una brecha temporal de casi 10 años en la información generada por DGA relativa a glaciares a nivel de cuenca, quedando indeterminada la evolución que estos han tenido durante los últimos años. Señalar que, para alcanzar una buena gestión en los recursos, el primer paso es tener conocimiento sobre el mismo.
- ✓ Humedales y otros cuerpos de agua. Únicamente existe información oficial sobre la cobertura espacial de humedales y otros cuerpos de agua a nivel de cuenca. Sin embargo, no hay mayor detalle a través de información sistematizada sobre su importancia ecosistémica, especies presentes o su estado de conservación, debido principalmente a que solo el sector de los humedales andinos del Parque Andino Juncal cuenta con protección oficial, mientras que el resto solo son Sitios Prioritarios para la conservación.
- ✓ Manejo de Cauces. Si bien la cuenca del río Aconcagua no presenta eventos extremos relativos a crecidas de forma frecuente, existen otros usos en el cauce (por ejemplo, extracción de áridos u otras actuaciones sobre el cauce) que ameritan disponer de un Plan de Manejo de Cauce propio.
- ✓ Contaminación de las aguas. Deben generarse las herramientas para que en fase posterior se materialicen las inversiones priorizadas en saneamiento rural, dada la contaminación de origen fecal identificada en la cuenca.

En el caso de los humedales, no se considera una iniciativa estratégica asociada al Plan de Acción en la actualidad, ya que el MMA tiene en sus labores la elaboración y ejecución de estudios y programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, así como la administración y actualización de una base de datos sobre biodiversidad. Por el

contrario, y en relación a los temas planteados anteriormente, se consideran relevantes de analizar aquellos relativos a contaminación del recurso hídrico y al conocimiento glaciológico.

6.4.1 Conocimiento e investigación glaciológica

En el presente acápite, se presentan las herramientas de información necesarias para la generación de un Plan de Gestión de Glaciares para la cuenca del río Aconcagua.

6.4.1.1 Diagnóstico

La cuenca del río Aconcagua cuenta actualmente con 715 glaciares, de los cuales 58 son de montaña, 544 son rocosos, 112 son glaciaretos y 1 es un glaciar de valle. En su conjunto, cubren un área total de 135,8 km² y un volumen de 4,01 km³. A pesar de la importancia que representan los glaciares dentro de la dinámica hídrica de la cuenca, y la actual situación climática que favorece su rápido retroceso, no existe un monitoreo constante de variables como su área o su aporte hídrico, considerando que el último monitoreo a nivel de cuenca se realizó hace casi 10 años (DGA, 2011). De esta forma, resulta relevante contar con información y metodologías de estudio sobre glaciares para conocer, monitorear y gestionar su rol hídrico en la cuenca del río Aconcagua.

6.4.1.2 Acciones en cartera actual

No se identifican acciones en cartera pública o privada.

6.4.1.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Elaboración del Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua (OM-01).
 - Objetivo: Desarrollar un inventario de glaciares y evaluar metodologías para determinar aportes hídricos, que colaboren a crear un plan que permita gestionar eficientemente los glaciares de la cuenca del río Aconcagua.
 - Descripción: Esta iniciativa pretende llenar el vacío existente en la cuenca en relación a la información referente a cuerpos glaciares, y su participación en la dinámica hídrica de la cuenca. Se pretende realizar un inventario de glaciares de la cuenca, evaluar distintas metodologías para estimar sus aportes hídricos, y crear un plan que permita gestionar eficientemente los glaciares de la cuenca. También se espera que el estudio determine el área de los distintos cuerpos glaciares, para contabilizar el área total de la cuenca, y así poder reportar las disminuciones de área que ocurran en el tiempo, y ver si esto tiene relación con algunas de las características descritas para ellos, como su altura, orientación, latitud, subcuenca, etc. Puede usarse de

referencia los estudios "Variaciones Recientes de Glaciares en Chile, Según Principales Zonas Glaciológicas" (DGA, 2011), donde se presenta el área de los glaciares "Juncal Norte" y "Monos de Agua", para los años 1955, 1989, 1997, 2006 y/o 2011.

Es importante tener claridad de los aportes hídricos de los glaciares de la cuenca, tanto del momento actual como a futuro, con el objetivo de incorporarlos posteriormente a modelos hídricos de la cuenca, y tener una visión mas global de la cantidad de agua que se dispone.

Cabe señalar, también de manera referencial, un estudio análogo actualmente en desarrollo, "Investigación Plan de Gestión de Glaciares para la Región de Coquimbo", desarrollado por CEAZA y a partir del cual se espera se generen resultados análogos a lo que se necesita tener en la cuenca del río Aconcagua, tomando en consideración la diferencia sustancial entre la cantidad de glaciares que habría entre ambas zonas.

- o Instancias de relación vinculadas: Esta es una iniciativa que asistirá a los miembros de la "Mesa Regional para la Emergencia Hídrica" (acápito 2.6.3.2 iii b), para la toma de desiciones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo. Además, se alinea con el eje "Conservación de ecosistemas hídricos" de la "Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso" (acápito 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.4-1 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápito 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.4-1 Ficha resumen Acción N°: OM-01

ACCIÓN N°:	OM-01
Nombre de la Acción:	
Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
La cuenca del río Aconcagua cuenta actualmente con 715 glaciares, de los cuales 58 son de montaña, 544 son rocosos, 112 son glaciaretos y 1 es un glaciar de valle. En su conjunto, cubren un área total de 135,9 km ² y un volumen de 4,02 km ³ . A pesar de la importancia que representan los glaciares dentro de la dinámica hídrica de la cuenca, y la actual situación climática que favorece su rápido retroceso, no existe un monitoreo constante de variables como su área o su aporte hídrico, considerando que el último monitoreo a nivel de cuenca se realizó hace casi 10 años (DGA-CEC, 2011). De esta forma, resulta relevante contar con información y metodologías de estudio sobre glaciares para conocer, monitorear y gestionar su rol hídrico en la cuenca del río Aconcagua.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Desarrollar un inventario de glaciares. Evaluar metodologías para determinar aportes hídricos, y crear un plan que permita gestionar eficientemente los glaciares de la cuenca del río Aconcagua. Determinar mediante métodos satelitales el área glaciar de la cuenca río Aconcagua, y reportar las disminuciones de área de cada glaciar en particular, y del área total a nivel de cuenca. Utilizar parámetros de clasificación de los cuerpos glaciares, para ver si existen características que favorecen sus retrocesos, como su altura, latitud, orientación o subcuenca.	
Características generales:	
Ámbito:	Ecosistema
Ubicación:	Cuenca del río Aconcagua
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
El estudio "Variaciones Recientes de Glaciares en Chile, Según Principales Zonas Glaciológicas" (DGA, 2011) presenta el área de los glaciares "Juncal Norte" y "Monos de Agua", para los años 1955, 1989, 1997 2006 y/o 2011. Dichas metodologías pueden ser replicadas para estimar las variaciones de las áreas de los glaciares en el tiempo.	

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Plan de Manejo de Cauces

En el presente acápite se expone la necesidad de disponer de un Plan de Manejo de Cauce en la cuenca del río Aconcagua.

6.4.2.1 Diagnóstico

El desarrollo urbano y la actividad económica en la cuenca, sumado a los periodos de sequía en la región, ha propiciado la intervención del río Aconcagua y de algunos de sus afluentes, modificando sus cauces y alterando el uso de los suelos adyacentes. Lo anterior, genera la necesidad de contar con un Plan de Manejo de Cauces, que permita afrontar futuros eventos de inundación y afectación por erosión de población e infraestructura pública y privada, debido a posibles crecidas en los cauces de la cuenca y otras intervenciones sobre ellos (ver acápite 6.1.2.1 en relación con obras de defensa fluvial).

6.4.2.2 Acciones en cartera actual

La cartera de acciones respecto a defensa fluvial se expuso en el acápite 6.1.2.2.

6.4.2.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

- Elaboración del Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua (OM-02).
 - Objetivo: 1. Formular un diagnóstico actualizado del río Aconcagua y sus principales afluentes, que exponga la condición existente en cuanto a problemas de: (i) erosión, (ii) inundabilidad de riberas, (iii) extracción de áridos, (iv) conflictos por deslindes y (v) otras intervenciones del cauce. 2. Elaborar un Plan de Manejo del cauce del río Aconcagua que proponga mejoras a su condición actual, integrando de la mejor forma posible las actividades y/o usos que se realizan en él y sus riberas, dentro del marco de las necesidades hidráulicas del cauce.
 - Descripción: Esta iniciativa busca contar con un Plan de Manejo de Cauces, ante los posibles eventos futuros de inundación y afectación por erosión de la infraestructura pública y privada en la cuenca. Esto se debe al desarrollo urbano y económico que ha sido observado en la cuenca, lo cual sumado a los periodos de sequía prologandos ha llevado a la intervención del río Aconcagua y sus afluentes, modificando en parte sus cauces naturales y alterando el uso de los suelos adyacentes, existiendo entonces incertidumbre sobre los riesgos potenciales ante eventos extremos.

- Instancias de relación vinculadas: Esta es una iniciativa que asistirá a los miembros de la “Mesa Regional para la Emergencia Hídrica” (acápite 2.6.3.2 iii b), para la toma de decisiones respecto a sus tres ejes centrales de trabajo. Además, se alinea con el eje “Gestionar íntegramente los recursos hídricos a nivel cuenca” de la “Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso” (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.4-2 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.4-2 Ficha resumen Acción N°: OM-02

ACCIÓN N°: OM-02	
Nombre de la Acción:	
Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
El desarrollo urbano y de la actividad económica en la cuenca, sumado a los periodos de sequía en la región, ha propiciado la intervención del río Aconcagua y de algunos de sus afluentes, modificando sus cauces y alterando el uso de los suelos adyacentes. Lo anterior, genera la necesidad de contar con un Plan de Manejo de Cauces, que permita afrontar futuros eventos de inundación y afectación por erosión de población e infraestructura pública y privada, debido a posibles crecidas en los cauces de la cuenca.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 1.4. Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual. Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
1. Formular un diagnóstico actualizado del río Aconcagua y sus principales afluentes, que exponga la condición existente en cuanto a problemas de: (i) erosión, (ii) inundabilidad de riberas, (iii) extracción de áridos, (iv) conflictos por deslindes y (v) otras intervenciones del cauce. 2. Elaborar un Plan de Manejo del cauce del río Aconcagua que proponga mejoras a su condición actual, integrando de la mejor forma posible las actividades y/o usos que se realizan en él y sus riberas, dentro del marco de las necesidades hidráulicas del cauce.	
Características generales:	
Ámbito:	Defensa
Ubicación:	Cuenca río Aconcagua
Beneficiarios directos:	Habitantes de sectores aledaños a las riberas río Aconcagua y afluentes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DOH
Entidad(es) responsable(s)	DOH
Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Proyectos de ingeniería de saneamiento rural

En el presente acápite se expone la necesidad de avanzar en ingeniería de detalle de proyectos de saneamiento rural en la cuenca del río Aconcagua.

6.4.3.1 Diagnóstico

Según el informe realizado por la Mesa Nacional del Agua (MOP, 2020), *"en cuanto al saneamiento en zonas rurales, esta es una tarea pendiente"*, estimándose que la cobertura de alcantarillado en zonas rurales no supera el 25% a nivel nacional. En relación con este tema, se desarrolló el estudio "Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule)" (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se priorizaron ocho (8) sistemas APR de la cuenca del río Aconcagua: Pochay; Rabuco; Parceleros El Melón; Santa Filomena; La Sombra-Los Pinos; El Cobre-La Colonia; La Palma; Troncal San Pedro.

6.4.3.2 Acciones en cartera actual

Al respecto de los ocho (8) sistemas APR priorizados según DIRPLAN-IFARLE (2019), cabe señalar que los sectores de Santa Filomena y El Cobre-La Colonia cuentan con un diseño de ingeniería para saneamiento, los cuales fueron licitados y adjudicados el año 2011 (ID Licitación: 3820-21-LP11 y 4280-42-LP11, correspondientemente). Por otra parte, los años 2011-2012 MIDESO evaluó los proyectos para los diseños de saneamiento en los sectores La Pama y Pochay (código BIP 30102777 y 30103874, respectivamente); no obstante, no se identificó la ejecución de ninguno de ellos. El año 2019 se reingresó el proyecto para el diseño de ingeniería en el sector El Cobre-La Colonia (BIP 30102008); sin embargo, tampoco se identificó la ejecución de este.

6.4.3.3 Iniciativa(s). Ficha(s) resumen

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua (OM-03).
 - Objetivo: Diseñar la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas servidas en los sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.
 - Descripción: Esta iniciativa se enmarca en los resultados de la priorización para la implementación de saneamientos en APRs realizada en el "Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'higgins y Maule)" (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se priorizaron 8 sistemas APR de la cuenca: Pochay; Rabuco; Parceleros El Melón; Santa Filomena; La Sombra-Los Pinos; El Cobre-

La Colonia; La Palma; Troncal San Pedro., y busca contrarrestar lo observado en relación a la presencia de contaminantes microbiológicos como coliformes totales y *E. coli* en el curso medio de la cuenca del río Aconcagua, lo cual sería atribuido a contaminación por aguas residuales, principalmente en zonas rurales que no cuentan con alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas.

El diseño de estos sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas se impementaran de acuerdo a lo establecido en la iniciativa OH-05.

- o Instancias de relación vinculadas: Es una iniciativa que se alinea el eje “Infraestructuras de captación, acumulación, conducción, distribución y saneamiento” de la “Política de Desarrollo y Sostenibilidad hídrica para la región de Valparaíso” (acápite 2.6.3.2 iii c).

En la Tabla 6.4-3 se presenta la ficha resumen de esta iniciativa. El monto asociado a esta inversión se presenta en el acápite 7.2.1 y su detalle en el Anexo K.2.

