



**ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN LAS
CUENCAS DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA**

INFORME FINAL

TOMO II

REALIZADO POR



**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

NOVIEMBRE DE 2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS TOMO I

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	24
1.1	CONTEXTO	24
1.2	OBJETIVOS	25
1.2.1	Objetivo general	25
1.2.2	Objetivos específicos	25
1.3	ÁREA DE ESTUDIO	25
1.4	IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	27
1.4.1	Desarrollo	28
1.4.2	Desagregación del problema en función del análisis de causalidad	28
1.4.3	Análisis del encadenamiento de efectos provocados por el problema identificado	29
1.4.4	Aspectos relacionales de causalidad y efecto	31
1.5	CONTENIDOS Y CONSIDERACIONES GENERALES DEL INFORME	33
2	METODOLOGÍA Y DESARROLLO PRELIMINAR	34
2.1	ENFOQUE METODOLÓGICO	34
2.2	ETAPAS Y PRODUCTOS ASOCIADOS AL ESTUDIO	36
2.3	METODOLOGÍAS DE TRABAJO Y DESARROLLO PRELIMINAR DE CADA ETAPA	37
2.3.1	Metodologías y desarrollo preliminar de la etapa I	37
2.3.1.1	Habilitación de oficina en el territorio	37
2.3.1.2	Propuesta y validación de la estrategia comunicacional	38
2.3.1.3	Mapa de actores y sus relaciones	38
2.3.1.4	Reuniones de coordinación con actores	39
2.3.1.5	Diseño de instrumentos de diagnóstico	40
2.3.1.6	Acto de lanzamiento	40
2.3.2	Metodologías y desarrollo preliminar de la etapa II	40
2.3.2.1	Concepciones metodológicas y desarrollo preliminar	40
2.3.2.1.1	Implementación de estrategia comunicacional y de intervención territorial	42
2.3.2.1.1.1	Implementación de estrategia comunicacional	43
2.3.2.1.1.2	Implementación de estrategia de intervención territorial	45
2.3.2.1.2	Identificación y definición del problema	47
2.3.2.1.3	Recopilación de información secundaria	47
2.3.2.1.4	Recopilación de información primaria	47
2.3.2.1.5	Acciones para la identificación del problema	48
2.3.2.1.6	Contenidos temáticos	48
2.3.2.1.7	Organización y logística	49
2.3.2.1.8	Reuniones de trabajo con actores	49
2.3.2.1.9	Acciones para la identificación del problema	51
2.3.2.1.10	Análisis general de actores	51
2.3.2.1.10.1	Caracterización de las cuencas en función de sus recursos naturales	51
2.3.2.1.10.2	Caracterización en función de su infraestructura de riego y desarrollo agro productivo	53
2.3.2.1.10.3	Caracterización de las cuencas en función de la gestión del riego	57
2.3.2.1.10.4	Síntesis de principales problemáticas levantadas por reunión	60
2.3.2.1.11	Sistematización de información y elaboración de línea base	66
2.3.3	Metodologías de trabajo y desarrollo preliminar de la etapa III	66
2.3.3.1	Concepciones metodológicas y desarrollo preliminar	67
2.3.3.1.1	Levantamiento y sistematización de cartera de iniciativas públicas y privadas existente	67
2.3.3.1.1.1	Análisis de inversión ejecutada	68
2.3.3.1.1.2	Análisis de inversión en ejecución	70
2.3.3.1.1.3	Análisis de inversión por ejecutar	70
2.3.3.1.2	Determinación de escenarios de trabajo de imagen objetivo	70
2.3.3.1.2.1	Escenarios tendenciales para levantamiento de la IO	73
2.3.3.1.2.2	Escenario óptimo para levantamiento de la IO	74
2.3.3.1.2.3	Escenario concertado para levantamiento de la IO	74
2.3.3.1.3	Implementación de estrategia comunicacional y de intervención territorial	74
2.3.3.1.3.1	Implementación de estrategia comunicacional	74
2.3.3.1.3.2	Implementación de estrategia de intervención territorial	81
2.3.4	Metodologías de trabajo y desarrollo preliminar de la etapa IV	84

2.3.4.1	Concepciones metodológicas y desarrollo preliminar	84
2.3.4.1.1	Implementación de estrategia comunicacional y de intervención territorial	84
2.3.4.1.1.1	Implementación de estrategia comunicacional	85
2.3.4.1.1.2	Implementación de estrategia de intervención territorial	91
2.3.4.1.2	Validación de imagen objetivo mediante talleres de trabajo	94
2.3.4.1.3	Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento	94
2.3.4.1.4	Identificación de posibles soluciones a las brechas identificadas	95
2.3.4.1.5	Metodología de sistematización de la priorización	95
2.3.4.1.6	Aplicación de la metodología de priorización	97
2.3.4.1.6.1	Proceso de priorización de iniciativas	97
2.3.4.1.6.2	Metodología de priorización de iniciativas	98
2.3.4.1.7	ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO	104
2.3.4.1.8	Elaboración de propuesta de plan de seguimiento y evaluación	104
2.3.4.1.9	Validación del PGR definitivo y actividad de cierre	105
2.3.4.1.9.1	Validación de los planes de gestión	105
2.3.4.1.9.2	Actividad pública de cierre del estudio y presentación del plan definitivo	107
2.3.4.1.10	Sistema de información geográfica.	108
3	RESULTADOS DE LA ETAPA I: INSTALACIÓN EN EL TERRITORIO.....	111
3.1	HABILITACIÓN DE OFICINA EN EL TERRITORIO.....	111
3.2	REUNIONES DE COORDINACIÓN CON ORGANISMOS PÚBLICOS Y USUARIOS	113
3.3	MAPA DE ACTORES Y SUS RELACIONES	113
3.3.1	Clasificación de actores.....	115
3.3.2	Descripción de los actores	120
3.3.2.1	Descripción de los actores públicos.....	120
3.3.2.2	Descripción de los actores políticos.....	137
3.3.2.3	Descripción de los actores privados	141
3.3.2.4	Descripción de los actores de la comunidad.....	142
3.3.3	Relaciones entre actores.....	152
3.3.4	Conclusiones relacionadas al mapa de actores.....	161
3.4	ESTRATEGIA COMUNICACIONAL E INTERVENCIÓN TERRITORIAL	162
3.4.1	Estrategia comunicacional	163
3.4.2	Estrategia de intervención territorial.....	172
3.5	INSTRUMENTOS PARA LEVANTAR DIAGNÓSTICO	191
3.6	LANZAMIENTO PÚBLICO DEL ESTUDIO	197

ÍNDICE DE CONTENIDOS TOMO II

4.	RESULTADOS DE LA ETAPA II: DIAGNÓSTICO O SITUACIÓN BASE.....	219
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CUENCAS.....	219
4.1.1.	Aspectos generales	219
4.1.2.	Clima	221
4.1.3.	Geomorfología, geología y suelos.....	222
4.1.4.	Precipitaciones.....	224
4.1.5.	Recursos hídricos superficiales y subterráneos	227
4.1.6.	Características productivas.....	232
4.1.7.	Antecedentes demográficos	233
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA SEGÚN LOS RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE.	242
4.2.1.	Recursos Hídricos en las cuencas de estudio	242
4.2.2.	Disponibilidad de recursos hídricos	245
4.2.2.1.	Recursos hídricos superficiales.....	245
4.2.2.2.	Recursos hídricos subterráneos	248
4.2.3.	Calidad de agua.....	252
4.2.3.1.	Evaluación de redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico y de calidad de aguas	259
4.2.4.	Descripción y análisis multisectorial del agua.....	263
4.2.5.	Variabilidad Climática y su Incidencia en los Recursos Hídricos	267
4.2.5.1.	Impacto en las variables climáticas	268
4.2.5.2.	Análisis de la situación nacional y local en materia de gestión de riesgos originados por eventos climáticos extremos:	275
4.2.5.3.	Análisis de la situación local sobre prevención, mitigación/respuesta:	278
4.2.5.4.	Consideraciones para la gestión del riesgo, aplicables a ocurrencia de eventos extremos en las cuencas en estudio:.....	279
4.2.6.	Caracterización ambiental de las cuencas	280
4.2.6.1.	Vegetación	280
4.2.6.2.	Fauna.....	283
4.2.6.3.	Clasificación de uso de suelos	284
4.2.6.4.	Áreas de protección existentes o propuestas para conservación:	285
4.2.7.	Identificación de Impactos ambientales asociados al riego:.....	286
4.2.7.1.	Análisis de los impactos asociados al riego:	288
4.3.	CARACTERIZACION DE LA CUENCA SEGÚN INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DESARROLLO ACTUAL AGROPRODUCTIVO.	292
4.3.1.	Introducción.....	292
4.3.2.	Estado actual de la infraestructura de riego extra predial.....	292
4.3.2.1.	Aspectos generales.	292
4.3.2.2.	Canales de riego	292
4.3.2.3.	Cuencas hidrográficas	306
4.3.2.4.	División administrativa de las cuencas de los ríos Ligua y Petorca.....	307
4.3.2.5.	Bocatomas.....	313
4.3.2.6.	Distribución, tecnología y monitoreo del agua	321
4.3.2.7.	Sistemas de acumulación mayores y menores.....	321
4.3.2.8.	Aguas subterráneas.....	329
4.3.2.9.	Conclusiones del diagnóstico	330
4.3.3.	Caracterización y análisis de la producción agropecuaria y proyecciones de desarrollo.....	332
4.3.3.1.	Antecedentes generales.....	332
4.3.3.2.	Características del agricultor	332
4.3.3.3.	Rubros (tipos de cultivos y su distribución).....	341
4.3.3.4.	Sistemas de riego y su distribución	351
4.3.3.5.	Volúmenes empleados para riego.....	354
4.3.3.6.	Conclusiones generales.....	356
4.4.	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA EN FUNCIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIEGO.....	356
4.4.1.	Introducción	356
4.4.2.	Derechos de Aprovechamiento de Aguas.....	357
4.4.2.1.	Introducción y metodología	357