Tabla 6.4-3 Ficha resumen Acción N°: OM-03

ACCIÓN N°: OM-03	
Nombre de la Acción:	
Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	
Brecha o problemática identificada:	
En diferentes puntos ubicados en el curso medio de la cuenca del río Aconcagua, se ha detectado presencia de Coliformes Totales y <i>Escherichia coli</i> en las fuentes de agua cruda de abastecimiento de agua potable, de manera persistente en el tiempo. La presencia de la bacteria <i>E. coli</i> es atribuida principalmente a la contaminación por aguas residuales; considerando que las zonas rurales no cuentan en su totalidad con red de alcantarillado y sistemas de tratamiento de aguas servidas, eventualmente los contaminantes derivan a cuerpos hídricos receptores.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 1.2. Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas. Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Diseñar la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas servidas en los sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua potable/Ecosistema
Ubicación:	APRs: Pochayay (La Cruz); Rabuco (Hijuelas); Parceleros El Melón (Nogales); Santa Filomena (Santa María); La Sombra-Los Pinos (Hijuelas); El Cobre-La Colonia (Catemu); La Palma (Quillota); Troncal San Pedro (Quillota).
Beneficiarios directos:	8 sistemas APRs: Pochayay (2.083 usuarios); Rabuco (2.250 usuarios); Parceleros El Melón (891 usuarios); Santa Filomena (2.492 usuarios); La Sombra-Los Pinos (949 usuarios); El Cobre-La Colonia (1.218 usuarios); La Palma (4.984 usuarios); Troncal San Pedro (1.936 usuarios).
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Público
Entidad(es) financiadora(s)	GORE-SUBDERE (a través del FNDR)
Entidad(es) responsable(s)	Municipalidades
Observaciones:	
Según al informe realizado por la Mesa Nacional del Agua (MOP, 2020), "en cuanto al saneamiento en zonas rurales, esta es una tarea pendiente", estimándose que la cobertura de alcantarillado en zonas rurales (a nivel nacional) no supera el 25%. Debido a esto, se desarrolló el estudio "Análisis Plan de Inversión Pública en saneamiento rural para 80 localidades concentradas (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'higgins y Maule)" (DIRPLAN-IFARLE, 2019), en el cual se priorizaron 8 sistemas APR de la cuenca: Pochayay; Rabuco; Parceleros El Melón; Santa Filomena; La Sombra-Los Pinos; El Cobre-La Colonia; La Palma; Troncal San Pedro.	
Cabe señalar que los sectores de Santa Filomena y El Cobre-La Colonia cuentan con un diseño de ingeniería para saneamiento, los cuales fueron licitado y adjudicados el año 2011 (ID LICITACIÓN: 3820-21-LP11 y 4280-42-LP11, correspondientemente), mientras que entre los años 2011-2012 MIDESO evaluó los proyectos para los diseños de saneamiento en los sectores La Pama y Pochayay (código BIP 30102777 y BIP 30103874, correspondientemente); no obstante, no se identificó la ejecución de alguno. Finalmente, el año 2019 se reingresó el proyecto para el diseño de ingeniería en el sector El Cobre-La Colonia (BIP 30102008); sin embargo, tampoco se identificó la ejecución de este.	

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 7 CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS

El presente capítulo entrega la cartera de iniciativas para el PEGH de la cuenca del río Aconcagua, con 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

La identificación y la priorización de las iniciativas y acciones que componen el PEGH se ha definido en base a: el diagnóstico de la cuenca; los aportes del proceso de PAC; y, la opinión experta del equipo consultor.

El diagnóstico tuvo una amplia caracterización técnica, mientras que el proceso de PAC tuvo un carácter cualitativo con los aportes que han realizado los distintos actores relevantes del territorio, recogidos a través de reuniones. La síntesis del diagnóstico, junto con la revisión de la cartera actual de acciones, se ha presentado en el Capítulo 6, derivando de ello las iniciativas estratégicas correspondientes; en el Anexo K.1 se compilan las fichas resumen, donde pueden examinarse los detalles identificativos de cada una.

La síntesis de selección de alternativas se presenta a continuación, organizada en obras hidráulicas (Tabla 7.1-1), medidas de gestión (Tabla 7.1-2), nuevas fuentes de agua (Tabla 7.1-3) y otras medidas (Tabla 7.1-4), identificando la acción, su objetivo y el responsable.

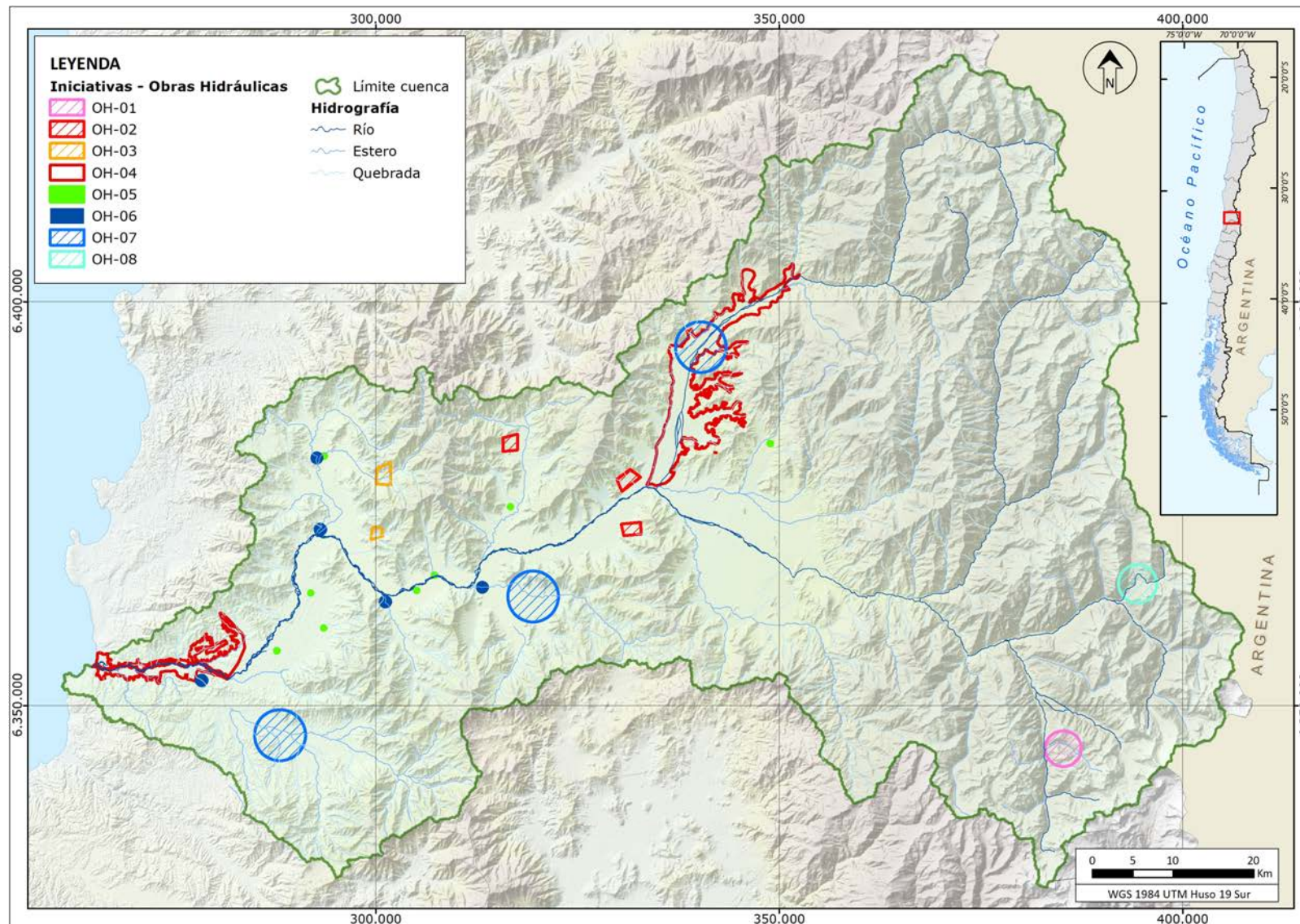
Tabla 7.1-1 Síntesis de acciones asociadas a Obras Hidráulicas (OH)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
OH-01	Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	DOH
OH-02	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	DOH
OH-03	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la seguridad de agua para riego de la superficie agrícola existente.	DOH
OH-04	Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua	Incrementar el grado de tecnificación de la superficie agrícola en riego, mediante fondos concursables específicos de tecnificación en la cuenca del río Aconcagua, con nichos especiales para el valle de Putaendo y la cuarta sección del río Aconcagua.	CNR

ID	Acción	Objetivo	Responsable
OH-05	Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	Construcción de un sistema de red colectora y planta de tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.	Municipalidades
OH-06	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, recuperando y mejorando infraestructura, de manera de incrementar la cantidad y la calidad de los datos de monitoreo de las aguas superficiales, a través de: la construcción de tres (3) nuevas estaciones, "Estero Los Loros antes de la junta con río Aconcagua", "Estero Los Litres antes de la junta Aconcagua" y "Estero Los Litres en Puente Regis"; y la recuperación de dos (2) estaciones actualmente suspendidas, "Río Aconcagua en Panamericana" y "Río Aconcagua en Tabolango".	DGA
OH-07	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de tres (3) nuevos puntos de medición de niveles subterráneos en los SHAC: Acuífero 2 - Putaendo, Acuífero 5 - Llay Llay, Acuífero 9 - Limache, de manera de mejorar la información relativa a balances de agua subterránea.	DGA
OH-08	Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de una (1) estación meteorológica en la zona alta de la cuenca, con el objetivo de contar con información histórica sobre variables meteorológicas.	DGA

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la Figura 7.1-1 las áreas asociadas a cada una de las acciones relativas a Obras Hidráulicas presentadas en la Tabla 7.1-1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.1-1 Iniciativas asociadas a Obras Hidráulicas

Tabla 7.1-2 Síntesis de acciones asociadas a Medidas de Gestión (MG)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
MG-01	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	Fomentar la participación activa de diversos intereses productivos, sociales, culturales y económicos en la gestión hídrica y gobernanza entre actores relevantes en materia hídrica, a través de la disposición de facilitadores para guiar en la toma de decisiones conjunta y armónica en la cuenca del río Aconcagua.	DGA Región de Valparaíso
MG-02	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Aconcagua	Instalar mecanismos para el monitoreo de caudal superficial y la automatización de compuertas en las bocatomas y/o compuertas principales de los canales de riego, incluyendo las adecuaciones pertinentes en las obras civiles implicadas (aforadores), de forma de contar con información en tiempo real de los caudales en los principales canales de riego de la cuenca del río Aconcagua.	CNR
MG-03	Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	Gestionar la solicitud de nuevos DAA en 7 sistemas APR que actualmente no disponen de ellos y en 4 APR que necesitan solicitar nuevos DAA en base a la demanda de agua potable rural en la cuenca del río Aconcagua.	DGA
MG-04	Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Aconcagua, a través de la capacitación de futuros directores, saneamiento y regularización de la inscripción en CBR de los DAA del sector y; organización legal de las cuatro (4) Comunidades de Agua Subterránea en los SHAC Nogales-Hijuelas, Quillota, Limache, Aconcagua Desembocadura.	DGA
MG-05	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas superficiales en la parte alta de la cuenca. De esta forma, se podrá estudiar las variaciones estacionales asociadas a los distintos caudales observados a lo largo de un año en el río Aconcagua y sus afluentes.	DGA

ID	Acción	Objetivo	Responsable
MG-06	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones subterráneas de la Red Hidrométrica de la DGA (pozos APR) para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas en la parte media y baja de la cuenca. De esta forma, se podrán establecer variaciones estacionales asociadas a cambios en el nivel freático de los puntos monitoreados.	DGA
MG-07	Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	Capacitar a fruticultores en el manejo de fertilizantes nitrogenados, por medio de incorporación de prácticas sustentables a largo plazo.	CORFO
MG-08	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	Mantener un monitoreo constante de los parámetros microbiológicos más relevantes (E. Coli, Coliformes Totales y Coliformes Fecales), utilizando la red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas, de manera de contar con suficiente información para estudiar su variación temporal y espacial en la cuenca.	DGA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.1-3 Síntesis de acciones asociadas a Nuevas Fuentes de agua (NF)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
NF-01	Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota	Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 7 (Quillota) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero, a través de piscinas de infiltración.	DOH-JV TSA
NF-02	Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota	Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en el SHAC 6 (Nogales-Hijuelas) con beneficios, principalmente, para la tercera y cuarta sección del río Aconcagua por medio de recarga artificial del acuífero a través de pretiles fusibles.	DOH-JV TSA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.1-4 Síntesis de acciones asociadas a Otras Medidas (OM)

ID	Acción	Objetivo	Responsable
OM-01	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua	Desarrollar un inventario de glaciares. Evaluar metodologías para determinar aportes hídricos, y crear un plan que permita gestionar eficientemente los glaciares de la cuenca del río Aconcagua. Determinar mediante métodos satelitales el área glaciar de la cuenca río Aconcagua, y reportar las disminuciones de área de cada glaciar en particular, y del área total a nivel de cuenca. Utilizar parámetros de clasificación de los cuerpos glaciares, para ver si existen características que favorecen sus retrocesos, como su altura, latitud, orientación o subcuenca.	DGA
OM-02	Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua	Formular un diagnóstico actualizado del río Aconcagua y sus principales afluentes, que exponga la condición existente en cuanto a problemas de: (i) erosión, (ii) inundabilidad de riberas, (iii) extracción de áridos, (iv) conflictos por deslindes y (v) otras intervenciones del cauce. Elaborar un Plan de Manejo del cauce del río Aconcagua que proponga mejoras a su condición actual, integrando de la mejor forma posible las actividades y/o usos que se realizan en él y sus riberas, dentro del marco de las necesidades hidráulicas del cauce.	DOH
OM-03	Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua	Diseñar la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas servidas en los sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural, para una adecuada disposición de éstas y evitar la potencial contaminación del acuífero.	Municipalidades

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7.1-5 se presentan las acciones del Plan de Acción, resumiendo de dónde surgen principalmente cada una de ellas.

Tabla 7.1-5 Identificación de iniciativas y su origen principal

ID	Acción	Origen principal
OH-01	Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	Reuniones PAC
OH-02	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	Reuniones PAC
OH-03	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	Reuniones PAC

ID	Acción	Origen principal
OH-04	Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua	Diagnóstico (análisis eficiencia de riego)
OH-05	Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	Diagnóstico (calidad de aguas subterráneas)
OH-06	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	Modelación hidrológica
OH-07	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	Modelación hidrológica
OH-08	Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	Modelación hidrológica
MG-01	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	Diagnóstico (gobernanza)
MG-02	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Aconcagua	Diagnóstico (infraestructura)
MG-03	Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	Reuniones PAC
MG-04	Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	Diagnóstico (gobernanza)
MG-05	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	Diagnóstico (calidad de aguas superficiales)
MG-06	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	Diagnóstico (calidad de aguas subterráneas)
MG-07	Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	Diagnóstico (calidad de aguas subterráneas)
MG-08	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	Diagnóstico (calidad de aguas)
NF-01	Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota	Reuniones PAC
NF-02	Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota	Reuniones PAC
OM-01	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua	Diagnóstico (oferta)
OM-02	Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua	Diagnóstico (infraestructura)
OM-03	Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua	Diagnóstico (calidad de aguas subterráneas)

Fuente: Elaboración propia.

7.2 EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

La evaluación económica, social y ambiental se desarrolla conforme a la metodología expuesta en el acápite 3.6.4 del Anexo F. A continuación, se presentan los resultados de esta evaluación y la priorización de inversión del Plan de Acción.

7.2.1 Evaluación Económica

Gran parte de las medidas seleccionadas corresponden a medidas no estructurales, o habilitantes para la toma de decisiones, que son necesarias para la gestión de los recursos hídricos. No obstante, es importante resaltar que, para este tipo de acciones no es siempre posible atribuir beneficios directos o externalidades evaluables, a pesar de que sí contribuyen a obtener información de base o generen capacidades necesarias para los objetivos del Plan, su impacto está orientado principalmente a la gestión. Por ello, y para tener un indicador económico comparable entre las acciones, 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).

La evaluación de cada medida se presenta en Anexo K.2, donde se indican los supuestos para determinar los elementos de costo, el flujo de evaluación y los resultados respectivos. 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 determinar una vez que se definan los alcances específicos de cada iniciativa, y cuando se desarrollen 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. A modo de síntesis, en la Tabla 7.2-1 se entrega el VAC y CAE de cada acción.

Tabla 7.2-1 Resumen de evaluación económica de iniciativas

ID	Acción	VAC [UF]	CAE [UF]
OH-01	Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	5.909.908,9	198.834,3
OH-02	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	5.317.652,1	178.908,3
OH-03	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	9.980.823,9	335.797,2
OH-04	Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua	322.910,5	32.397,7
OH-05	Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	1.057.311,3	132.521,0

ID	Acción	VAC [UF]	CAE [UF]
OH-06	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	36.417,5	3.653,8
OH-07	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	9.732,4	976,5
OH-08	Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	1.610,4	161,6
MG-01	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	34.794,0	3.490,9
MG-02	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Aconcagua	241.345,8	24.214,3
MG-03	Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	2.112,1	704,9
MG-04	Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	16.851,4	5.623,9
MG-05	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	9.612,7	964,4
MG-06	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de pozos APR incorporados a la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	2.320,3	232,8
MG-07	Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	1.593,0	398,9
MG-08	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	2.955,6	296,5
NF-01	Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota	2.134,1	214,1
NF-02	Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota	2.134,1	214,1
OM-01	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua	7.384,6	2.464,5
OM-02	Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua	21.549,0	10.784,2
OM-03	Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	26.008,5	5.211,1

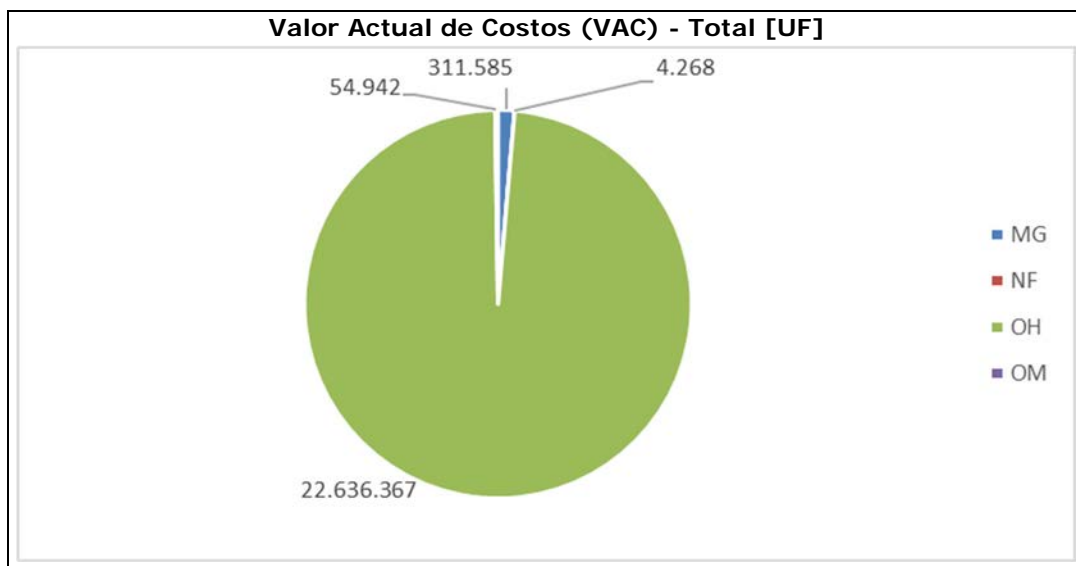
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7.2-3 Figura 7.2-1 y la Figura 7.2-2 presentan los resultados agregados según línea de acción, donde se puede apreciar que el mayor porcentaje de costos totales evaluados a través del VAC están concentrados en las acciones de Obras Hidráulicas. Esto se debe al alto costo que significan estas acciones al contemplar medidas estructurales. Respecto a las acciones relativas a Medidas de Gestión, suponen un costo considerablemente inferior al conjunto de medidas OH; son de tipo no estructurales y algunas de ellas se consideran estratégicas porque son habilitantes para otras acciones del Plan de Acción. Las iniciativas relacionadas con la línea de acción denominada Nuevas Fuentes son de menor costo relativo, ya que, aun siendo también acciones estructurales, únicamente son dos medidas de costo relativamente bajo.

Tabla 7.2-2 Resumen evaluación económica por tipología de acciones

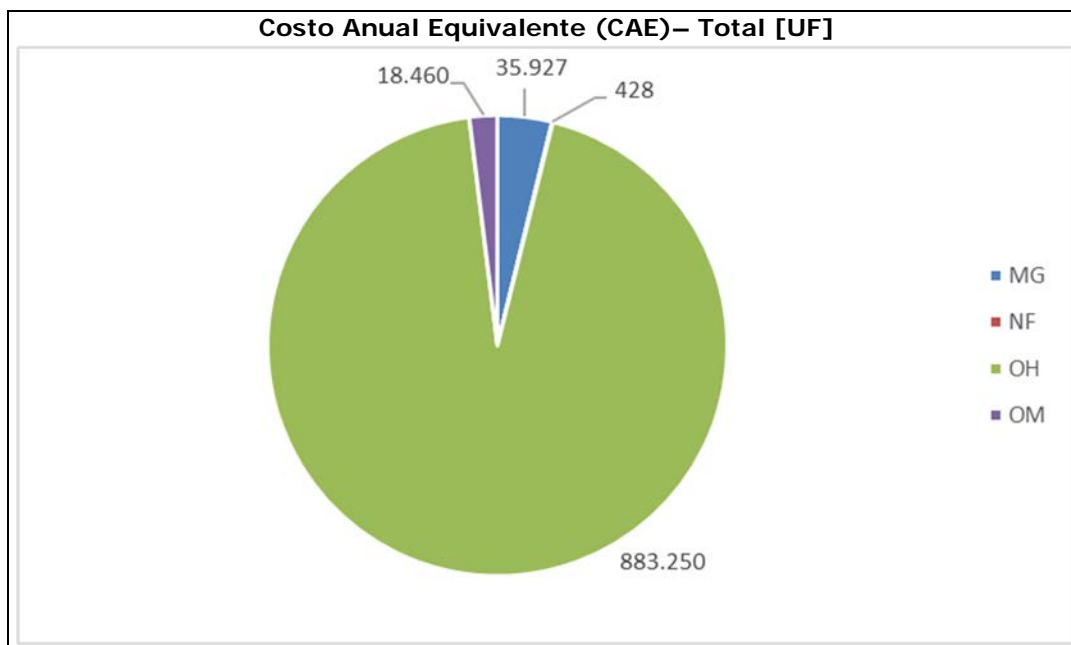
Tipología	VAC [UF]	CAE [UF]
OH	22.636.367	883.250
MG	311.585	35.927
NF	4.268	428
OM	54.942	18.460

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.2-1 VAC [UF] totales según línea de acción



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.2-2 CAE [UF] totales según línea de acción

Para efectos de la priorización, el indicador económico contemplado es el CAE categorizado como bajo, medio o alto, con una ponderación 1, 2 o 4, respectivamente. La ponderación se considera inversamente proporcional al costo, esto es a mayor costo es menor la ponderación de priorización. Así, la metodología se expone en el acápite 3.6.4.1 del Anexo F, y sus puntuaciones resultantes se presenta en la Tabla 7.2-5 del presente capítulo.

7.2.2 Evaluación Social

La evaluación social se basa en el trabajo desarrollado bajo la participación ciudadana liderado en el presente estudio. Este fue ampliamente presentado en el acápite 2.6 y específicamente en el Anexo I.4, siendo insumo para la presente sección.

Para esta evaluación se considera la opinión de los actores respecto de la identificación de problemas y brechas más relevantes, frente a aquellas soluciones que no consideran oportunas o que causan rechazo. Así, la evaluación social se basa en una validación de las medidas en función de si aporta o no en la solución de las problemáticas identificadas durante proceso de consulta ciudadana.

Según se desprende de la trazabilidad de los resultados de las entrevistas y reuniones del proceso de PAC, se elabora una tabla relacional (Tabla 7.2-3), donde se identifica el o los problemas (brechas) que se aborda a través de la medida identificada por su código ID, junto con la identificación de los actores que mencionan dichos problemas.

Tabla 7.2-3 Tabla relacional de evaluación social de iniciativas

ID	Problemas relacionados	Actores
MG-01	Deficiente coordinación entre usuarios en la gestión de aguas en la cuenca.	-DGA Valparaíso -SUBDERE Valparaíso -JV 1era Sección -APR (DOH) -ESVAL -Minería
MG-02	Captación y distribución de agua sin infraestructura adecuada. Insuficiente cobertura de monitoreo fluviométrico, de pozos y/o meteorológico.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso -JV Segunda Sección
MG-03	Disminución de la disponibilidad de aguas superficial y/o subterránea para el abastecimiento de agua potable. Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso sanitario	-DGA Valparaíso -SUBDERE Valparaíso -APR (DOH) -ESVAL -Minería
MG-04	Dispares capacidades técnicas y/o financieras de las Organizaciones de Usuarios de Agua.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -Minería
MG-05	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso -APR (DOH)
MG-06	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
MG-07	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	-CORFO
MG-08	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
NF-01	Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso agrícola. Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso sanitario. Disminución de la disponibilidad de agua para la mantención de los ecosistemas acuáticos.	-SEREMI MOP -DGA Valparaíso -CNR Valparaíso -DOH Valparaíso -JV 1era Sección -Minería
NF-02	Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso agrícola. Disminución de nivel de agua en acuíferos por su uso intensivo y creciente en uso sanitario. Disminución de la disponibilidad de agua para la mantención de los ecosistemas acuáticos.	-SEREMI MOP -DGA Valparaíso -CNR Valparaíso -DOH Valparaíso -JV 1era Sección -Minería
OH-01	Disminución en la capacidad de almacenamiento de obras de acumulación.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -JV 1era Sección -JV 3era Sección
OH-02	Disminución en la capacidad de almacenamiento de obras de acumulación.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso
OH-03	Disminución en la capacidad de almacenamiento de obras de acumulación.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -JV 3era Sección

ID	Problemas relacionados	Actores
OH-04	Descenso de caudales por incremento en la frecuencia de eventos críticos (sequía).	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso
OH-05	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
OH-06	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
OH-07	Insuficiente cobertura de monitoreo fluviométrico, de pozos y/o meteorológico.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso -JV 2da Sección
OH-08	Insuficiente cobertura de monitoreo fluviométrico, de pozos y/o meteorológico.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE -DGA Valparaíso -JV 2da Sección -APR (DOH)
OM-01	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
OM-02	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE
OM-03	Deterioro en la calidad de agua superficial y/o subterránea por contaminación antropogénica.	*Objetivo Estratégico Política Hídrica GORE

(*) Se considera opinión de GORE indirectamente a través de su Política Hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

Existen algunas iniciativas que han sido consideradas como opinión del actor público GORE, de forma indirecta a través de los objetivos específicos recogidos en la Política Hídrica Regional, como son OH-02, OH-03, OH-04, OH-05, OH-06, OH-07, OH-08, MG-02, MG-04, MG-05, MG-06, MG-08, OM-01, OM-02 y OM-03. A pesar de que el actor no participó de las reuniones PAC, se propone esta consideración en la evaluación social, desde la opinión experta, por ser relevantes para la gestión hídrica de la cuenca.

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 las problemáticas expresadas por los actores relevantes en las reuniones PAC. La puntuación va de 1 a 4, siendo la puntuación más alta cuando la iniciativa soluciona problemáticas mencionadas por dos o más actores; y la puntuación menor responde a una iniciativa no identificada por los actores. La metodología se expone en el acápite 3.6.4.2 del Anexo F, y sus puntuaciones resultantes se presentan en la Tabla 7.2-5 del presente capítulo.

7.2.3 Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental recoge los aspectos principales en materia medioambiental del proyecto propuesto. Estos se han definido en dos indicadores de evaluación: la pertinencia de ingreso al SEA; y el impacto en la protección y conservación de los recursos, aportando al objetivo 4 del PEGH.

La puntuación en el primer indicador sobre ingreso al SEA se valoriza en 0 o 1, donde 0 se refiere a que requiere ingresar al SEA con mayores requerimientos de gestión, tiempo

y recursos (ver metodología en acápite 3.6.4.3 del Anexo F), cuyos resultados se presentan en la Tabla 7.2-4.