4.4.2.2.	DAA inscritos por DGA en el CPA.....	358
4.4.2.3.	Expedientes de solicitud de DAA en trámite DGA	360
4.4.2.4.	DAA vinculados a inscripciones de junta de vigilancia	362
4.4.2.5.	Análisis de información	367
4.4.3	Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA's)	368
4.4.3.1	Antecedentes generales.....	368
4.4.3.2	Clasificación OUA's de acuerdo a su funcionamiento y estado de constitución legal	369
4.4.3.3	Estado actual de la gestión de las OUA's.....	378
4.4.3.4	Nivel tecnológico (Utilización modelos, herramientas o sistemas).....	379
4.4.4	Mercado del Agua.....	379
4.4.4.1	Aspectos generales	379
4.4.4.2	Comportamiento habitual y en situaciones críticas	380
4.4.4.3	Análisis de uso y relación con usuarios y comunidad.....	384
4.4.5	Diagnóstico del Nivel Tecnológico Aplicado en Cultivos de Riego y Necesidades de Investigación e Innovación	385
4.4.5.1	Aspectos generales	385
4.4.5.2	Análisis de nivel y situación actual	385
4.4.6	Gestión Institucional Pública para el Apoyo al Riego.....	386
4.4.6.1	Introducción	386
4.4.6.2	Contexto normativo nacional.....	388
4.4.6.3	Análisis instituciones	390
4.4.6.4	Propuestas de mejora	396
4.4.7	Análisis de Políticas, programas y Proyectos	396
4.4.7.1	Introducción y metodología de análisis.....	396
4.4.7.2	Evaluación de Políticas, Programas y Proyectos.....	396
4.4.7.3	Conclusiones	401

ÍNDICE DE CONTENIDOS TOMO III

5	RESULTADOS ETAPA III: DEFINICIÓN DE IMAGEN OBJETIVO DEL TERRITORIO	426
5.1.	LEVANTAMIENTO Y SISTEMATIZACIÓN CARTERA DE INICIATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS EXISTENTES.	426
5.1.1.	<i>Generalidades</i>	426
5.1.2.	<i>Cartera de inversión pública ejecutada</i>	426
5.1.2.1.	Inversión sectorial Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).....	426
5.1.2.1.1.	Inversión en proyectos de Agua Potable Rural	426
5.1.2.1.2.	Inversión en proyectos de encauzamiento DOH.....	427
5.1.2.1.3.	Inversión en estudios y proyectos de embalses DOH.	428
5.1.2.1.4.	Inversión en proyectos de riego DOH.....	429
5.1.2.2.	Ley 18.450 de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje (CNR).....	429
5.1.2.3.	Inversión FNDR del GORE Valparaíso.....	438
5.1.2.4.	Inversión Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP).....	438
5.1.2.5.	Instrumentos Servicio Agrícola y Ganadero S.A.G.	443
5.1.2.6.	Análisis de la Inversiones vinculadas a los recursos hídricos de CONAF en la Provincia de Petorca. 444	444
5.1.2.7.	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).	445
5.1.3.	INVERSIÓN PRIVADA EJECUTADA.....	445
5.1.4.	CARTERA DE INVERSIÓN PÚBLICA EN EJECUCIÓN.	448
5.1.4.1.	Inversión Programa Gestión Hídrica. GORE Valparaíso.....	448
5.1.4.2.	Programa de grandes y pequeños embalses (DOH).	449
5.1.4.3.	Comisión Nacional de Riego (CNR).	450
5.1.4.4.	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).	451
5.1.4.5.	Fundación de asistencia internacional (FAI)	451
5.1.5.	CARTERA DE INVERSIÓN POR EJECUTAR.....	451
5.1.5.1.	Convenio GORE INDAP 2016.....	451
5.1.5.2.	Programa de grandes y pequeños embalses (DOH).	452
5.2.	DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS DE TRABAJO (TENDENCIAL Y SITUACIÓN FUTURA CON PLAN).	454
5.2.1.	<i>Visión tendencial del escenario actual</i>	454
5.2.2.	<i>Visión tendencial del escenario actual optimizado</i>	455
5.2.3.	<i>Escenario futuro</i>	456
5.2.4.	<i>Escenario óptimo</i>	456
5.2.5.	<i>Escenario concertado</i>	461
5.3.	DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE PROPUESTA DE IMAGEN OBJETIVO.....	461
5.3.1.	<i>Introducción</i>	461
5.3.2.	<i>Aspectos operativos</i>	462
5.3.3.	<i>Aspectos metodológicos</i>	463
5.3.4.	<i>Análisis de datos</i>	465
5.3.5.	<i>Informe de satisfacción</i>	471
5.3.5.1.	Ciudadanía y OUAs	471
5.3.5.2.	Actores Políticos y del sector público regional y local.....	480
5.4.	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ELABORACIÓN DE IMAGEN OBJETIVO.	483
5.4.1.	<i>Introducción</i>	483
5.4.2.	<i>Análisis de las dimensiones consideradas en la construcción de la imagen objetivo</i>	484
5.4.2.1.	Primera dimensión de la IO: <i>Avanzar en el mejoramiento de la seguridad y calidad hídrica</i>	485
5.4.2.2.	Segunda dimensión de la IO: <i>Promoción del fortalecimiento de la gestión del riego</i>	486
5.4.2.3.	Tercera dimensión de la IO: <i>Propiciar la incorporación de una mayor participación ciudadana en la planificación y decisión de la inversión pública</i>	488

5.5.	VALIDACIÓN DE LÍNEA BASE E IMAGEN OBJETIVO.....	489
5.5.1.	<i>Introducción</i>	489
5.5.2.	<i>Resultados de la instancia de validación</i>	490
5.5.2.1.	Resultados de validación de Línea Base	490
5.5.2.2.	Resultados de validación de Imagen Objetivo	491
5.6.	ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOBRE EL USO DEL AGUA DE RIEGO.....	492
5.6.1.	<i>Introducción</i>	492
5.6.2.	<i>Consideraciones metodológicas</i>	493
5.6.3.	<i>Análisis de preguntas</i>	493
5.6.3.1.	Análisis Pregunta 1	493
5.6.3.2.	Análisis Pregunta 2	494
5.6.3.3.	Análisis Pregunta 3	495
5.6.3.4.	Análisis de pregunta 4	495
5.6.3.5.	Análisis Pregunta 5	497
5.6.3.6.	Análisis pregunta 6	499
6	RESULTADOS ETAPA IV: DEFINICIÓN DE BRECHAS Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO	501
6.1.	IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO.....	501
6.2.	IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES A LAS BRECHAS IDENTIFICADAS.....	507
6.3.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE INICIATIVAS	520
6.3.1.	<i>Priorización de áreas de trabajo en ámbitos de acciones que no son competencia de la CNR</i>	520
6.3.2.	PRIORIZACIÓN DE INICIATIVAS DE COMPETENCIA CNR	522
6.3.3.	<i>Análisis de sensibilidad</i>	525
6.3.4.	<i>Análisis de correspondencia entre la priorización y el interés otorgado por los actores relevantes</i> .	530
6.4.	ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO Y PLAN DEFINITIVO	533
6.4.1.	<i>Análisis de impactos</i>	535
6.5.	PROPUESTA DE PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	539
6.6.	VALIDACIÓN DEL PGR DEFINITIVO Y ACTIVIDAD DE CIERRE	540
6.7.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO	544
7.	CONCLUSIONES	546
7.1.	CONCLUSIONES DE LA ETAPA I	546
7.2.	CONCLUSIONES DE LA ETAPA II	546
7.3.	CONCLUSIONES DE LA ETAPA III	551
7.4.	CONCLUSIONES DE LA ETAPA IV.....	553
7.5.	CONCLUSIONES FINALES	554
8.	BIBLIOGRAFÍA	556