Tabla 7.2-4 Indicador de evaluación ambiental según iniciativas

ID	Ingreso SEA	Justificación
OH-01	Sí	Artículo 3 del RSEIA (DS 40) a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. a.1. Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m ³). Las alternativas de embalses de cabecera son Juncal (60 hm ³) o Potrero Escondido (30 hm ³), ambas con capacidad de almacenamiento superior a 50.000 m ³
OH-02	Sí	Artículo 3 del RSEIA (DS 40) a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. a.1. Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m ³). Las alternativas de embalses son Bellavista (10 hm ³), Escorial (28 hm ³) y Catemu Alto (30 hm ³), todas con capacidad de almacenamiento superior a 50.000 m ³
OH-03	Sí	Artículo 3 del RSEIA (DS 40) a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. a.1. Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m ³). Las alternativas de embalses son El Cura (A:12 hm ³ ; B:23 hm ³ ; C:32 hm ³) y el Carretón (Alto: 40 hm ³ ; Bajo: 18 hm ³), todas con capacidad de almacenamiento superior a 50.000 m ³
OH-04	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OH-05	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OH-06	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OH-07	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OH-08	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-01	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-02	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-02	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-03	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-04	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-05	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-06	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-07	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
MG-08	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)

ID	Ingreso SEA	Justificación
NF-01	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40) "Los proyectos de recarga artificial no serán evaluados en este sistema, sino solo y excepcionalmente cuando formen parte de un proyecto mayor que sí deba ingresar, como una minera; cuando la obra de recarga se ejecute en un área bajo protección oficial o cuando la obra de recarga esté asociada a acueductos o embalses que requieren la autorización del art. 294 del Código de Aguas. Si se dan estos casos, los proyectos evaluados en el SEIA requerirán de un permiso ambiental sectorial de la DGA". De acuerdo a las características de las obras propuestas no ingresan a evaluación.
NF-02	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40), no obstante esto, no se tiene definida el tipo de recarga artificial (pozo o piscina), por tal motivo se debe tener en cuenta que "Los proyectos de recarga artificial no serán evaluados en este sistema, sino solo y excepcionalmente cuando formen parte de un proyecto mayor que sí deba ingresar, como una minera; cuando la obra de recarga se ejecute en un área bajo protección oficial o cuando la obra de recarga esté asociada a acueductos o embalses que requieren la autorización del art. 294 del Código de Aguas. Si se dan estos casos, los proyectos evaluados en el SEIA requerirán de un permiso ambiental sectorial de la DGA". De acuerdo a las características de las obras propuestas no ingresan a evaluación.
OM-01	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OM-02	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)
OM-03	No	Tipología no listada en el Artículo 3 del RSEIA (D.S. N° 40)

Fuente: Elaboración propia.

Para el 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 3.6.4.3 del Anexo F).

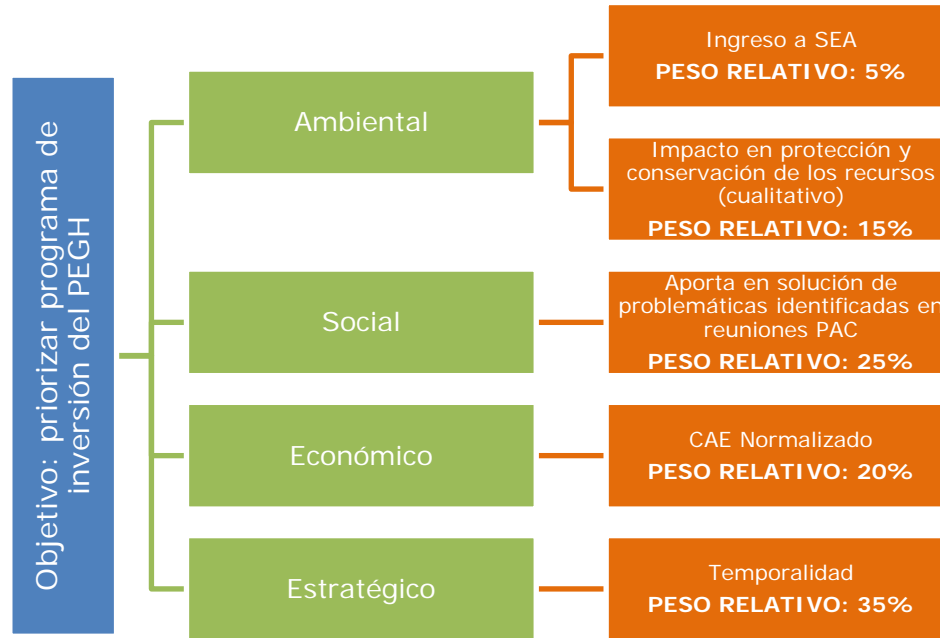
El puntaje ambiental asociado a cada iniciativa, tanto por ingreso o no al SEA como por el impacto en la protección y conservación del recurso, se presenta en la Tabla 7.2-5.

7.2.4 Priorización de las medidas según líneas de acción

Dentro del conjunto de líneas de acción estratégicas y las iniciativas que las componen, se ha definido una planificación para su implementación, priorizando aquellas que requieren una especial atención por tratar temas que constituyen la base en la que se apoyarán otras acciones. Para ello se ha procedido a priorizar las acciones atendiendo a una secuencia estratégica de planificación, que a su vez se fundamenta en el diagnóstico realizado en la primera parte del Plan y en las entrevistas con actores relevantes.

El objetivo de la priorización es planificar la ejecución del PEGH en el horizonte previsto como corto, mediano y largo plazo. El Plan se ha definido en 10 años; no obstante, hay acciones contempladas en éste que podrían exceder dicho periodo, y que se consideran estratégicas por cuanto vienen a resolver problemas relevantes en términos de gestión hídrica. Es importante mencionar que la priorización se basa en un análisis multicriterio (detalle metodológico en acápite 3.6.5 del Anexo F), donde los criterios y ponderaciones han sido sugeridas desde la opinión experta del equipo consultor. Para aumentar la

confiabilidad en este método, en futuras aplicaciones, se sugiere que tanto los criterios como las ponderaciones sean definidas en una mesa de trabajo ampliada a distintos actores de la cuenca. Para efectos del presente ejercicio y en base a la opinión experta del equipo consultor se ha seguido el esquema de la Figura 7.2-3.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.2-3 Esquema de priorización de iniciativas

Las puntuaciones asignadas y el resultado de priorización se presentan en la Tabla 7.2-5, organizadas de mayor prioridad a menor. Aquellas iniciativas con mayor puntaje son las que resultan prioritarias, lo que permite tener un orden referencial para orientar los esfuerzos requeridos para el Plan.

Tabla 7.2-5 Resultado de priorización de iniciativas

ID	Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
MG-07	Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	1	4	4	4	4	3,85
MG-08	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	1	4	4	4	4	3,85
OH-08	Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	1	2	4	4	4	3,55
MG-05	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	1	2	4	4	4	3,55
MG-06	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de pozos APR incorporados a la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	1	2	4	4	4	3,55
MG-01	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	1	1	4	4	4	3,4
OM-01	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua	1	4	2	4	4	3,35
OH-06	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	1	2	2	4	4	3,05
OH-07	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	1	2	2	4	4	3,05
OM-03	Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	1	4	2	2	4	2,95
MG-03	Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	1	1	2	4	4	2,9
NF-01	Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota	1	2	4	4	2	2,85
NF-02	Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota	1	2	4	4	2	2,85
OH-04	Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua	1	4	4	2	2	2,75
OM-02	Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua	1	2	2	2	4	2,65
OH-05	Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	1	4	4	1	2	2,55
MG-04	Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	1	1	2	2	4	2,5
MG-02	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Aconcagua	1	2	2	2	2	1,95
OH-01	Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	0	2	4	1	1	1,85

ID	Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
OH-02	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	0	2	4	1	1	1,85
OH-03	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	0	2	4	1	1	1,85

Fuente: Elaboración propia.

7.3 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA

Las medidas contempladas en el presente Plan ascienden a un valor actual de costos de **23.007.162,3 UF**, donde todas las acciones están evaluadas a un máximo de 10 años. El costo anual equivalente total asciende a **938.065,9 UF**, con las mismas consideraciones de horizonte de evaluación indicadas.

El modelo de negocio del PEGH se basa principalmente en 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. Desde la perspectiva del financiamiento, algunos costos pueden ser atribuidos al sector público, otros al sector privado (inversión fiscal) y otros pueden ser pensados como una forma de financiamiento mixto (por ejemplo, medidas relacionadas con la tecnificación del riego, la automatización de bocatomas, entre otros).

La implementación de las iniciativas consideradas en el presente PEGH dependen principalmente de la inversión fiscal, por lo que toma especial relevancia la estrategia de financiamiento que permita implementar el Plan con éxito. Para ello, se debe tomar en consideración la posibilidad de que las iniciativas se acojan a subsidios y herramientas de política existente, o en su defecto se deberán definir programas específicos acorde a lo planteado en cada medida.

Así, la estrategia de financiamiento para la implementación de las medidas debe considerar las principales fuentes de financiamiento nacionales, pero también debe tener a la vista las fuentes internacionales. En particular, en materia internacional, existen fondos de acción climática que tienen una orientación 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. Por ello se considera una oportunidad observar la aplicabilidad de dichos fondos internacionales durante la implementación del presente Plan.

Por lo pronto, y en base al financiamiento nacional, a continuación, 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 DGA

La Tabla 7.3-1 presenta las iniciativas que se han identificado con la DGA como mandante principal.

Tabla 7.3-1 Iniciativas ejecutadas por DGA

ID	Acción	Mandante
OH-06	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y recuperación de estaciones fluviométricas suspendidas.	DGA
OH-07	Obras de ampliación y mejora la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	DGA
OH-08	Obras de ampliación de la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Aconcagua, mediante la incorporación de una nueva estación meteorológica.	DGA
MG-01	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua.	DGA
MG-04	Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua.	DGA
MG-05	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	DGA
MG-06	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de pozos APR incorporados a la Red Hidrométrica de la DGA en los SHAC 6, 7 y 9 de la cuenca del río Aconcagua.	DGA
MG-08	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de la DGA de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Aconcagua.	DGA
OM-01	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Aconcagua	DGA

Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Acciones ejecutadas por otras instituciones

La Tabla 7.3-2 presenta las iniciativas que se han identificado con otras instituciones ejecutoras.

Tabla 7.3-2 Iniciativas ejecutadas por otras instituciones

ID	Acción	Mandante
OH-01	Obra de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalse de Cabecera" en la parte alta de la cuenca del río Aconcagua.	DOH
OH-02	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Bellavista, Escorial y Catemu del Alto" en la parte media de la cuenca del río Aconcagua.	DOH
OH-03	Obras de regulación de aguas superficiales "Construcción Embalses Carretón y El Cura" en la parte baja de la cuenca del río Aconcagua.	DOH
OH-04	Programa de tecnificación de riego en el valle de Putaendo y en la cuarta sección del río Aconcagua	CNR-GORE-Privado
OH-05	Implementación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	GORE-SUBDERE

ID	Acción	Mandante
MG-02	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Aconcagua	CNR-Juntas de Vigilancia
MG-03	Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua.	DOH
MG-07	Programa Estratégico Regional (PER) Frutícola Sustentable: Incorporación del manejo sustentable de la fertilización, con énfasis en la componente nitrogenada.	CORFO
NF-01	Recarga artificial del acuífero en el sector de La Cruz, provincia de Quillota	DOH-JVTSA
NF-02	Recarga artificial del acuífero en el sector de Hijuelas, provincia de Quillota	DOH-JVTSA
OM-02	Diagnóstico Plan de Manejo de Cauces cuenca del río Aconcagua	DOH
OM-03	Diseño de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para sistemas APR priorizados en la propuesta del Plan de Inversión Pública en saneamiento rural de la cuenca del Aconcagua.	GORE-SUBDERE

Fuente: Elaboración propia.

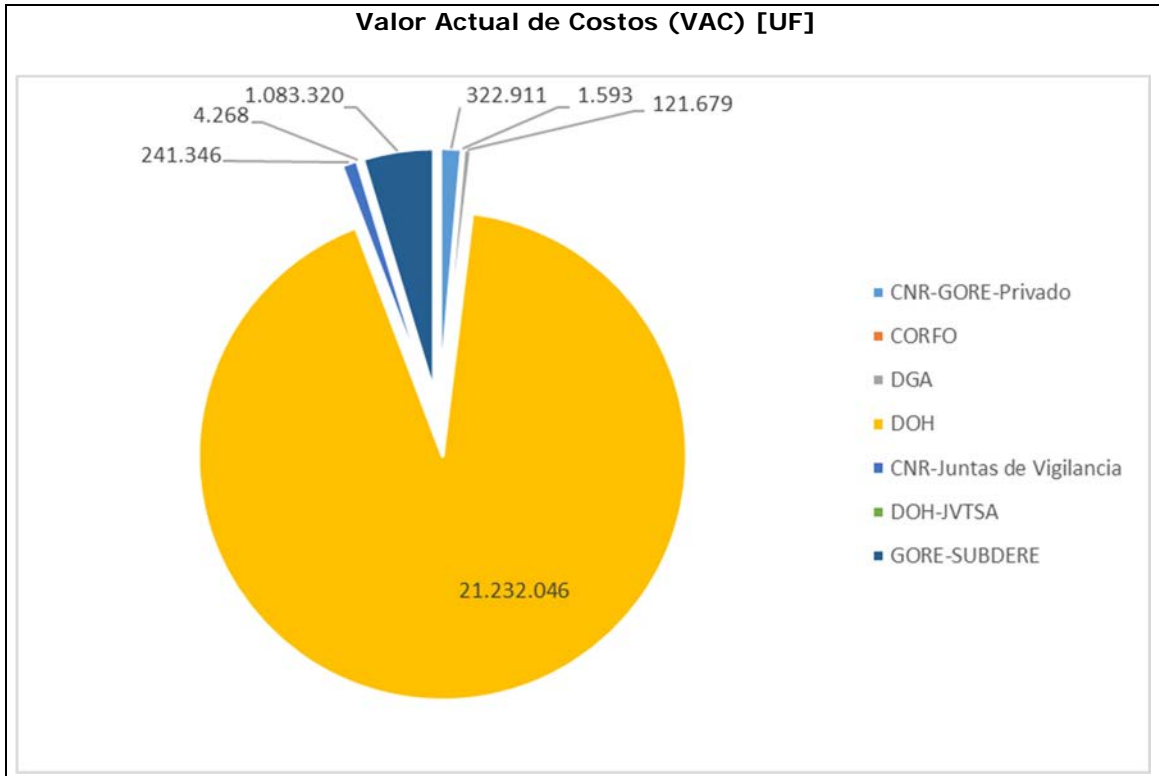
7.3.3 Distribución de costos por actores

En función de los resultados de la evaluación económica, y la responsabilidad en la ejecución de las iniciativas, se resume a continuación el VAC y CAE total por institución; se presentan los resultados en la Tabla 7.3-3, la Figura 7.3-1 y la Figura 7.3-2.

Tabla 7.3-3 Distribución de costos según ejecutor: VAC y CAE [UF]

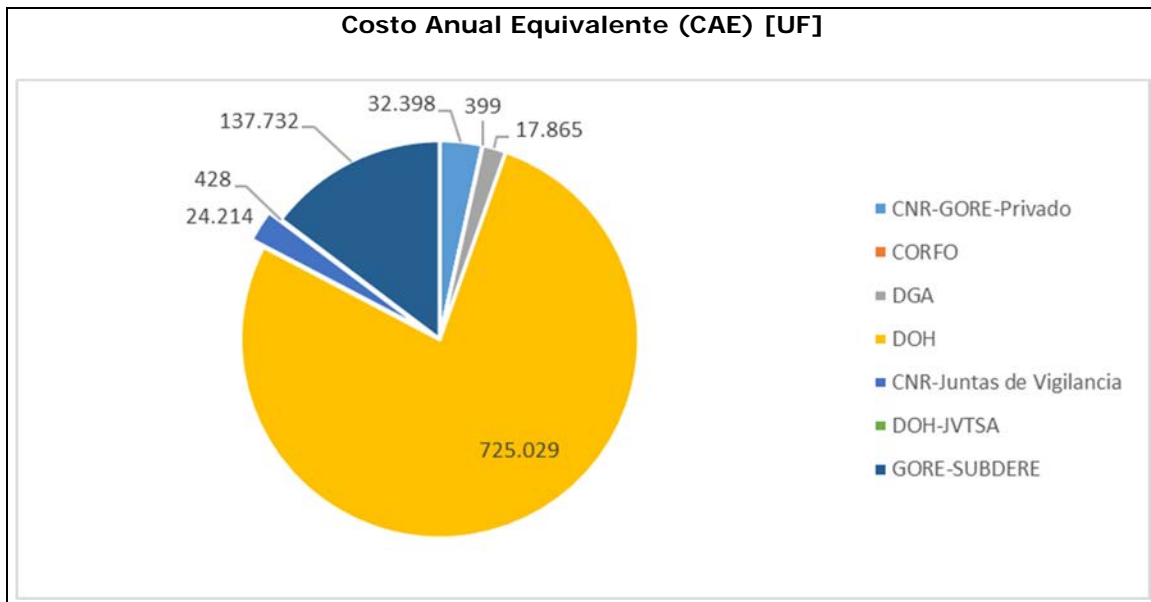
Institución	VAC [UF]	CAE [UF]
DGA	121.679	17.865
Otras instituciones:		
CNR-GORE-Privado	322.911	32.398
CORFO	1.593	399
DOH	21.232.046	725.029
CNR-Juntas de Vigilancia	241.346	24.214
DOH-JVTSA	4.268	428
GORE-SUBDERE	1.083.320	137.732
Total	23.007.162	938.065

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.3-1 Distribución de VAC [UF] según institución

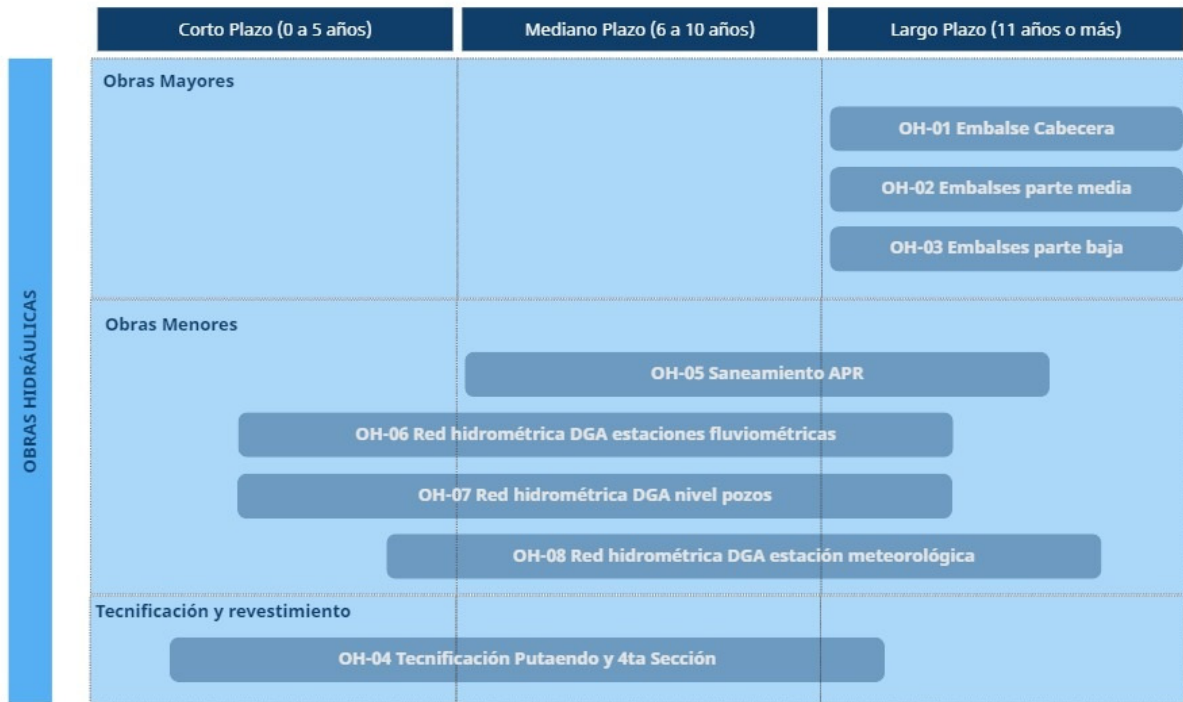


Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.3-2 CAE [UF] según institución

7.4 CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES

En el esquema presentado en la Figura 7.4-1 y la Figura 7.4-2, se representa una versión extendida de la hoja de ruta del PEGH de la cuenca del río Aconcagua. Es el resultado del análisis e integración de los diversos componentes trabajados, priorizados y seleccionados a través de todo el estudio. En el esquema es posible observar las cuatro líneas de acción que fueron priorizadas, con un total de 21 iniciativas, tomando además en consideración su temporalidad orientativa en el corto, mediano y largo plazo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.4-1 Hoja de ruta del Plan de Acción

	Corto Plazo (0 a 5 años)	Mediano Plazo (6 a 10 años)	Largo Plazo (11 años o más)
MEDIDAS DE GESTIÓN	Gobernanza MG-01 Servicio de apoyo a la facilitación		
	Sistemas de Información MG-05 Protocolo monitoreo red hidrométrica DGA EF MG-06 Protocolo monitoreo red hidrométrica DGA NP MG-08 Monitoreo microbiológico red hidrométrica DGA		
	Capital Humano MG-07 Capacitación fertilización		
	Fortalecimiento y Formalización de las Organizaciones de Usuarios MG-04 CAS		
	Fortalecimiento de Organizaciones comunitarias MG-03 DAA para APR		
	Tecnologías habilitantes MG-02 Telemetría y automatización de compuertas		
			miro
NUEVAS FUENTES DE AGUA	Recarga de acuíferos	NF-01 Recarga artificial NF-02 Recarga artificial	
OTRAS MEDIDAS	Estudios OM-01 Glaciares OM-02 Cauces OM-03 Diseño saneamiento APR		
			miro

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.4-2 Hoja de ruta del Plan de Acción (continuación)

CAPÍTULO 8 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

En el presente capítulo se presentan los principales hitos identificados en la implementación del Plan de Acción, atendiendo a su horizonte (corto, mediano o largo plazo). Seguidamente, se exponen algunas directrices a considerar para el éxito del Plan de Acción, tanto en lo relativa a la estrategia de su implementación como comunicacional. Finalmente, se incluye un resumen con la identificación de las fuentes de financiación previstas.

8.1 HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

A continuación, se expone un resumen de la estructura del PEGH y los principales hitos a considerar, en función de la temporalidad establecida para cada medida del Plan de Acción.

8.1.1 Estructura del Plan de Gestión

La estructura del PEGH se ha establecido de acuerdo a 4 ejes, alineados según los objetivos del presente estudio (ver acápite 3.6.1 del Anexo F):

- Eje 1) Uso estratégico del Recurso Hídrico: Brechas entre oferta y demanda;
- Eje 2) Monitoreo del Recurso Hídrico;
- Eje 3) Gestión y Gobernanza del Agua; y
- Eje 4) Conservación y Protección del Recurso y del Ecosistema Hídrico.

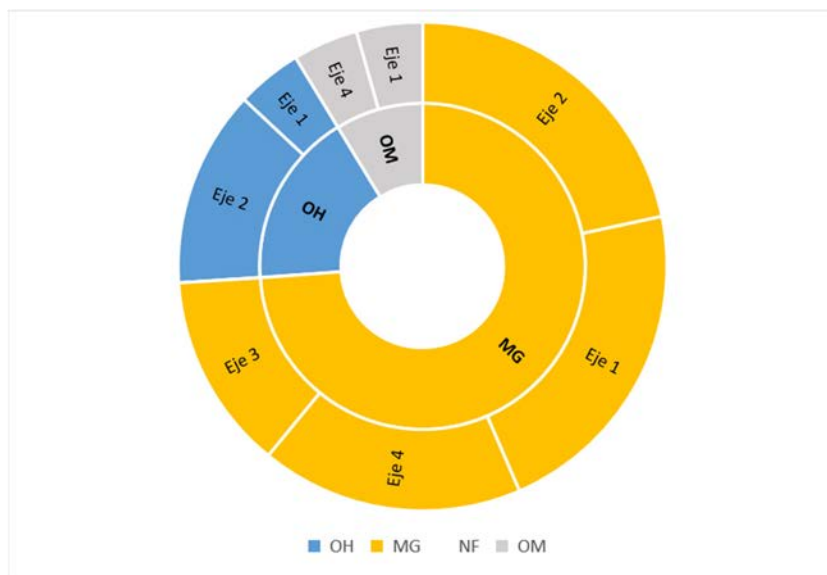
A su vez, en cuanto a su tipología, las iniciativas se clasifican en 4 tipos, siguiendo las recomendaciones indicadas por DGA:

- Obras Hidráulicas (OH);
- Medidas de Gestión (MG);
- Nuevas Fuentes (NF); y
- Otras Medidas (OM).

En los apartados siguientes se analiza el número de iniciativas que se aborda por Eje y por tipología (OH, MG, NF y/o OM) en cada horizonte (corto, mediano y/o largo), representándose gráficamente para tener una visión del tipo de acciones que se abordan en cada caso.

8.1.2 Corto plazo

Cabe señalar que el mayor número de iniciativas del PEGH corresponden a medidas de intervención con un horizonte a corto plazo. Entre ellas, existen acciones de las siguientes tipologías: obras hidráulicas (OH), medidas de gestión (MG) y otras medidas (OM). En cualquier caso, las iniciativas planteadas tienden a resolver brechas de los 4 Ejes establecidos en el PEGH (ver acápite 2.6.2). En la Figura 8.1-1 se presenta un resumen de lo anterior.



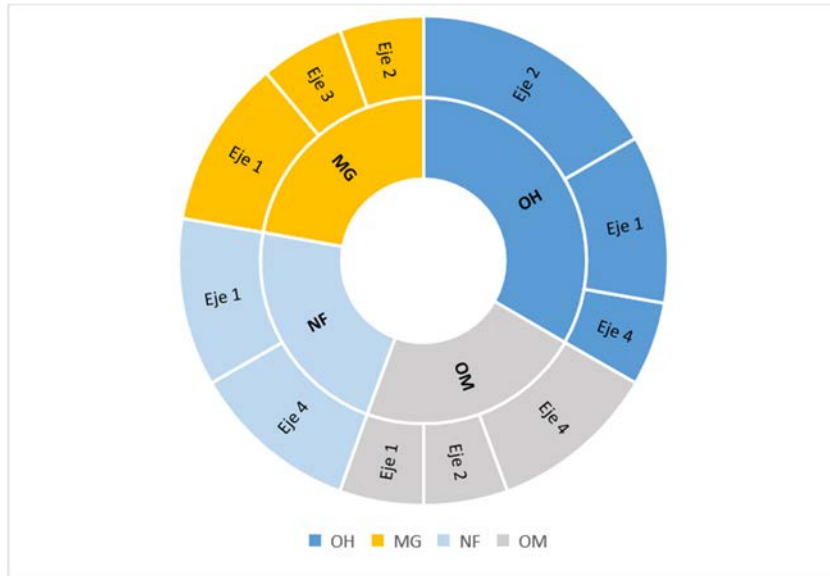
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1-1 Distribución de iniciativas a corto plazo

Como hitos de referencia, cabría destacar la iniciativa MG-01 “Proyecto para la creación del Servicio de Apoyo a la Facilitación a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Aconcagua”, la cual se considera muy relevante para la consecución de otras medidas de diferentes naturalezas. Por otra parte, la iniciativa MG-03 “Programa de apoyo técnico y legal para la constitución de nuevos DAA para APRs en la cuenca del río Aconcagua” también se considera relevante, ya que a partir de ella se contribuye a reforzar la seguridad hídrica para abastecimiento rural.

8.1.3 Mediano plazo

En la Figura 8.1-2 se presenta la distribución de iniciativas en un horizonte a mediano plazo, según tipología de la acción y su repercusión positiva sobre los ejes del PEGH; considerar que hay iniciativas que responden a más de un eje.



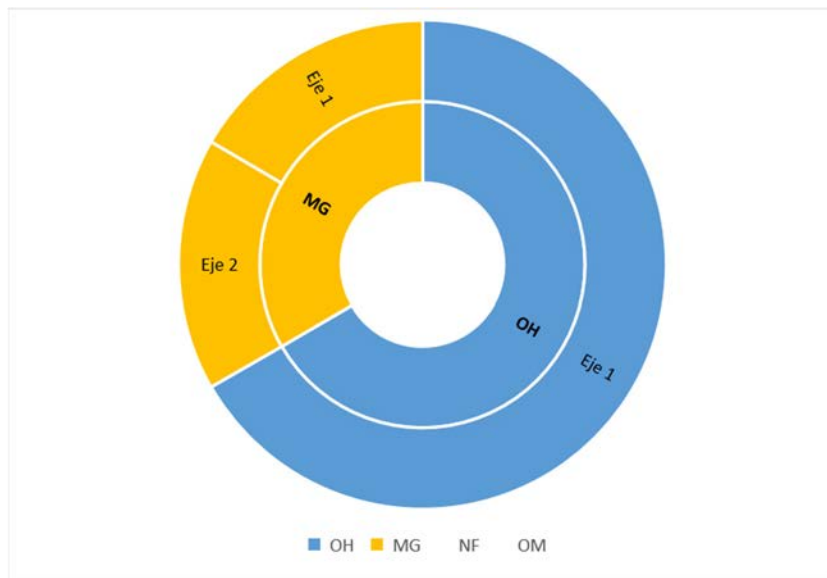
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1-2 Distribución de iniciativas a mediano plazo

A mediano plazo, los hitos relevantes tienen relación con nuevas fuentes, siendo destacables las iniciativas NF-01 y NF-02, relativas a recarga artificial del acuífero.

8.1.4 Largo plazo

En la Figura 8.1-3 se presenta la distribución de iniciativas en un horizonte a largo plazo, según tipología de la acción y su repercusión positiva sobre los ejes del PEGH.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1-3 Distribución de iniciativas a largo plazo

A largo plazo, los hitos relevantes tienen relación con obras hidráulicas, OH-01, OH-02 y OH-03, en relación a la construcción de obras de regulación de aguas superficiales (embalses).