ÍNDICE DE TABLAS TOMO I

TABLA 1. ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DEL INFORME	33
TABLA 2. ESTRUCTURA GENERAL DEL ESTUDIO	36
TABLA 3. PROCESO DE DIAGNÓSTICO TERRITORIAL	42
TABLA 4. INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN PREVISTAS PARA LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO	49
TABLA 5. CALENDARIZACIÓN Y UBICACIÓN DE REUNIONES DE TRABAJO DE DIAGNÓSTICO POR SECTOR	50
TABLA 6. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS EN PETORCA ORIENTE.16-10-2015.....	61
TABLA 7. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS EN LA LIGUA ORIENTE. 17-10-2015	62
TABLA 8. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS EN PETORCA PONIENTE.23-10-2015	63
TABLA 9. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS EN LA LIGUA PONIENTE.24-10-2015.....	64
TABLA 10. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS POR ACTORES POLÍTICOS Y PÚBLICOS. 29-10-2015.	65
TABLA 11. PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS VISTAS POR ACTORES PÚBLICOS. 06-11-2015.....	66
TABLA 12. CANTIDAD Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR GÉNERO COMPARADA ENTRE LAS DOS CAMPAÑAS DE ACTIVIDADES PARTICIPATIVAS.....	75
TABLA 13. INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN PREVISTAS PARA LA ETAPA III.....	82
TABLA 14. CALENDARIZACIÓN Y UBICACIÓN DE REUNIONES DE TRABAJO.	83
TABLA 15. CANTIDAD Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR GÉNERO EN LAS ACTIVIDADES DE LA ETAPA.	86
TABLA 16. INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN PREVISTAS PARA LA ETAPA IV.....	92
TABLA 17. CALENDARIZACIÓN Y UBICACIÓN DE REUNIONES DE TRABAJO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS BRECHAS Y DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	93
TABLA 18. PLANILLA DE VACIADO PARA PROCESO DE PREFERENCIAS PARTICIPATIVAS.	95
TABLA 19. PLANILLA DE CONSOLIDACIÓN DE PREFERENCIAS PARTICIPATIVAS.....	96
TABLA 20. JUSTIFICACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS DE PRIORIZACIÓN.....	100
TABLA 21. VALORES DE PONDERACIÓN DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS, INDICADORES Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJES. ...	102
TABLA 22. PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE TALLERES DE PARTICIPACIÓN AMPLIADA.	105
TABLA 23. PROGRAMA DE ACTIVIDADES DEL ACTO DE CIERRE.	108
TABLA 24. ÍNDICE DE LÁMINAS.....	109
TABLA 25. CANTIDAD DE ENTREVISTADOS POR TIPO DE ACTOR.....	113
TABLA 26. ACTORES SOCIALES RELEVANTES IDENTIFICADOS.	116
TABLA 27. RELACIONES DE LA DOH CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	123
TABLA 28. RELACIONES DEL INDAP CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	124
TABLA 29. RELACIONES DEL SAG CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	126
TABLA 30. RELACIONES DE LA CONAF CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	127
TABLA 31. RELACIONES DEL GORE CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	127
TABLA 32. RELACIONES DE LA SEREMI DE AGRICULTURA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	129
TABLA 33. RELACIONES DE LA SEREMI DEL MOP CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	130
TABLA 34. RELACIONES DE LA SEREMI DE MEDIO AMBIENTE CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	131
TABLA 35. RELACIONES DEL GOBIERNO PROVINCIAL CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	132
TABLA 36. RELACIONES DEL PRODESAL PETORCA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	133
TABLA 37. RELACIONES DEL PRODESAL CABILDO CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	134
TABLA 38. RELACIONES DEL PRODESAL LA LIGUA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	135
TABLA 39. RELACIONES DEL DELEGADO PRESIDENCIAL CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	136
TABLA 40. RELACIONES DE LA SENADORA LILY PÉREZ CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	137
TABLA 41. RELACIONES DEL DIPUTADO CHRISTIAN URIZAR CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	139
TABLA 42. RELACIONES DE LA MUNICIPALIDAD DE PETORCA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	140
TABLA 43. RELACIONES DE LA PUC DE VALPARAÍSO CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	143
TABLA 44. RELACIONES DE MODATIMA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	144
TABLA 45. RELACIONES DEL VENDEDOR DE AGUAS CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	145
TABLA 46. RELACIONES DE SOLMIRU CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	146
TABLA 47. RELACIONES DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA LA UNIÓN CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	147
TABLA 48. RELACIONES DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA LA MORA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	148
TABLA 49. RELACIONES DE LA COOPERATIVA SANTA VICTORIA CON OTROS ACTORES RELEVANTES.....	149
TABLA 50. RELACIONES DE LAS ORGANIZACIONES DE APR CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	150
TABLA 51. RELACIONES DE CONSULTORES DE LEY DE RIEGO CON OTROS ACTORES RELEVANTES.	152
TABLA 52. DESARROLLO DEL TRABAJO SEGÚN ACTORES	165
TABLA 53. MEDIOS PROVINCIALES DE DIFUSIÓN.....	167
TABLA 54. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA ESTRATEGIA COMUNICACIONAL.....	170

TABLA 55. MATRIZ DE ESTRATEGIA COMUNICACIONAL.....	171
TABLA 56. INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN PROPUESTAS.....	173
TABLA 57. INTEGRACIÓN DE MAPA DE ACTORES CON SUBDIVISIÓN TERRITORIAL.....	174
TABLA 58. TEMÁTICAS A DIAGNOSTICAR Y PROFESIONAL EXPERTO PARA SU DESARROLLO.....	192
TABLA 59. PROCESO DE DIAGNÓSTICO TERRITORIAL.....	194
TABLA 60. TRABAJOS DE TERRENO A DESARROLLAR EN CADA ÁREA DE DIAGNÓSTICO.....	197
TABLA 61. PROGRAMA DE ACTIVIDADES DEL ACTO DE LANZAMIENTO.....	198

ÍNDICE DE TABLAS TOMO II

TABLA 1. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS QUE POSEE LA DGA EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	225
TABLA 2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS QUE POSEE LA DGA EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	226
TABLA 3. NÚMERO DE HABITANTES Y PORCENTAJES POR COMUNA.	233
TABLA 4. NÚMERO DE HABITANTES POR ZONA DE RESIDENCIA Y SEXO.	234
TABLA 5. PORCENTAJE DE HABITANTES DEL TERRITORIO Y NACIONAL SEGÚN SITUACIÓN.	235
TABLA 6. POBLACIÓN DEL TERRITORIO POR DECIL AUTÓNOMO REGIONAL.	236
TABLA 7. ANTECEDENTES GENERALES.	243
TABLA 8. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO NO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	245
TABLA 9. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	246
TABLA 10. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL Y PERMANENTE DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO NO CONSUNTIVO PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	246
TABLA 11. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	247
TABLA 12. VOLUMEN SUSTENTABLE Y DEMANDA COMPROMETIDA EN CADA SUBCUENCA.	251
TABLA 13. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVISIONALES.	252
TABLA 14. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA CUENCA RIO PETORCA.	255
TABLA 15. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA CUENCA RÍO LA LIGUA.	256
TABLA 16. CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE AGUA FÍSICO-QUÍMICA SUBTERRÁNEA DE LA CUENCA DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA CONFORME A NCH 1333/1978.	257
TABLA 17. NÚMERO DE ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS POR CUENCA Y VIGENCIA.	260
TABLA 18. DISTRIBUCIÓN DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUAS.	260
TABLA 19. DISTRIBUCIÓN DE MUESTREO DEL NIVEL ESTÁTICO EN POZOS.	261
TABLA 20. DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.	261
TABLA 21. LOCALIZACIÓN DE RUTA DE NIEVE Y ESTACIONES DE SEDIMENTOS.	262
TABLA 22. CAUDALES (M ³ /S) DE USOS EFECTIVOS DE AGUA, ESTIMADOS POR SECTOR ECONÓMICO EN CADA CUENCA.	264
TABLA 23. VINCULACIÓN PROPORCIONAL ENTRE LOS DAA CONSUNTIVOS Y USOS DE AGUA ASOCIADOS POR SECTOR ECONÓMICO.	264
TABLA 24. VALORES PROYECTADOS DE LOS CAMBIOS ESPERADOS EN EL RÉGIMEN TÉRMICO AL AÑO 2050 EN (°C).	271
TABLA 25. VALORES PROYECTADOS DE LAS VARIABLES AGROCLIMÁTICAS AL AÑO 2050.	271
TABLA 26. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS GENERALES QUE INFLUYEN EN LA PREVENCIÓN RESPUESTA Y/O MITIGACIÓN DE EFECTOS DE EVENTOS EXTREMOS.	277
TABLA 27. OBJETIVOS DEL PLAN PETORCA 2014 Y VALORIZACIÓN.	278
TABLA 28. ESPECIES PISCÍCOLAS IDENTIFICADAS PARA LA CUENCA DE LA LIGUA Y PETORCA.	283
TABLA 29. USO DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	284
TABLA 30. USO DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	284
TABLA 31. USO DE SUELOS EN LA SUB CUENCA DEL ESTERO CATAPILCO.	285
TABLA 32. ÁREAS DE PROHIBICIÓN DE CAZA EN LA ZONA DE ESTUDIO.	286
TABLA 33. SITIO DE PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN SEIA.	286
TABLA 34. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR OPERACIONES VINCULADAS AL RIEGO.	287
TABLA 35. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR OTRAS OPERACIONES QUE PUDIESEN AFECTAR AL RIEGO DEBIDO A LA AFECTACIÓN DE CUERPOS DE AGUA.	287
TABLA 36. COMUNIDADES DE AGUA RIO SOBRANTE.	307
TABLA 37. COMUNIDADES DE AGUAS ESTERO CHALACO.	307
TABLA 38. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUAS DEL RÍO PETORCA.	308
TABLA 39. COMUNIDADES DE AGUAS ORGANIZADA DEL ESTERO ALICAHUE.	309
TABLA 40. COMUNIDADES DE AGUAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	310
TABLA 41. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.	322
TABLA 42. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.	322
TABLA 43. TRANQUES PRESENTES EN LAS COMUNAS DE INFLUENCIA DE LA CUENCA DE LOS RÍOS LIGUA Y PETORCA.	325
TABLA 44. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE PETORCA.	333
TABLA 45. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE LA LIGUA.	334
TABLA 46. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE PAPUDO.	334
TABLA 47. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE CABILDO.	335

TABLA 48. PRODUCTORES Y EDAD PARA LA COMUNA DE PETORCA.	337
TABLA 49. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE LA LIGUA.	338
TABLA 50. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE PAPUDO.	339
TABLA 51. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE CABILDO.	340
TABLA 52. SUPERFICIE PRODUCTIVA PROVINCIAL Y SEPARADA POR COMUNA.	342
TABLA 53. SUPERFICIE PRODUCTIVA EN FRUTALES PROVINCIAL Y SEPARADA POR ESPECIE (2007).	343
TABLA 54. SUPERFICIE PRODUCTIVA EN FRUTALES PROVINCIAL Y SEPARADA POR ESPECIE (2014).	345
TABLA 55. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.	351
TABLA 56. SUPERFICIE PROVINCIAL REGADA GRAVITACIONALMENTE SEPARADA POR COMUNA.	352
TABLA 57. SUPERFICIE PROVINCIAL REGADA POR MICRORIEGO SEPARADA POR COMUNA.	353
TABLA 58. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ANUAL (MM/AÑO), DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL MENSUAL (%) Y ACUMULADA SEPT-MAR (MM/AÑO).	355
TABLA 59. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDA POR TEMPORADA DE RIEGO (MM/AÑO), POR COMUNA.	355
TABLA 60. NÚMERO DE DAA REGISTRADOS EN EL CPA POR SECTOR.	358
TABLA 61. NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS SEGÚN TIPO Y EJERCICIO POR SECTOR.	359
TABLA 62. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES SEGÚN EJERCICIO POR SECTOR.	359
TABLA 63. NÚMERO DE DAA PENDIENTES EN EL CPA POR SECTOR.	360
TABLA 64. NÚMERO DE SOLICITUDES DE DAA PENDIENTES, SUBTERRÁNEOS SEGÚN TIPO Y EJERCICIO POR SECTOR.	361
TABLA 65. NÚMERO DE SOLICITUDES DE DAA PENDIENTES, SUPERFICIALES Y CONSUNTIVOS, SEGÚN EJERCICIO Y POR SECTOR.	361
TABLA 66. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES DE LAS OUA'S PERTENECIENTES AL RÍO LA LIGUA.	362
TABLA 67. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES DE LAS OJAS PERTENECIENTES AL RÍO PETORCA.	364
TABLA 68. NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS POR UNIDAD DE MEDIDA EN CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	366
TABLA 69. NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS POR UNIDAD DE MEDIDA EN CUENCA DEL RÍO PETORCA.	367
TABLA 70. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DEL AGUA CONSTITUIDAS EN CAUCES ARTIFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	372
TABLA 71. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DEL AGUA CONSTITUIDAS EN CAUCES ARTIFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	373
TABLA 72. CLASIFICACIÓN DE LAS OUA, MECANISMOS ACTUALES Y NECESIDADES DE FORTALECIMIENTO.	377
TABLA 73. NÚMERO DE VENTAS, MONTO TRASFERIDO Y PRECIO DEL LITRO/SEGUNDO EN RÍO LA LIGUA.	381
TABLA 74. NÚMERO DE VENTAS, MONTO TRASFERIDO Y PRECIO DEL LITRO/SEGUNDO EN RÍO PETORCA.	382
TABLA 75. NÚMERO DE AUTORIZACIONES DE CAMBIO DE PTO. DE CAPTACIÓN POR SECTOR.	383
TABLA 76. SUPERFICIE REGADA EN LA PROVINCIA DE PETORCA SEGÚN DIFERENTES MÉTODOS DE RIEGO.	386
TABLA 77. BENEFICIOS DE LA LEY DE RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE BENEFICIARIO.	399
TABLA 78. INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE OBRA.	400
TABLA 79. INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE BENEFICIARIO DURANTE EL PERIODO 2005-2015.	401

ÍNDICE DE TABLAS TOMO III

TABLA 1. INVERSIÓN PÚBLICA POR TIPIFICACIÓN DE PROYECTOS LEY 18.450	431
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA LEY POR TIPO DE BENEFICIARIO.	434
TABLA 3. APORTE DEL ESTADO A LA INVERSIÓN EN RIEGO A TRAVÉS DE LOS DISTINTOS INSTRUMENTOS DE INDAP.	442
TABLA 4. INVERSIÓN PRIVADA DE ACUERDO A APORTE DE BENEFICIARIOS A DISTINTOS INSTRUMENTOS DE FOMENTO DE INDAP.	447
TABLA 5. INVERSIÓN PRIVADA DE ACUERDO A APORTE DE BENEFICIARIOS A PROYECTOS LEY 18.450.	448
TABLA 6. CARTERA DE INVERSIÓN 2016 PREVISTA POR EL CONVENIO GORE VALPARAÍSO - INDAP.	453
TABLA 7. CALENDARIO, LOGÍSTICA Y ASISTENCIA A REUNIONES DE TRABAJO PARA LA DEFINICIÓN DE LA IMAGEN OBJETIVO DEL PLAN PARA EL TERRITORIO.	463
TABLA 8. SÍNTESIS DE REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE IMAGEN OBJETIVO.	466
TABLA 9. SÍNTESIS DE REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE IMAGEN OBJETIVO. CONTINUACIÓN TABLA 12.	467
TABLA 10. SÍNTESIS DE REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE IMAGEN OBJETIVO. CONTINUACIÓN TABLA 12.	468
TABLA 11. SÍNTESIS DE REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE IMAGEN OBJETIVO. CONTINUACIÓN TABLA 12.	469
TABLA 12. SÍNTESIS DE REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE IMAGEN OBJETIVO. CONTINUACIÓN TABLA 12.	470
TABLA 13. CÓDIGOS Y FRECUENCIAS DE IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES TRATADOS EN LAS REUNIONES DE TRABAJO.	477
TABLA 14. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LO QUE MÁS LES GUSTÓ EN EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	478
TABLA 15. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LAS CRÍTICAS AL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	479
TABLA 16. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LAS RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	480
TABLA 17. CATEGORÍAS, FRECUENCIAS Y PARTICIPACIÓN RESPECTO DE QUÉ FUE LO MÁS IMPORTANTE TRATADO EN EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	481
TABLA 18. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LO QUE MÁS LES GUSTÓ EN EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	482
TABLA 19. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LO QUE MENOS LES GUSTÓ EN EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	482
TABLA 20. CATEGORÍAS Y RESPECTIVAS FRECUENCIAS RESPECTO DE LAS SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO DE LAS REUNIONES DE TRABAJO.	483
TABLA 21. DESGLOCE DE OPCIONES PRESENTADAS POR LOS PARTICIPANTES DEL TPA RESPECTO DE LA VALIDACIÓN DE LA LÍNEA BASE.	490
TABLA 22. VALIDACIÓN CONSOLIDADA DE LA LÍNEA BASE.	490
TABLA 23. DESGLOCE DE OPCIONES PRESENTADAS POR LOS PARTICIPANTES DEL TPA RESPECTO DE LA VALIDACIÓN DE LA IMAGEN OBJETIVO.	491
TABLA 24. VALIDACIÓN CONSOLIDADA DE LA IMAGEN OBJETIVO.	491
TABLA 25. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN.	493
TABLA 26. ESCALA DE VALORACIÓN.	493
TABLA 27. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N° 1.	494
TABLA 28. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°2.	494
TABLA 29. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°3.	495
TABLA 30. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°4 CUENCA DE PETORCA.	496
TABLA 31. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°4 CUENCA DE LA LIGUA.	496
TABLA 32. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°5 PETORCA Y LA LIGUA.	498
TABLA 33. SÍNTESIS DE RESULTADOS PREGUNTA N°6 PETORCA Y LA LIGUA.	500
TABLA 34. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS E INICIATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA.	503
TABLA 35. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS E INICIATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	505
TABLA 36. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS E INICIATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	506
TABLA 37. POTENCIALES INICIATIVAS PARA CONFORMAR EL PLAN DE RIEGO.	508
TABLA 38. REGISTRO DE PROPUESTAS REALIZADAS POR LOS ACTORES EN LAS DISTINTAS INSTANCIAS DE REUNIÓN.	514
TABLA 39. CONSOLIDACIÓN DE LA PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA REALIZADA POR LOS DISTINTOS TIPOS DE ACTORES PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.	518
TABLA 40. CONSOLIDACIÓN DE LA PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA REALIZADA POR LOS DISTINTOS TIPOS DE ACTORES PARA LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	519