8.2 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

El éxito de la ejecución de las iniciativas del PEGH Aconcagua viene sujeto por determinadas condiciones del entorno que pueden facilitar o retardar la implementación de las acciones definidas, entre las cuales se encuentran temas institucionales, culturales, de financiamiento o legales. Seguidamente se exponen estos aspectos condicionantes que pueden afectar la aplicación de cada iniciativa y una propuesta sobre los pasos de implementación del PEGH.

Cabe señalar que los aspectos limitantes o condicionantes expuestos seguidamente son en muchos casos comunes a la realidad de otras cuencas, por lo que particularmente se sugiere enfocar los esfuerzos hacia su resolución a una escala mayor que la de la propia cuenca del río Aconcagua, viéndose beneficiados por ello otros territorios con situaciones similares, tanto a nivel regional (región de Valparaíso) como a escala nacional.

8.2.1 Aspectos institucionales

La institucionalidad existente en materia hídrica puede suponer un condicionante para la implementación de ciertas iniciativas del PEGH Aconcagua. Según FCh (2019), las condicionantes institucionales pueden ser:

- i) De diseño institucional: Corresponden a las limitaciones o facilidades derivadas de la estructura institucional o de las funciones asignadas (o ausentes) a las distintas instituciones. En esta categoría se consideran problemas tales como los de coordinación interinstitucional.
- ii) De capacidades institucionales: Se consideran aquellas limitaciones o facilidades que se originan en las políticas, funcionamiento, y en la disponibilidad de recursos humanos, orgánicos, financieros, logísticos, etc. de las instituciones que tienen la responsabilidad de aplicar los instrumentos incluidos en las normativas.

Seguidamente se exponen ciertas consideraciones de carácter institucional según tipología de las iniciativas o acciones:

- a. Infraestructura hidráulica de almacenamiento y/o captación de caudales. Existe una institucionalidad pública para el desarrollo de obras de acumulación mayores, las cuales se ejecutan de acuerdo a las estrategias institucionales ministeriales, sus objetivos de gestión, indicadores de desempeño, cronograma de gastos y nivel de ejecución presupuestaria; la toma de decisiones con respecto al gasto público en materias de gestión hídrica (subsidios, fondos concursables, FNDR, entre otros), será en base a los lineamientos presentados anteriormente. Cabe señalar que el desarrollo de este tipo de institucionalidad pública se trabaja principalmente a nivel central, con herramientas a nivel cuenca limitadas o no existentes. Finalmente, su aplicación requiere del acuerdo de los potenciales beneficiarios, es decir, la realización de estas iniciativas dependerá de las capacidades técnicas-organizacionales de cada grupo de actores interesados y,

- de la presencia de partners estratégicos dentro de su jurisdicción territorial; por lo que un grupo de beneficiarios organizacionalmente débil tendrá más dificultades para acoger estas iniciativas o acceder a recursos sobre este tipo.
- b. Infraestructura hidráulica de conducción. Al igual que en el punto anterior, existe una institucionalidad pública para el desarrollo de mejora sobre canales. No obstante, dependiendo de la envergadura de la infraestructura a mejorar, para su aplicación será necesario un acuerdo entre los potenciales beneficiarios, en el caso de obras colectivas o; en el caso de obras particulares, serán iniciativas que podrán desarrollar los propietarios sin limitaciones institucionales.
 - c. Mejora de la eficiencia de riego a nivel predial. Existe una institucionalidad pública para el apoyo a este tipo de iniciativas, cuyas herramientas de ejecución se gestionan principalmente nivel central, con apoyo técnico a nivel regional o provincial, con limitadas o nula existencia de evaluación a escala cuenca. Sin embargo, pueden tratarse también de iniciativas que pueden ser aplicadas por los propietarios interesados, sin limitaciones institucionales.
 - d. Sistemas de tratamiento de aguas residuales en localidades rurales concentradas o semi-concentradas. En los casos pertinentes, la aplicación requiere de la existencia de un comité de APR. Además, será necesario el apoyo institucional público proveniente desde las Municipalidades en las que se emplacen estos sistemas, quienes actuarán como ejecutoras de estas iniciativas de inversión y contraparte técnica de dichas acciones. Debido a esto, una limitante es el catastro y conocimiento que tengan las Municipalidades sobre el estado de la infraestructura y procesos de saneamiento en su jurisdicción territorial.
 - e. Recarga artificial de acuíferos. En general se trata de actividades que debieran ser coordinadas y evaluadas a nivel de SHAC y/o cuenca. Este tipo de acción queda condicionada al actuar de privados, quienes, a través de instancias de relación con entidades públicas o convenios público-privados, pueden acceder a ejecutar este tipo de acciones, por lo que la realización de estas medidas dependerá de las capacidades técnicas-organizacionales de cada grupo de actores interesados.
 - f. Reúso de aguas residuales urbanas o rurales. Al igual que se mencionó en puntos anteriores, no existe una institucionalidad pública actual para este tipo de iniciativas, por lo que quedan supeditadas a la acción de actores privados interesados y sus capacidades de coordinación y gestión, ya que para la aplicación de estas medidas sería necesaria la intervención de entidades públicas pertinentes para el desarrollo local (GORE, SUBDERE, Municipalidades).
 - g. Manejo y restauración de cauces. Estas acciones requieren de una importante coordinación interinstitucional, central y/o regional. Se identifica como limitante la capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional existente para abordar estas iniciativas.
 - h. Protección directa de glaciares. En el sector público no se identifica una institucionalidad definida para desarrollar este tipo de actividades.

8.2.2 Aspectos de cultura del agua

La implementación de iniciativas se puede topar con condicionantes relativas a la falta de información y/o conocimiento técnico de los actores involucrados, tanto en el nivel de las entidades responsables como de los propios beneficiarios identificados. Por ello,

cabe señalar la importancia de la componente social del PEGH, identificando para cada caso los actores implicados (ver acápite 2.6.1):

- Sector público nivel regional y local;
- Sector privado;
- Sector público-privado; y
- Sector comunidad.

El proceder individual de las personas, en relación con el aprovechamiento del agua, está influido culturalmente por las costumbres y los hábitos que se tienen en su uso, así como por el grado de conocimiento técnico y acceso a información disponible. La mayor parte (si no todas) de las iniciativas del PEGH tienen intrínsecamente una componente de relativa al aspecto cultural del agua.

Según FCh (2019), la principal fuente de información respecto de los temas relativos al agua lo constituyen los medios de comunicación de masas, los que frecuentemente entregan una visión excesivamente simple, parcial y descontextualizada de la compleja realidad de la gestión del agua, lo que hace más difícil la formación de una ciudadanía verdaderamente consciente de la naturaleza de los desafíos que presenta el tema en el país. Por lo anterior, las iniciativas del PEGH categorizadas dentro de la temática "Medidas de Gestión", y explícitamente aquellas relativas a los sistemas de información, capital humano y fortalecimiento organizacional, influyen directamente en el éxito de la implementación de medidas de tipo estructural.

A continuación, se identifican algunas condicionantes culturales para la implementación de ciertas iniciativas:

- a. Mejora de infraestructura hidráulica de conducción. Los proyectos de entubamiento pueden causar un potencial rechazo de la comunidad, en tanto que existe una cultura arraigada relativa a la visualización del recurso hídrico circulante por la red de canales. Así mismo, el revestimiento de canales de tierra a mejoramientos con hormigón o geomembrana puede generar conflictos por su afectación a usuarios de aguas subterráneas, en mayor o menor medida según el conocimiento técnico, especialmente hidrogeológico, que tengan los actores involucrados.
- b. Mejora de la eficiencia de riego a nivel predial y a pequeña escala. En el caso de agricultores y especialmente de pequeños campesinos, las costumbres y los hábitos de riego dificultan la evolución hacia riegos con frecuencias y dosis más eficientes. El riego de tipo tradicional en población envejecida supone una dificultad añadida para la conversión hacia proyectos de tecnificación. Así mismo, la implementación de proyectos de tecnificación sin la adecuada transferencia tecnológica a los nuevos usuarios, guiándose por consejos de terceros usuarios en la misma situación, puede potencialmente provocar un uso ineficiente, afectando a los rendimientos obtenidos y causando rechazo y/o desconfianza por este tipo de tecnologías.
- c. Sistemas de tratamiento de aguas residuales en localidades rurales concentradas o semi-concentradas. Algunos usuarios potenciales pudieran presentar

limitaciones, no sólo por falta de recursos humanos capacitados para el uso de estas tecnologías (aspecto financiero), sino por la predisposición y la disponibilidad efectiva para su correcta formación, por la heterogeneidad en el personal al cargo técnico de los sistemas APR. Las dificultades en las implementaciones de estos sistemas guardan también relación con una escasez de dirigentes de comités de APR con capacidades de liderazgo y de gestión, y escasa renovación de cargos por falta de interés de la comunidad en asumir ese rol.

- d. Recarga artificial de acuíferos. En el diseño de proyectos de recarga en ocasiones se presentan limitaciones asociadas a la falta de información relativa a las características hidrogeológicas de los acuíferos, causando reticencias entre actores involucrados por la afectación sobre sus DAA. De igual forma, el desconocimiento del marco normativo dentro del cual se ejecuta, en especial en temas referentes a la asignación y titularidad de los DAA necesarios para su aplicación, puede dificultar su implementación; lo mencionado anteriormente puede limitar también las iniciativas de recarga de tipo privadas.

8.2.3 Aspectos de financiamiento

El financiamiento es, en general, un aspecto limitante en el desarrollo de iniciativas públicas. Las condicionantes financieras incluyen, por ejemplo, restricciones de financiamiento que podrían impedir la implementación de una o varias iniciativas en el año programado, aunque tenga evaluaciones económica, social y ambiental favorable.

A continuación, se identifican algunas condicionantes financieras para la implementación de ciertas iniciativas:

- a. Infraestructura hidráulica de almacenamiento y/o captación de caudales. Son iniciativas que pueden ser desarrollados por el Estado y hacer uso de incentivos mediante subsidios; algunas de las principales instituciones públicas dedicadas a generar herramientas de apoyo para este tipo de acciones son DOH, CNR e INDAP, a través de fondos propios de la entidad asignados de acuerdo a la "Ley de Presupuestos del Sector Público", o financiación proveniente de convenios con otras instituciones públicas como GORE, SUBDERE y MIDESO.
- b. Mejora de infraestructura hidráulica de conducción. Al igual que el punto anterior, son iniciativas que pueden ser desarrollados por el Estado y hacer uso de incentivos mediante subsidios, a través de algunas de las principales instituciones públicas dedicadas a generar herramientas de apoyo para este tipo de acciones como lo son DOH, CNR e INDAP. Dependiendo de la envergadura del proyecto a ejecutar y de las capacidades de gestión del grupo beneficiario, es posible generar alianzas entre privados para su financiación (minerías, agrícolas, entre otros).
- c. Mejora de la eficiencia de riego a nivel predial, y a pequeña escala. Como se mencionó anteriormente, estas acciones pueden ser desarrollados a través de fondos públicos pertenecientes a algunas de las principales instituciones dedicadas a generar herramientas de apoyo para este tipo de iniciativas, como lo son CNR e INDAP. También es posible optar a fondos por convenio con otras instituciones públicas como GORE, SUBDERE, MIDESO (CONADI) y CORFO, al igual que alianzas entre privados (minerías, agrícolas, entre otros).

- d. Prácticas de manejo a nivel predial con pequeñas infraestructuras y técnicas agronómicas para optimizar el aprovechamiento del agua. Estas acciones pueden ser desarrollados a través de fondos públicos, en el caso de pequeños propietarios y comunidades indígenas, pudiera accederse a subsidios (CONADI, INDAP).
- e. Metodologías para optimizar el control de las pérdidas por conducción en las redes de APU. En teoría el sistema tarifario incentiva la aplicación de estas tecnologías en las redes de agua potable. Sin embargo, los resultados muestran que, en general, la regulación sanitaria no genera incentivos suficientes para su aplicación.
- f. Sistemas de tratamiento de aguas residuales en localidades rurales concentradas o semi-concentradas. En ocasiones, se podrá contar con asistencia financiera desde el sector público, a través de fondos destinados para tales fines. Por ejemplo, SUBDERE, a través de la Unidad de Saneamiento Sanitario y en apoyo a la gestión del GORE, administra la "Provisión Saneamiento Sanitario", el cual permite cofinanciar los convenios de saneamiento GORE-Municipalidades.
- g. Recarga artificial de acuíferos. Los incentivos económicos para la recarga artificial de acuíferos están en la legislación al autorizar el otorgamiento de derechos provisionales para la extracción de un caudal equivalente al caudal recargado. En cuanto a la financiación de las obras necesarias para su operación, estos fondos se pueden obtener a través convenios entre privados o público-privados.
- h. Desalinización. Tratándose de una planta de desalinización para abastecer la demanda urbana, pudiera requerir de un financiamiento público, para lo cual se han establecido entidades concesionarias de servicios sanitarios propiedad del Estado de Chile (empresa CORFO), que también cumple las funciones de administrar y supervisar las obligaciones contractuales de las empresas operadoras.
- i. Reúso de aguas residuales urbanas o rurales. A nivel urbano, no se identifican programas con incentivos financieros para la utilización de las aguas servidas tratadas. En cuanto a la financiación para zonas rurales, SUBDERE, a través de la Unidad de Saneamiento Sanitario y en apoyo a la gestión del GORE, administra la "Provisión Saneamiento Sanitario", acorde a lo establecido en la Ley de Presupuestos del Sector Público de cada año, lo cual le permite cofinanciar iniciativas de inversión relacionadas con sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas servidas, disposición final de aguas tratadas, entre otras obras sanitarias.
- j. Manejo y restauración de cauces. Se trata de actividades que requieren de la asignación de fondos públicos, sin embargo, no existe definido un destinatario para este tipo de iniciativas, ni presupuestos establecidos. Pudieran crearse mecanismos para favorecer e incentivar los aportes privados y la participación de las empresas interesadas.
- k. Protección directa de glaciares. No existe un programa específico de financiamiento con este fin, por lo cual estas acciones quedarán condicionadas al actuar de privados y, a las estratégicas institucionales de las entidades públicas interesadas y su cronograma de gastos y ejecución presupuestaria.
- l. Iniciativas para la restauración ambiental en espacios privados o en bienes nacionales. En bienes nacionales se requiere de la asignación de recursos públicos. Una limitación relevante es la inexistencia de una legislación que

resuelva los problemas de financiamiento de los planes de restauración de los pasivos ambientales, los cuales debieran considerar recursos públicos y privados.