TABLA 41. INICIATIVAS PRIORIZADAS CUYAS COMPETENCIAS NO CORRESPONDEN AL ÁMBITO DE ACCIÓN DE LA CNR PARA LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	520
TABLA 42. INICIATIVAS PRIORIZADAS CUYAS COMPETENCIAS NO CORRESPONDEN AL ÁMBITO DE ACCIÓN DE LA CNR, PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.....	521
TABLA 43. INICIATIVAS DE COMPETENCIA CNR PRIORIZADAS PARA AMBOS TERRITORIOS EN ESTUDIO.....	523
TABLA 44. VALOR DE PONDERADORES DE LOS CRITERIOS PARA LOS 6 ESCENARIOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	526
TABLA 45. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CUENCA DEL RÍO LA LIGUA Y CUENCA COSTERA ACONCAGUA-LA LIGUA.....	528
TABLA 46. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CUENCA DEL RÍO PETORCA Y CUENCA COSTERA PETORCA-QUILIMARÍ.....	529
TABLA 47. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA ENTRE PRIORIZACIÓN DE ACTORES RELEVANTES Y MODELO MULTICRITERIO PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.....	530
TABLA 48. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA ENTRE PRIORIZACIÓN DE ACTORES RELEVANTES Y MODELO MULTICRITERIO, PARA LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.....	531
TABLA 49. INICIATIVAS DE COMPETENCIA CNR QUE CONFORMAN EL PGR	534
TABLA 50. ÁREAS DE TRABAJO SIN COMPETENCIA DE CNR Y QUE CONFORMAN EL PGR	535
TABLA 51. CLASIFICADOR DE INICIATIVAS POR ÁREA DE IMPACTO Y COMPETENCIA INSTITUCIONAL.....	537
TABLA 52. DESGLOCE DE OPCIONES PRESENTADAS POR LOS PARTICIPANTES RESPECTO DE LA VALIDACIÓN DEL PLAN DE RIEGO PARA LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.....	541
TABLA 53. DESGLOCE DE OPCIONES PRESENTADAS POR LOS PARTICIPANTES RESPECTO DE LA VALIDACIÓN DEL PLAN DE RIEGO PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.....	542

ÍNDICE DE FIGURAS TOMO I

FIGURA 1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS QUE FORMAN PARTE DEL ESTUDIO	26
FIGURA 2. DIVISIÓN ADMINISTRATIVA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
FIGURA 3. ÁRBOL DE PROBLEMAS, ANÁLISIS DE CAUSALIDAD descendente y encadenamiento de efectos ascendente..	32
FIGURA 4. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL MAPA DE ACTORES Y SUS RELACIONES.....	39
FIGURA 5. PROCESO DE DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PARA CADA TEMÁTICA	41
FIGURA 6. CANTIDAD DE ASISTENTES POR SEXO A CADA UNA DE LAS PRIMERAS REUNIONES DE TRABAJO	46
FIGURA 7. RELACIÓN SECUENCIAL DE LA DEFINICIÓN DE ESCENARIOS TENDENCIAL, ÓPTIMO Y CONCERTADO.....	71
FIGURA 8. SECUENCIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS TENDENCIALES.	72
FIGURA 9. SECUENCIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO ÓPTIMO	72
FIGURA 10. SECUENCIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO CONCERTADO.....	73
FIGURA 11. PARTICIPACIÓN DE GÉNERO EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA BASE (LB).	76
FIGURA 12. PARTICIPACIÓN DE GÉNERO EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE IMAGEN OBJETIVO (IO) Y TALLER DE PARTICIPACIÓN AMPLIADA DE VALIDACIÓN DE AMBOS PRODUCTOS.	76
FIGURA 13. PARTICIPACIÓN GENERAL EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE IMAGEN OBJETIVO (IO) RESPECTO DE LA DEFINICIÓN DE LÍNEA BASE (LB).	77
FIGURA 14. PARTICIPACIÓN FEMENINA EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE IMAGEN OBJETIVO (IO) RESPECTO DE LA DEFINICIÓN DE LÍNEA BASE (LB).	78
FIGURA 15. PARTICIPACIÓN MASCULINA EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE IMAGEN OBJETIVO (IO) RESPECTO DE LA DEFINICIÓN DE LÍNEA BASE (LB).	78
FIGURA 16. PARTICIPACIÓN DE GÉNERO EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO (PGR).	86
FIGURA 17. PARTICIPACIÓN DE GÉNERO EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO (PGR).	87
FIGURA 18. PARTICIPACIÓN GENERAL EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO (PGR).	88
FIGURA 19. PARTICIPACIÓN FEMENINA EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO (PGR).	88
FIGURA 20. PARTICIPACIÓN MASCULINA EN REUNIONES DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO (PGR).	89
FIGURA 21. PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE INICIATIVAS	99
FIGURA 22. DISEÑO CONCEPTUAL	109
FIGURA 23. IMAGEN SATELITAL DE LA UBICACIÓN DE LA OFICINA.....	111
FIGURA 24. IMAGEN EXTERIOR DE LA OFICINA.....	112
FIGURA 25. IMAGEN INTERIOR DE LA OFICINA	112
FIGURA 24. MAPA DE ACTORES TERRITORIO LA LIGUA-PETORCA	114
FIGURA 27. INICIATIVAS FINANCIADAS DESDE EL GORE	153
FIGURA 28. INICIATIVAS FINANCIADAS DESDE LA DGA	154
FIGURA 29. INICIATIVAS FINANCIADAS DESDE LA DOH.	155
FIGURA 30. INICIATIVAS FINANCIADAS DESDE LA CNR.	156
FIGURA 31. LEY DE FOMENTO AL RIEGO Y DRENAJE.....	157
FIGURA 32. INSTRUMENTOS DEL INDAP	158
FIGURA 33. INVESTIGACIÓN.....	159
FIGURA 34. PRODESAL	159
FIGURA 35. MESA PROVINCIAL DEL AGUA.....	160
FIGURA 36. SUB-TERRITORIOS PARA DESARROLLAR EL ESTUDIO	172
FIGURA 37. RELACIÓN DINAMISMO/PODER PARA ACTORES PÚBLICOS Y POLÍTICOS DE TODO EL TERRITORIO	179
FIGURA 38. RELACIÓN DINAMISMO/PODER PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO PETORCA ORIENTE	180
FIGURA 39. RELACION RELACIÓN DINAMISMO/PODER PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO LA LIGUA ORIENTE	181
FIGURA 40. RELACIÓN DINAMISMO/PODER PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO PETORCA PONIENTE	182
FIGURA 41. RELACIÓN DINAMISMO/PODER PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO LA LIGUA PONIENTE	183
FIGURA 42. RELACIÓN DINAMISMO/INFLUENCIA PARA ACTORES PÚBLICOS Y POLÍTICOS PARA TODO EL TERRITORIO .	184