8.2.4 Aspectos normativos

Los aspectos normativos relevantes del PEGH guardan relación con las disposiciones existentes en las leyes y normativa vigente que pueden tanto facilitar y favorecer ciertas iniciativas como limitar y/o impedir otras. Actualmente, existen políticas y estrategias intersectoriales que promueven la coherencia entre políticas de agua (“Código de Aguas”) y áreas clave como, por ejemplo, medio ambiente (Ley 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente), salud (Decreto 735 Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano), agricultura (Ley 18.450 Normas Para el Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje), planificación territorial (Decreto 458 Ley General de Construcciones y Urbanización), entre otros.

A continuación, se identifican algunas condicionantes normativas para la implementación de ciertas iniciativas:

- a. Infraestructura hidráulica para el almacenamiento y/o desvío de caudales en cauces naturales. Para este tipo de acción es necesario coordinar la aprobación de dichos proyectos con las entidades competentes en temas relativos a impacto ambiental e intervención de fuentes de agua natural (DGA, SEA, entre otros). En general requieren ceñirse a las normas de Código de Aguas y a la normativa ambiental, requiriendo de autorización de la DGA y de una RCA.
- b. Mejora de infraestructura hidráulica de conducción. En general no requieren autorización de organismos públicos mientras se ejecute dentro de los marcos normativos establecidos en el Código de Aguas.
- c. Mejora de la eficiencia de riego a nivel predial, y a pequeña escala. En general no requieren autorización de organismos públicos mientras se ejecute dentro de los marcos normativos establecidos en el Código de Aguas.
- d. Sistemas de tratamiento de aguas residuales en localidades rurales concentradas o semi-concentradas. Debe someterse a la normativa ambiental sobre la descarga de riles a distintos cuerpos de agua (redes, aguas superficiales, lagos, acuífero, océano) y obtener los permisos sanitarios de MINSAL, de la SISS y del SAG, según corresponda. Según las características del proyecto pudiera necesitar someterse al sistema de EIA, y preparar una DIA o un EIA. Además, dependiendo del caso, debe requerir la aprobación municipal para el cumplimiento de la LGUC. Su aplicación en el caso de los sistemas de agua potable y saneamiento urbanos deberá someterse al marco regulatorio de las empresas sanitarias.
- e. Recarga artificial de acuíferos. Requiere cumplir la normativa asociada al Código de Aguas, en lo relativo a la recarga de acuíferos, a la titularidad de los derechos de aprovechamiento utilizados y, eventualmente, a la construcción de obras de infraestructura hidráulica. Además, se deberá cumplir la normativa sobre la calidad del agua, aplicable a los vertidos a las aguas subterráneas.
- f. Desalación. Necesita autorización según la normativa aplicable al uso del borde costero, la relativa a vertidos al océano, y la correspondientes a la LGUC. Dependiendo del tamaño de la iniciativa, requiere de la aprobación en el SEIA.

Además, el producto debe cumplir la normativa sanitaria respectiva, según su uso.

- g. Reúso de aguas residuales urbanas o de comunidades rurales. No existen normativas específicas para el reúso de aguas servidas tratadas y sus implicancias sanitarias. Eventualmente, deben someterse a la normativa ambiental sobre la descarga a distintos cuerpos de agua (aguas superficiales, lagos, acuífero) y obtener los permisos sanitarios de MINSAL, de la SISS y del SAG, según corresponda. Además, dependiendo del caso, debe requerir la aprobación municipal para el cumplimiento de la LGUC.
- h. Manejo y restauración de cauces. Son actividades que involucran numerosos organismos del sector público y un complejo marco regulatorio. Así, dependiendo del proyecto específico involucran regulaciones y permisos relacionados con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio (Municipios, M. BBNN, Minvu), con la legislación de aguas y el control de inundaciones (DGA, DOH), y con la conservación y protección ambiental (MMA).
- i. Protección directa de glaciares. En la actualidad, dependiendo del caso, pudiera requerir una autorización en el marco del SEIA. Está en el Congreso un proyecto de Ley relativo a la protección de glaciares.
- j. Iniciativas para restauración ambiental en espacios privados o bienes nacionales. Se trata de iniciativas que pudieran requerir de autorización ambiental a través del SEIA o formar parte de una RCA, en especial si corresponden a áreas con algún tipo de protección ambiental. Asimismo, pueden integrar planes de abandono. En el país, no hay una legislación relativa a recuperación de pasivos ambientales.

8.2.5 Pasos en la implementación

La implementación del Plan de Acción dependerá de diversos factores, entre ellos:

- la identificación de responsabilidades institucionales;
- la buena acogida de la acción por parte de los beneficiarios;
- el financiamiento disponible;
- otras externalidades positivas o negativas propias de cada medida.

Por lo anterior, se debe definir una institución coordinadora transversal del conjunto de las medidas propuestas. Dado que el PEGH está promovido por la DGA, esta entidad es la responsable de su herramienta de planificación, y dentro de este servicio, se sugiere que sea la Dirección Regional de Aguas quien ostente esta figura de coordinación, por las razones siguientes:

- El PEGH Aconcagua tiene un enfoque de gestión de cuenca; en ausencia de una institucionalidad pública de esta escala, la figura más próxima corresponde a la Dirección Regional de Aguas de la región de Valparaíso.
- DGA Regional es conocedora de la realidad territorial de una forma más próxima que, por ejemplo, podría tener DGA Nivel Central.
- DGA Regional mantiene vínculos con los actores territoriales, tanto públicos de otros servicios (DOH, CNR u otros) como actores.

Considerando la gobernanza como herramienta para gestionar la interacción de los sistemas políticos, sociales y económicos involucrados en la gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad, resulta clave la generación de procesos interactivos que impliquen diversas formas de asociatividad, colaboración y negociación entre estos sectores (y actores).

Respecto de la aceptación y la acogida de las medidas por parte de los diferentes actores, se debe considerar que las interacciones entre ellos (no conflicto, colaboración y confianza, u otra situación) pueden cambiar según el tema que los una o relacione y, en consecuencia, también pueden cambiar sus voluntades para hacerse partícipes de las acciones del Plan. No obstante, cabe señalar las consideraciones indicadas en la estrategia de comunicación definida y llevada a cabo posterior a la elaboración del presente PEGH, y expuesto en el acápite 8.3.2. Se pretende con ello asegurar que el proceso planificador sea cercano a los *stakeholders* y que pueda contribuir a una mejora continua.

La obtención del financiamiento, en general, irá de la mano con los lineamientos estratégicos de cada institución (principalmente pública) involucrada; para ello, se sugiere que DGA regional establezca una reunión inicial de trabajo invitando a los servicios públicos involucrados en el PEGH, con la finalidad de informar sobre los montos estimados por iniciativa para cada institución.

En relación a externalidades que puedan afectar la correcta ejecución de las iniciativas según la hoja de ruta propuesta (Figura 7.4-1 y Figura 7.4-2), es relevante considerar los aspectos institucionales, de cultura del agua, de financiamiento y normativo presentados en los acápites de 8.2.1 a 8.2.4.

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes aspectos que pueden condicionar las aplicaciones de las iniciativas del PEGH. En particular para la cuenca del río Aconcagua, las concernientes con la Política Hídrica Regional⁴⁶ se vinculan a los aspectos de diseño institucional y las facilidades, o limitaciones, producidas por la coordinación interinstitucional. Considerando esto y de acuerdo a lo presentado en el presente acápite, será DGA la institución coordinadora transversal del conjunto de las medidas propuestas, por lo que se le otorgará la responsabilidad de generar las instancias de comunicación necesarias con DIPLAD (Secretaría y Coordinación Técnica de la Política Regional) para subsanar en conjunto con el Comité Ejecutivo de la Política Regional, los requisitos habilitantes de implementación de las iniciativas en la cuenca.

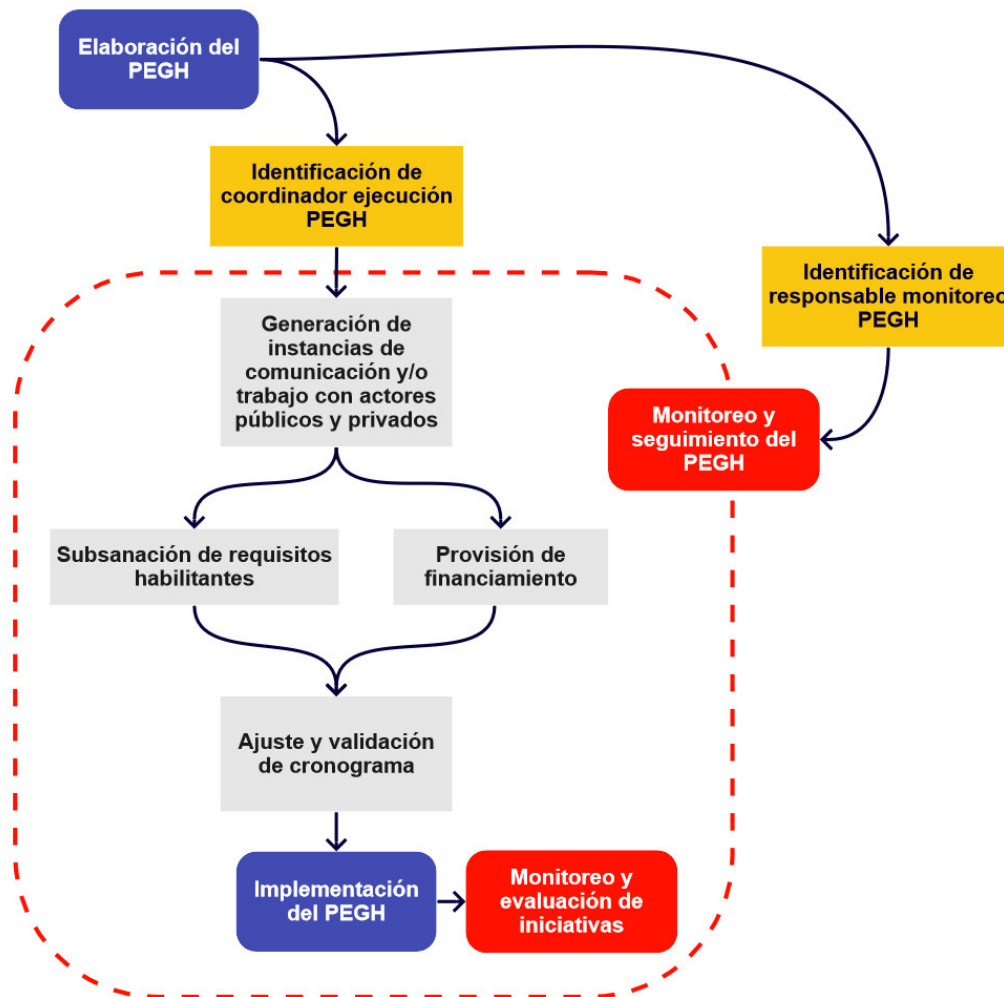
En paralelo a la implementación de las iniciativas del PEGH, el Plan de Monitoreo asociado permitirá un seguimiento y mejora de la pertinencia de las propuestas identificadas y su adaptación a lo largo del tiempo en caso oportuno; dicho Plan se describe en el acápite 9.1. Se sugiere que el monitoreo general del Plan podría realizarse desde DGA Nivel Central (por ejemplo, la División de Estudios y Planificación o quien designe el Director General), así como la evaluación de las iniciativas ejecutadas (acciones que aborda la propia DGA). Para el caso de acciones cuyo responsable sea otra institución diferente a

⁴⁶ Ver acápite 2.6.3.2 iii c)

la DGA, la evaluación de las iniciativas quedará supeditada a la información facilitada por esta, para lo cual será importante reforzar el diálogo interinstitucional.

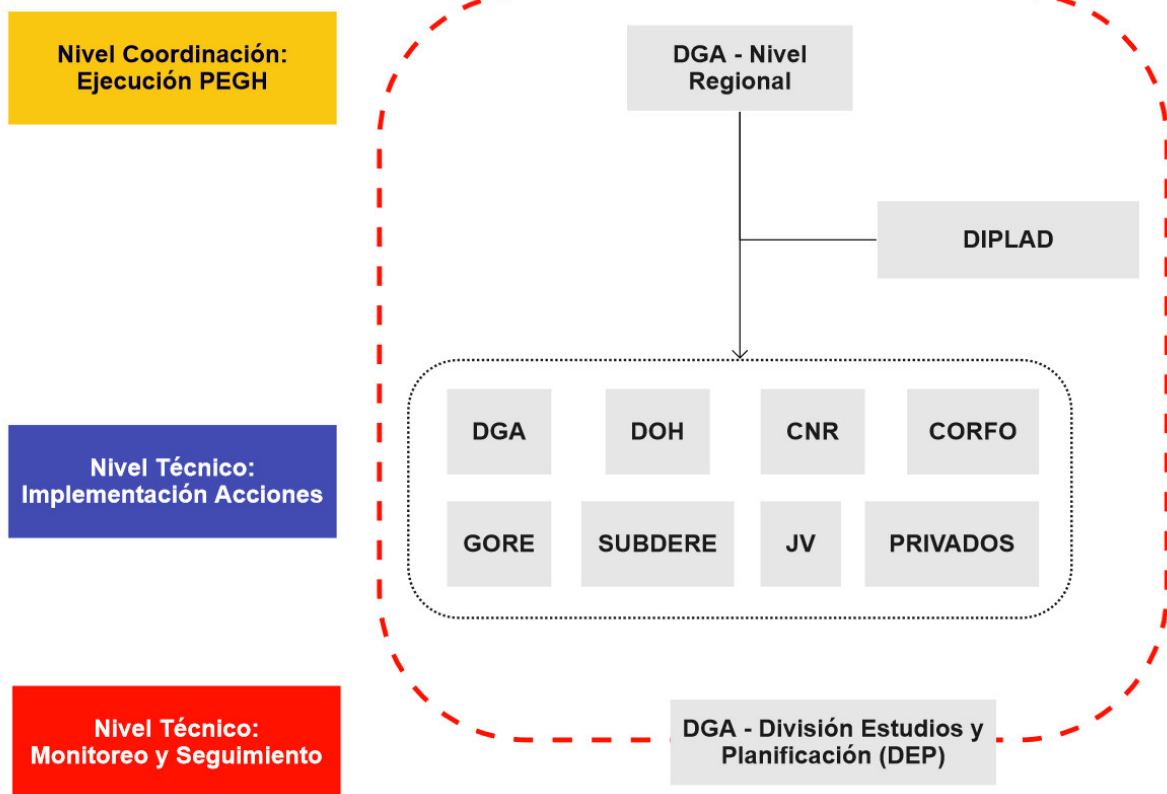
En la Figura 8.2-1 se presenta un esquema básico de los pasos propuestos a seguir en la implementación de las iniciativas del PEGH, mientras que en la Figura 8.2-2 se presenta el modelo de gobernanza asociado.