FIGURA 43. RELACIÓN DINAMISMO/INFLUENCIA PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO PETORCA ORIENTE	185
FIGURA 44. RELACIÓN DINAMISMO/INFLUENCIA PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO LA LIGUA ORIENTE.....	186
FIGURA 45. RELACIÓN DINAMISMO/INFLUENCIA PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO PETORCA PONIENTE	187
FIGURA 46. RELACIÓN DINAMISMO/INFLUENCIA PARA ACTORES PRIVADOS, DE LA COMUNIDAD, POLÍTICOS Y PÚBLICOS (LOCALES) EN SUB-TERRITORIO LA LIGUA PONIENTE	188
FIGURA 47. PROCESO DE DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PARA CADA UNA DE LAS TEMÁTICAS.	193

ÍNDICE DE FIGURAS TOMO II

FIGURA 1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL TERRITORIO	219
FIGURA 2. IMAGEN SATELITAL DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA.	220
FIGURA 3. PLANO GEOLÓGICO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA.	223
FIGURA 4. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN EL SALVADOR (RÍO PETORCA).	225
FIGURA 5. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN ALICAHUE (RÍO LA LIGUA).	227
FIGURA 6. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO PETORCA EN HIERRO VIEJO.	228
FIGURA 7. CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO ALICAHUE, SECTOR COLLIGUAY.	228
FIGURA 8. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO LA LIGUA, SECTOR QUINQUIMO.	229
FIGURA 9. OCURRENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL TERRITORIO.	231
FIGURA 10. POBLACIÓN POR ZONA, SEXO Y COMUNA.	234
FIGURA 11. SITUACIÓN DE POBREZA POR COMUNA.	236
FIGURA 12. INGRESO PROMEDIO POR DECIL Y ZONA.	237
FIGURA 13. AÑOS DE ESTUDIO PROMEDIO POR ZONA Y SEXO.	238
FIGURA 14. AÑOS DE ESCOLARIDAD POR SEXO Y DECIL DE INGRESO.	239
FIGURA 15. TASA DE PARTICIPACIÓN LABORAL POR SEXO Y TOTAL.	240
FIGURA 16. TASA DE OCUPADOS Y DESOCUPADOS EN EL TERRITORIO POR SEXO Y TOTAL.	241
FIGURA 17. NÚMERO DE PERSONAS POR RAMA DE ACTIVIDAD LABORAL.	242
FIGURA 18. UBICACIÓN E HIDROLOGÍA BÁSICA DE LAS CUENCAS.	244
FIGURA 19. RESULTADO DE LA MODELACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA CONSIDERANDO LA TOTALIDAD DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS OTORGADOS.	250
FIGURA 20. CONCENTRACIONES TEÓRICAS DE PLAGUICIDAS EN EL RÍO PETORCA.	258
FIGURA 21. CONCENTRACIONES TEÓRICAS DE PLAGUICIDAS EN EL RÍO LA LIGUA.	259
FIGURA 22. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA COSTERA QUILIMARÍ-PETORCA. .	265
FIGURA 23. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA RÍO PETORCA.	265
FIGURA 24. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA RÍO LA LIGUA.	266
FIGURA 25. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA COSTERA LA LIGUA-ACONCAGUA.	266
FIGURA 26. USOS DE AGUA (M ³ /S) AGROPECUARIO PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA.	267
FIGURA 27. MAPA DE LA SIMULACIÓN DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA EN CHILE PARA EL PERÍODO 2031-2050 Y ESCENARIOS RCP 2.6 Y RCP 8.5.	269
FIGURA 28. MAPAS DE LAS SIMULACIONES DE LOS CAMBIOS PORCENTUALES DE LAS PRECIPITACIONES EN CHILE, GENERADAS EN BASE AL PERÍODO 1061 Y 1990.	270
FIGURA 29. ALGARROBO EN LA CUENCA DEL PETORCA.	281
FIGURA 30. ESPINO EN LA CUENCA DE LA LIGUA, ESTERO LOS ÁNGELES.	281
FIGURA 31. PAISAJE CON VEGETACIÓN SILVESTRE Y CULTIVOS EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.	282
FIGURA 32. <i>LUDWIGIAPEPLODES</i> (PEPINILLO DE AGUA)	282
FIGURA 33. <i>AZOLLAFILICULOIDES</i> (HIERBA DEL PATO)	283
FIGURA 34. RESIDUOS EN EL RÍO LA LIGUA, SECTOR LA LIGUA.	289
FIGURA 35. TRANQUE DE RELAVES (PASIVO AMBIENTAL) EN LA CUENCA RÍO LA LIGUA.	289
FIGURA 36. RÍO PETORCA, RELAVE MINERO (PASIVO AMBIENTAL) Y CULTIVOS DE PALTO CON PENDIENTE A FAVOR DE LA LADERA EN EL SECTOR DE LA LOCALIDAD DE CABILDO.	290
FIGURA 37. CULTIVOS CON PENDIENTE A FAVOR DE LA LADERA.	290
FIGURA 38. EUCALIPTUS EN EL BORDE DEL RÍO PETORCA.	291
FIGURA 39. SITIOS PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN.	291
FIGURA 40. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS VISITADOS EN FICHA DE INSPECCIÓN.	301
FIGURA 41. TOMA MATRIZ ALICAHUE Y TACO EN RÍO.	302
FIGURA 42. MAMPOSTERÍA MATRIZ ALICAHUE.	303
FIGURA 43. CANAL LAS CANCHAS	303
FIGURA 44. CONDUCCIÓN COMUNERO HIERRO VIEJO.	304
FIGURA 45. COMPUERTAS EL ARBOLITO.	304
FIGURA 46. CONDUCCIÓN DESDE TOMA LAS PALMAS	305
FIGURA 47. MARCO PARTIDOR PASANTE HIERRO VIEJO	305
FIGURA 48. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CANALES DE RIEGO DENTRO DEL TERRITORIO DE ESTUDIO.	312
FIGURA 49. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE BOCATOMAS AL INTERIOR DEL TERRITORIO DE ESTUDIO.	316
FIGURA 50. ESTADO TÉCNICO DE LAS BOCATOMAS DEL RÍO LA LIGUA.	317
FIGURA 51. ESTADO TÉCNICO DE LAS BOCATOMAS DEL RÍO PETORCA.	318

FIGURA 52. FICHA EJEMPLO ESTADO DIAGNÓSTICO DE BOCATOMAS, BOCATOMA CANAL LAS PUERTAS RÍO LA LIGUA.	319
FIGURA 53. FICHA EJEMPLO ESTADO DIAGNÓSTICO BOCATOMAS, BOCATOMA CANAL LAS PALMAS, RÍO PETORCA.....	320
FIGURA 54. TRANQUES IDENTIFICADOS EN LAS COMUNAS PERTENECIENTES AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LIGUA Y PETORCA.....	326
FIGURA 55. TRANQUE SANTA JULIA, VISTA ORIENTE.....	327
FIGURA 56. ACUMULADOR INDAP EL SOBRANTE (ALIMENTADO POR CANAL MATRIZ SOBRANTE-CHINCOLO.....	328
FIGURA 57. TRANQUE EL NARANJO	328
FIGURA 58. TRANQUE LA PUNTILLA.....	329
FIGURA 59. BALANCE SUBTERRÁNEO, PROMEDIO PERÍODO 1950-2010, ACUÍFERO RÍO PETORCA.....	330
FIGURA 60. BALANCE SUBTERRÁNEO, PROMEDIO PERÍODO 1950-2010, ACUÍFERO RÍO LIGUA.....	330
FIGURA 61. PRODUCTORES SEGÚN SEXO Y COMUNA (* SUCESIONES, SOCIEDADES Y COMUNIDADES INDÍGENAS).	336
FIGURA 62. PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, PROVINCIAL Y COMUNAL	342
FIGURA 63.DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE PRODUCTIVA CON FRUTALES.	344
FIGURA 64. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE CABILDO.....	346
FIGURA 65. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE PETORCA.....	347
FIGURA 66. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE ZAPALLAR.....	348
FIGURA 67. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE LA LIGUA	349
FIGURA 68. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE PAPUDO.....	350
FIGURA 69.SUPERFICIE BAJO RIEGO PROVINCIAL Y COMUNAL.....	352
FIGURA 70. SUPERFICIE BAJO RIEGO GRAVITACIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL.....	353
FIGURA 71.SUPERFICIE BAJO MICRORIEGO, PROVINCIAL Y COMUNAL	354
FIGURA 72. SECTORES HIDROGEOLÓGICOS DE APROVECHAMIENTO COMÚN EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA	376
FIGURA 73.DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE AUTORIZACIONES DE CAMBIO DE PUNTO DE CAPTACIÓN POR AÑO	384
FIGURA 74. COSTO TOTAL DE LAS OBRAS DE INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE	399

ÍNDICE DE FIGURAS TOMO III

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA PERIODO 2010-2015 INVERSIONES DOH EN APR PROVINCIALES.	427
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA PERIODO 2010-2015 INVERSIONES DOH EN ENCAUZAMIENTO DE CURSOS NATURALES.	427
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA (2010-2015) INVERSIONES DOH EN EMBALSES.	428
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA (2010-2015) INVERSIONES DOH RIEGO.	429
FIGURA 5. INCREMENTO DE LA COLOCACIÓN DE PROYECTOS LEY 18.450 DISTRIBUIDOS POR COMUNA.	430
FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA SUPERFICIE BENEFICADA POR COMUNA	430
FIGURA 7. INVERSIÓN PÚBLICA EN CANALES PARA OUA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450.....	432
FIGURA 8. INVERSIÓN PÚBLICA EN OBRAS DE DRENAJE (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450.....	433
FIGURA 9. INVERSIÓN PÚBLICA EN OBRAS POZOS (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450.....	433
FIGURA 10. INVERSIÓN PÚBLICA EN OBRAS POZOS (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450	435
FIGURA 11. CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS NO ADMITIDOS PARA TECNIFICACIÓN. LEY 18.450.....	436
FIGURA 12. CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS NO SELECCIONADOS PARA OBRAS CIVILES. LEY 18.450.	437
FIGURA 13. CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS RETIRADOS PARA OBRAS CIVILES. LEY 18.450.....	437
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA (2010-2015) INVERSIONES GORE-SEREMI AGRICULTURA.....	438
FIGURA 15. DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN RIEGO ASOCIATIVO POR COMUNA.	439
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN RIEGO INTRAPREDIAL POR COMUNA.	440
FIGURA 17. DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN BONO LEGAL DE AGUAS POR COMUNA.	441
FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN OBRAS MENORES POR COMUNA.....	442
FIGURA 19. INCREMENTO DEL APORTE PRIVADO (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450.....	446
FIGURA 20. INCREMENTO DEL APORTE PRIVADO (UF) POR COMUNA EN PROYECTOS LEY 18.450.....	447
FIGURA 21. UBICACIÓN DE OBRAS DE ACUMULACIÓN POTENCIALES DE REHABILITAR PARA EL RIEGO POR PARTE DE LA DOH.	450
FIGURA 22. ESQUEMA DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE IMAGEN OBJETIVO	464
FIGURA 23. TIPOS DE ACTORES PARTICIPANTES DE LA EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN.....	471
FIGURA 24. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN POR REUNIÓN DE TRABAJO DE IMAGEN OBJETIVO.	472
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN CONVENCIONAL PARA LA CONVOCATORIA.	472
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN DEFINIDA COMO OTRA PARA LA CONVOCATORIA.....	473
FIGURA 27. EVALUACIÓN DEL TIEMPO QUE DURÓ LA REUNIÓN DE TRABAJO	474
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL LUGAR DE LA REUNIÓN DE TRABAJO.	475
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE LA REUNIÓN DE TRABAJO (DÍA Y HORA).	475
FIGURA 30. IMAGEN OBJETIVO RESPECTO DEL AVANCE EN EL MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD Y CALIDAD HÍDRICA.....	486
FIGURA 31. IMAGEN OBJETIVO RESPECTO DE LA PROMOCIÓN DEL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL RIEGO	487
FIGURA 32. IMAGEN OBJETIVO RESPECTO DE PROPICIAR LA PLANIFICACIÓN, INVERSIÓN Y COORDINACIÓN PARTICIPATIVA	489
FIGURA 33. COMPONENTES DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIEGO PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA Y LAS CUENCAS COSTERAS ADYACENTES.....	501
FIGURA 34. CORRESPONDENCIA ENTRE PRIORIZACIÓN TÉCNICA Y PARTICIPATIVA EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA Y LAS CUENCAS COSTERAS LA LIGUA – ACONCAGUA.....	532
FIGURA 35. CORRESPONDENCIA ENTRE PRIORIZACIÓN TÉCNICA Y PARTICIPATIVA EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA Y LAS CUENCAS COSTERAS QUILIMARÍ-PETORCA.....	532
FIGURA 36. CLASIFICADOR DE CANTIDAD DE INICIATIVAS POR ÁREA DE IMPACTO	536
FIGURA 37. EFECTOS ESPERADOS DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN Y RELACIÓN CON LAS LÍNEAS DE ACCIÓN QUE ESTABLECEN LAS DIMENSIONES DE LA IMAGEN OBJETIVO	536
FIGURA 38. DIAGRAMA DE INTEGRACIÓN DE FACTORES ESTRATÉGICOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN	538
Figura 39. METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PGR	539
Figura 40. Visualización de información en plataforma SIG	545

ÍNDICE DE APÉNDICE IMPRESO: MAPAS

MAPA 1. TRANQUES Y EMBALSES.....	1
MAPA 2. BOCATOMAS.....	2
MAPA 3. RED DE CANALES Y OUAAs.....	3
MAPA 4. SECTORES HIDROGEOLOGICOS, CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS Y APR.....	4
MAPA 5 OCURRENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y PRODUCTIVIDAD DE POZOS.....	5
MAPA 6. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS.....	6
MAPA 7. RED HIDROMÉTRICA.....	7
MAPA 8. RED HIDROGRÁFICA.....	8
MAPA 9. PROYECTOS LEY 18.450 1986 A 1990.....	9
MAPA 10. PROYECTOS LEY 18.450 1991 A 2000.....	10
MAPA 11. PROYECTOS LEY 18.450 2001 A 2010.....	11
MAPA 12. PROYECTOS LEY 18.450 2011 A 2015.....	12
MAPA 13. GEOLOGÍA.....	13
MAPA 14. USO DE SUELOS.....	14
MAPA 15. ACTIVIDADES PARTICIPATIVAS Y VISITA A INFRAESTRUCTURA.....	15
MAPA 16. SUBDIVISIÓN DE LOS TERRITORIOS.....	16
MAPA 17. ÁREAS DE BENEFICIO DE EMBALSES DOH.....	17
MAPA 18. ÁREAS DE NO BENEFICIO DE EMBALSES DOH.....	18
MAPA 19. INICIATIVAS.....	19

ÍNDICE DE APÉNDICES DIGITALES (DVD)

APÉNDICE	CARPETAS	CONTENIDOS
1. INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN	1.1 Acto de lanzamiento	1.1.1 Listados de asistencia firmados 1.1.2 Fotografías 1.1.3 Presentaciones
	1.2 Reuniones de trabajo con actores	1.2.1 Listados de asistencia firmados 1.2.2 Fotografías 1.2.3 Presentaciones
	1.3 Talleres de validación ampliada	1.3.1 Listados de asistencia firmados 1.3.2 Fotografías 1.3.3 Presentaciones
	1.4 Acto de cierre	1.4.1 Listados de asistencia firmados 1.4.2 Fotografías 1.4.3 Presentaciones
2. REUNIONES CON ACTORES	2.1 Reuniones	2.1.1 Planilla calendario de reuniones 2.1.2 Pautas de entrevistas
	2.2 Minutas	2.2.1 Minutas firmadas.
3. DIFUSIÓN	3.1 Soportes de difusión	3.1.1 Pendón 3.1.2 Pendón araña 3.1.3 Letrero oficina 3.1.4 Díptico etapa I 3.1.5 Díptico etapa 2 3.1.6 Afiche 3.1.7 Libreta ecológica
	3.2 Medios masivos	3.2.1 Comunicados de prensa 3.2.2 Difusión radial
	3.3 Twits	3.3.1 Manual de Twits 3.3.2 Informe de twits.
	3.4 Imágenes para vídeo	3.4.1 Imágenes para el desarrollo de vídeos
4. DIAGNÓSTICO	4.1 Infraestructura	4.1.1 Fichas de diagnóstico 4.1.2 Fotografías 4.1.3 Mapas 4.1.4 Unifilares
	4.2 Gestión	4.2.1 Análisis de mercado del agua 4.2.2 OUAs 4.2.3 Directorios de organizaciones 4.2.4 Directorio de instituciones 4.2.5 Registros de comuneros
5. SIG	5.1 SIG	5.1.1 Archivos SIG
	5.2 Mapas	5.2.1 Mapas digitales
6. PGR	6.1 Iniciativas	6.1.1 Planilla de priorización de iniciativas.
	6.2 Plan de gestión del riego	6.2.1 Plan de gestión del riego 6.2.2 Fichas de iniciativas

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES (DVD)

ANEXO	CARPETAS	CONTENIDOS
1. DIAGNÓSTICO	1.1 Derechos de aprovechamiento de aguas	1.1.1 Cambios puntos de captación 1.1.2 DAA concedidos 1.1.3 DAA pendientes
	1.2 Infraestructura	1.2.1 Base de datos de infraestructura 1.2.2 Catastro frutícola 1.2.3 Listados de canales 1.2.4 Plan de infraestructura hídrica 1.2.5 Proyectos Ley 18.450.
	1.3 Recursos naturales	1.3.1 Plan Petorca 1.3.2 Análisis de caudales.
	1.4 Cartera de inversión	1.4.1 Inversión pública CNR 1.4.2 Inversión pública SAG 1.4.3 Inversión pública CONAF 1.4.4 Inversión pública INDAP 1.4.5 Análisis temporal de inversión 4.4.6 Convenio GORE-INDAP
2. METODOLOGÍA	2.1 Metodología RAAKS	2.1.1 Manual RAAKS.
	2.2 Género	2.2.1 Guía género CNR.