Además, y con la finalidad de evitar duplicidades de las iniciativas propuestas debido a otros planes en acción o abordables en los próximos años por parte de otros servicios públicos, el coordinador PEGH deberá solicitar a los actores implicados en la implementación de acciones la cartera actualizada de sus medidas planificadas relacionada con los recursos hídricos en las instancias de trabajo indicadas en la Figura 8.2-1, con especial atención a aquellos organismos que manejan presupuestos propios (por ejemplo, GORE).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2-1 Esquema simplificado de los pasos de implementación del PEGH



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2-2 Modelo de gobernanza del PEGH Aconcagua

Por otra parte, y en el marco del cambio climático, el PEGH es un instrumento de adaptación, ya que permite ajustarse a la proyección de escasez que se ve altamente presionada por los cambios del clima futuros. Actualmente los PEGH son parte de los compromisos de Chile ante Naciones Unidas en el eje de adaptación del actual NDC (sigla en inglés de Contribución Nacional Determinada), específicamente en la variable de agua y saneamiento. Por ello se considera pertinente y necesario que el financiamiento e implementación del PEGH vaya en consonancia con la Estrategia Nacional Financiera frente al Cambio Climático (EFCC) elaborado por el Ministerio de Hacienda el 2019, y la Estrategia Climática de Largo Plazo actualmente en ejecución, coordinado a través del Ministerio del Medio Ambiente. En este contexto, el coordinador del PEGH Aconcagua y el responsable de cada iniciativa debe coordinar posibles accesos a financiamiento a través del Ministerio de Hacienda y la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

Es importante mencionar que este desafío se ve acentuado por el nuevo escenario que enfrenta Chile al salir de la lista de países elegibles del Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la OECD; por lo que aumenta la presión por fortalecer la capacidad del Estado para coordinar financiamientos públicos, privados e internacionales.

8.3 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

La estrategia comunicacional del PEGH tiene que contemplar el universo de actores del territorio relacionados con materia hídrica en la cuenca del río Aconcagua. Para establecer esta estrategia, se presentan las actividades llevadas a cabo durante la consultoría, seguido de las propuestas futuras en este aspecto.

8.3.1 Comunicación y difusión durante el desarrollo del estudio

Los mecanismos de participación ciudadana utilizados en el estudio correspondieron a:

- i) la recopilación de antecedentes desde fuentes de información secundaria sobre actividades de participación realizadas anteriormente;
- ii) un proceso de información y consulta a través de reuniones con actores relevantes en la toma de decisiones sobre el recurso hídrico en la cuenca; y
- iii) un seminario de cierre, enfocado en la presentación del Plan y el modelo hidrológico a los actores relevantes, extensivo a aquellos que considere oportuno la Inspección Fiscal y/o el encargado de participación ciudadana MOP.

Por último, al finalizar el seminario de cierre, se enviará a los actores interesados la consolidación de los resultados presentados en dicha actividad a través de correo electrónico.

8.3.2 Comunicación y difusión del PEGH en fases posteriores

A continuación, se presenta una propuesta de estrategia comunicacional a considerar para la adecuada implementación del Plan de Acción en la cuenca del río Aconcagua. La presente estrategia corresponde a una pauta de interacciones con actores relevantes, así como otros actores del territorio identificados en el acápite 2.6.1.1.

La estrategia propuesta está conformada por dos objetivos:

- Informar a los actores relevantes y otros actores del territorio acerca de los avances en la implementación del PEGH.
- Corroborar la aceptación de las iniciativas del PEGH por parte de los potenciales beneficiarios directos.

Respecto al primer objetivo, y dado que el público general es amplio, se sugiere que la DGA genere un correo electrónico institucional de contacto, el cual quede disponible para que el público general pueda hacer seguimiento, consultas o aportes, con el objetivo de transparentar el avance de las iniciativas del Plan. Así mismo, se recomienda la identificación de una persona referencial del servicio a nivel local (DGA Región Valparaíso) con conocimiento íntegro del PEGH que pueda resolver dudas o consultas de terceros sobre el avance de implantación de las medidas. Además de lo anterior, se recomienda el uso de medios de difusión a través de las actuales plataformas de la DGA (web, redes sociales).

En relación al segundo objetivo, el público objetivo variará en función de la acción del PEGH. Para este caso, previamente a la asignación de financiamiento correspondiente para la implementación de acciones, se sugiere establecer reuniones de trabajo al menos

con los actores relevantes identificados como beneficiarios directos, con el objetivo de presentar los detalles técnicos (y sociales y económicos si corresponde) de la iniciativa. En el caso que la acción implique otras instituciones públicas, o bien diferentes unidades o departamentos de la DGA, será preciso la coordinación de las reuniones pertinentes para aunar lineamientos interinstitucionales.

Cabe indicar que las actividades de participación ciudadana en el PEGH Aconcagua se limitaron a una reunión con actores relevantes y un seminario final; por lo anterior, y dado que no se generaron talleres grupales de trabajo, se reitera la conveniencia de mantener una comunicación fluida en instancias participativas, que pueda reforzar la visión recopilada hasta la fecha respecto de las soluciones estratégicas planteadas.

8.4 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL PLAN

Las instituciones públicas y privadas implicadas en el financiamiento de las iniciativas del PEGH se han descrito en el acápite 7.3. En la Tabla 8.4-1 se presenta un resumen de los costos del Plan de Acción, según sea el mandante DGA u otras instituciones.

Tabla 8.4-1 Distribución de costos según mandante DGA u otros

Mandante	VAC [UF]	CAE [UF]
DGA	121.679	17.865
Otras instituciones	22.885.483	920.200
Total	23.007.162	938.065

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 9 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

En este capítulo se detalla el Plan de Monitoreo del PEGH Aconcagua, así como los mecanismos para análisis y toma de decisiones asociados.

9.1 PLAN MONITOREO

El Plan de Monitoreo (PM) asociado al PEGH Aconcagua tiene por objetivo establecer el seguimiento y la eficacia de su implementación, determinando los indicadores que permitan trazar el grado de cumplimiento de las iniciativas y de los objetivos del PEGH. Adicionalmente, se especifican los mecanismos para la actualización y/o el rediseño del PEGH, como instrumento de planificación a mediano y/o largo plazo.

La cartera de acciones del PEGH considera un total de 21 iniciativas, de las cuales 2 están catastradas y 19 corresponden a propuestas. El PM centrará como índice de cumplimiento, la implementación tanto las iniciativas propuestas como las catastradas; si bien estas últimas poseen sus propios tiempos de implementación establecidos y el PEGH no tiene injerencia directa sobre ellas, se considera fundamental, por coherencia del plan en su conjunto, aplicar el seguimiento correspondiente. Lo anterior supone un esfuerzo de coordinación entre los diferentes servicios públicos, pero justificando entendiendo que el recurso hídrico es un tema transversal y atañe a un amplio abanico de actores del territorio.

En la Tabla 9.1-1 se muestra la distribución de las iniciativas contenidas en el PEGH, considerando el tipo de acción (catastradas o propuestas) y los porcentajes en cada caso según su periodo de implementación.

Tabla 9.1-1 Distribución de iniciativas del PEGH según tipo de acción y horizonte de implementación

Horizonte	N° Iniciativas catastradas	Porcentaje iniciativas catastradas (%)	N° Iniciativas propuestas	Porcentaje iniciativas propuestas (%)
Corto plazo	-	-	13	61,9
Mediano plazo	2	9,5	3	14,3
Largo plazo	-	-	3	14,3
Total	2	9,5	19	90,5

Fuente: Elaboración propia.

El PM se centrará en dar seguimiento anualmente a los indicadores establecidos para los primeros 5 años, debido al elevado número de iniciativas recogidas en ese horizonte, y sobre todo considerando potenciales reformulaciones futuras del PEGH al final de dicho periodo. Por lo anterior, para el periodo posterior (mediano y largo plazo), el PM asociado deberá ser evaluado, actualizado y rediseñado según lo indicado en el punto 9.2 relativo a los mecanismos para el análisis y toma de decisiones.

Se propone, de acuerdo a lo establecido en el acápite 8.2.5 y reflejado en la Figura 8.2-1, que la responsabilidad de la coordinación para la ejecución general del PEGH sea de la DGA regional, a través de la figura del coordinador PEGH establecido por el propio servicio, mientras que el monitoreo y control se realice desde DGA nivel central, por quien designe el Director General (se sugiere, como opción, la División de Estudios y Planificación). Se resalta la importancia de mantener instancias periódicas de reunión entre estas dos figuras para alcanzar los resultados esperados de implementación del PEGH.

A continuación, se presentan los indicadores y el seguimiento definido en el PM.

9.1.1 Indicadores de evaluación de las iniciativas

En cada una de las iniciativas identificadas en el PEGH se ha identificado uno o varios indicadores de evaluación de las acciones, con el objetivo de analizar de forma particular los resultados obtenidos con su implantación respecto el objetivo esperado y su problemática original. Estos indicadores se presentan en el Anexo K.3.

9.1.2 Indicadores del PEGH

La metodología para la definición de los indicadores del Plan de Monitoreo asociado al PEGH Aconcagua se exponen en el acápite 3.6.7 del Anexo F; seguidamente se particularizan dichos indicadores:

- **Indicadores Generales:** PIC, PICa, PIF y PIFa.
- **Indicadores Específicos:** Porcentaje de avance de la implementación de las 2 iniciativas propuestas de gobernanza que poseen efecto directo y estratégico en el éxito de ejecución de otras iniciativas de diferentes tipologías (OH, MG, NF y/u OM) y del instrumento en su conjunto, siendo éstas: a) Creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca (iniciativa 1), y b) Programa de capacitación para la conformación de Comunidades de Aguas Subterráneas en la zona media y baja de la cuenca del río Aconcagua (iniciativa 2). Lo anterior se refuerza con el hecho de que la participación de los potenciales beneficiarios en cada medida del PEGH refuerza el éxito de las mismas, y que las instancias generadas en un marco de buenas prácticas derivadas del servicio de facilitación son necesarias para dicho objetivo.

En el acápite 9.1.3 se detalla el seguimiento del PEGH Aconcagua con los indicadores presentados anteriormente, así como el Plan de Acción.

9.1.3 Seguimiento

El seguimiento del PEGH Aconcagua se expone en la Tabla 9.1-2, detallando los indicadores generales y específicos, los parámetros de referencia en cada caso y el umbral establecido.

Tabla 9.1-2 Seguimiento del PEGH Aconcagua

Tipo de indicador	Indicador de seguimiento	Umbral
General	PIC N° de iniciativas comenzadas/N° iniciativas planificadas al año	Umbral PIC 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año i hasta $i+4$
	PICa N° de iniciativas comenzadas acumuladas/N° iniciativas acumuladas planificadas al año	Umbral PICa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año i hasta $i+3$ (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar su implementación hasta el año $i+4$ (valor acumulado)
	PIF N° de iniciativas finalizadas/N° iniciativas finalizadas planificadas al año	Umbral PIF 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar al año i hasta $i+4$
	PIFa N° de iniciativas finalizadas acumuladas/N° iniciativas finalizadas acumuladas planificadas al año	Umbral PIFa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación el año i hasta $i+3$ (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación hasta el año $i+4$ (valor acumulado)
Específico	Porcentaje de avance de cada iniciativa	Iniciativa N° 1: MG-01 100% año i
		Iniciativa N° 2: MG-04 100% año $i+2$

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido en el apartado 9.1.2, se presenta seguidamente el Plan de Acción a considerar en el supuesto que no se hayan cumplido con los umbrales fijados en la Tabla 9.1-2, teniendo en cuenta que el PM se divide en dos periodos, los primeros 4 años y el año 5:

- **Primer periodo (año i hasta $i+4$):** El objetivo del Plan de Acción en este periodo consiste en reprogramar o replanificar las iniciativas que se encuentren atrasadas para el año siguiente al originalmente programado. Su valor corresponderá al número de iniciativas mínimas programadas para un determinado año (PIC, 80% anual) más las iniciativas retrasadas acumuladas.
- **Segundo periodo (año $i+5$):** El objetivo del Plan de Acción en este periodo es analizar si el PEGH ha cumplido en un 100% con su planificación. En caso negativo, el PM entregará el número de iniciativas que no fueron ejecutadas, información que será una variable de entrada en la evaluación, actualización y rediseño del PEGH, a través de los mecanismos para el análisis y toma de decisiones (ver acápite 9.2).

9.2 MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES

La planificación tiene una componente dinámica, más aun considerando iniciativas relativas a los recursos hídricos, los cuales van de la mano con la evolución del contexto climático, incidiendo sobre la oferta hídrica en la cuenca, y los cambios inherentes en la demanda de agua del territorio, así como las relaciones entre los actores (fortalecimiento, conflictos). Lo anterior hace necesario que el PEGH sea evaluado para determinar si el diseño original sigue vigente al cabo de su primer ciclo de 5 años, así como en ciclos consecutivos del mismo periodo.

En el presente mecanismo de análisis y toma de decisiones se expone, la metodología a considerar, y luego cómo debe ejecutarse la etapa de reformulación del PEGH.

En relación al análisis del PEGH para su reformulación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- a) Actualización del diagnóstico en la cuenca del río Aconcagua en materia de recursos hídricos, con especial atención a las brechas entre oferta y demanda, el estado de la infraestructura, la situación de gobernanza en el territorio y el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca.
- b) Actualización de la cartera actual de acciones, tanto a nivel público como privado.
- c) Actualización del modelo hidrológico superficial-subterráneo con la nueva *data* disponible, resolviendo brechas de modelización que hubieron quedado no resueltas durante el diseño del PEGH original.
- d) Evaluación de las condiciones habilitantes de las iniciativas no ejecutadas.
- e) Evaluación del resultado del Plan de Monitoreo el año $i+4$, mediante la cuantificación de las iniciativas no comenzadas/finalizadas del PEGH.

En base a lo anterior, la DGA deberá establecer la forma de abordar la reformulación del PEGH, ya sea a través de medios propios o con apoyo externo al servicio, estableciendo:

- ✓ Revisión y/o actualización de los ejes y objetivos específicos del PEGH.
- ✓ Revisión y/o actualización de las iniciativas ya iniciadas, e incorporación de nuevas acciones, a corto/mediano/largo plazo.
- ✓ Si corresponde, actualización del Plan de Monitoreo asociado al PEGH.