4. RESULTADOS DE LA ETAPA II: DIAGNÓSTICO O SITUACIÓN BASE

4.1. Descripción general de las cuencas

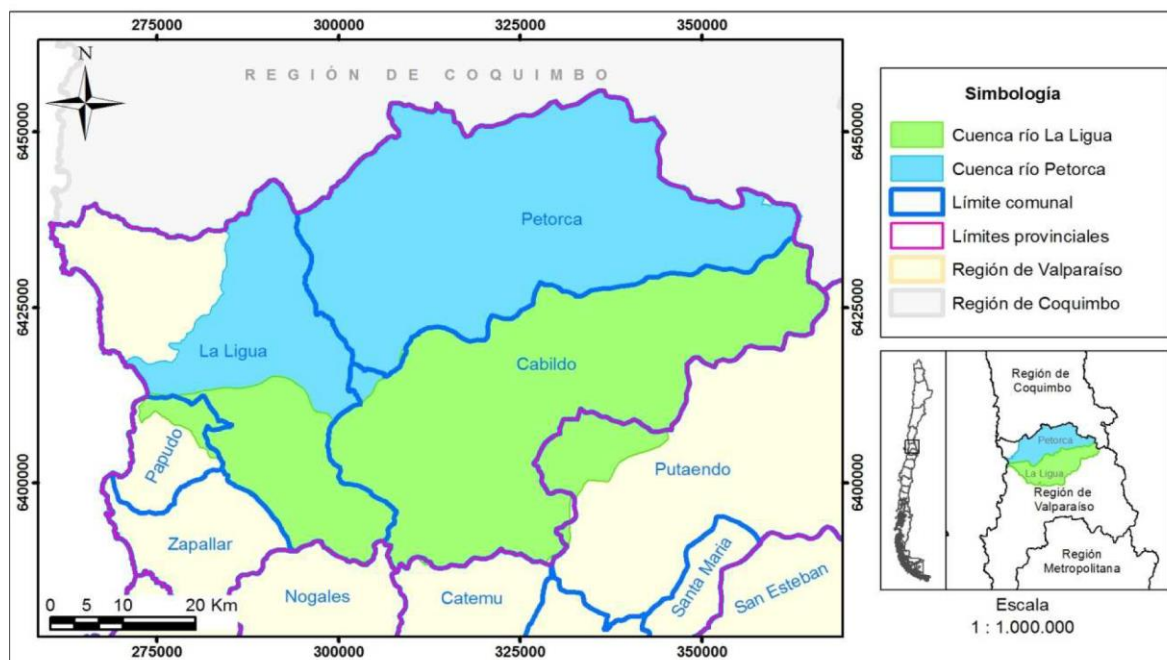
De acuerdo con el numeral 6.3 de las bases técnicas de la licitación pública, "en la descripción general de las cuencas, se deberán considerar los principales atributos de clima, suelos, precipitaciones y otros indicadores relevantes, junto con los antecedentes de población. Esta información deberá considerar la información más actualizada de Censos y otros documentos oficiales".

En ese sentido, se tomaron como base una serie de informes técnicos que aparecen citados en los respectivos acápite y luego detallados en la bibliografía del informe.

4.1.1. Aspectos generales

El territorio en estudio abarca las cuencas hidrográficas de los ríos La Ligua y Petorca; y las cuencas costeras Quilimarí-Petorca y La Ligua-Aconcagua.

Desde un punto de vista administrativo, abarca a la provincia de Petorca y una parte de la provincia de San Felipe de Aconcagua (ver Figura 1).



Fuente: D.G.A. 2012.

FIGURA 1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL TERRITORIO



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 2. IMAGEN SATELITAL DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA.

Los ríos Petorca y La Ligua nacen en la pre cordillera andina y drenan superficies de aproximadamente 1.986 km² y 1.980km² respectivamente y poseen longitudes de sus cauces principales de 76 km. en el caso del río Petorca y 106 Km. en el caso del río La Ligua. Por su similar orientación y área, estas cuencas son consideradas gemelas.

El río Petorca confluye al río La Ligua en la Bahía del mismo nombre, justo antes de tributar al Océano Pacífico. Cabe destacar que el trazado del río La Ligua continúa en el lecho marino en la forma de un cañón submarino que desemboca en la Cuenca Valparaíso que es una llanura submarina ubicada a 2.400 metros de profundidad (Figura 2).

La cuenca hidrográfica del río Petorca se inicia a 2.800 m.s.n.m. con el nombre río Sobrante. Al unirse al principal afluente, el estero Chalaco a la altura del pueblo de Chincolco, pasa a denominarse río Petorca. Luego de un recorrido de 100 km. desemboca en el mar, en el sector denominado Las Salinas de Pullally, cerca de la desembocadura del río La Ligua.

El sistema hidrológico del río Petorca está integrado, además del río Sobrante y el Estero Chalaco, por el estero Las Palmas frente al pueblo de Pedegua y la Quebrada la Chicharra, a 19 km. antes de la desembocadura.

La cuenca hidrográfica del río La Ligua se inicia a 4.100 m.s.n.m. con el nombre de río Alicahue, y en el sector medio de la cuenca se junta con el Estero los Ángeles.

Algunos Kilómetros aguas arriba del pueblo de Cabildo, pasa a denominarse río La Ligua. Finalmente, desemboca en el mar en el sector denominado Las Salinas de Pullally, después de 90 km. de recorrido.

El sistema hidrológico del río La Ligua lo integran el estero Los Ángeles, las quebradas la Patagua y del Pobre de la ciudad de La Ligua y el estero Jaururo en las cercanías del cruce con la carretera Panamericana (DGA, 2006).

Por su parte, las cuencas costeras Quilimarí-Petorca y La Ligua Aconcagua corresponden a cuencas endorreicas que se ubican entre las cuencas hidrográficas del río Quilimarí y Petorca; y La Ligua y Aconcagua, respectivamente.

4.1.2. Clima

La zona de estudio se caracteriza por condiciones semiáridas que determinan fuertemente el desarrollo de actividades productivas basadas en la utilización de recursos hídricos. A su vez, los caudales moderados siguen un régimen mixto (nivo-pluvial) que define las posibilidades de aprovechamiento de agua a ciertos períodos del año.

Los climas que se distinguen en el territorio bajo estudio corresponden a: Estepa Cálido y Frío de altura en la Cordillera de los Andes (DGA, 2004).

Clima de Estepa Cálido:

Se desarrolla prácticamente en toda la cuenca de los ríos La Ligua y Petorca. Su característica principal es la escasa humedad atmosférica, cielos despejados y luminosidad alta, fuerte oscilación térmica diaria y temperaturas media anuales de 14,6° C. Las precipitaciones alcanzan de 150 a 200 mm al año.

Los montos de precipitación media anual registrados en el sector costero alcanzan valores aproximados de 188 mm/año y temperaturas de 14,6°C. Por efectos del relieve, en el sector centro de la cuenca (Cabildo), se presentan áreas de menor sequedad y montos mayores de precipitación (300 mm/año). En sectores más elevados, las precipitaciones alcanzan valores de 248 mm/año y temperaturas medias anuales de 16°C.

Clima frío de altura:

El Clima Frío de Altura, se localiza en la cordillera de los Andes por sobre los 3.000 metros de altura. Las bajas temperaturas y las precipitaciones sólidas, caracterizan este tipo climático, permitiendo la acumulación de nieve y campos de hielo de tipo permanentes en cumbres y quebradas de la alta cordillera.

Clima templado de tipo mediterráneo costero:

Se presenta en las cuencas costeras de la zona de estudio y su influencia llega hasta el interior por medio de los valles. Las variaciones de temperaturas son menores por el influjo del océano, siendo más parejas durante el año con un promedio anual de 14°.

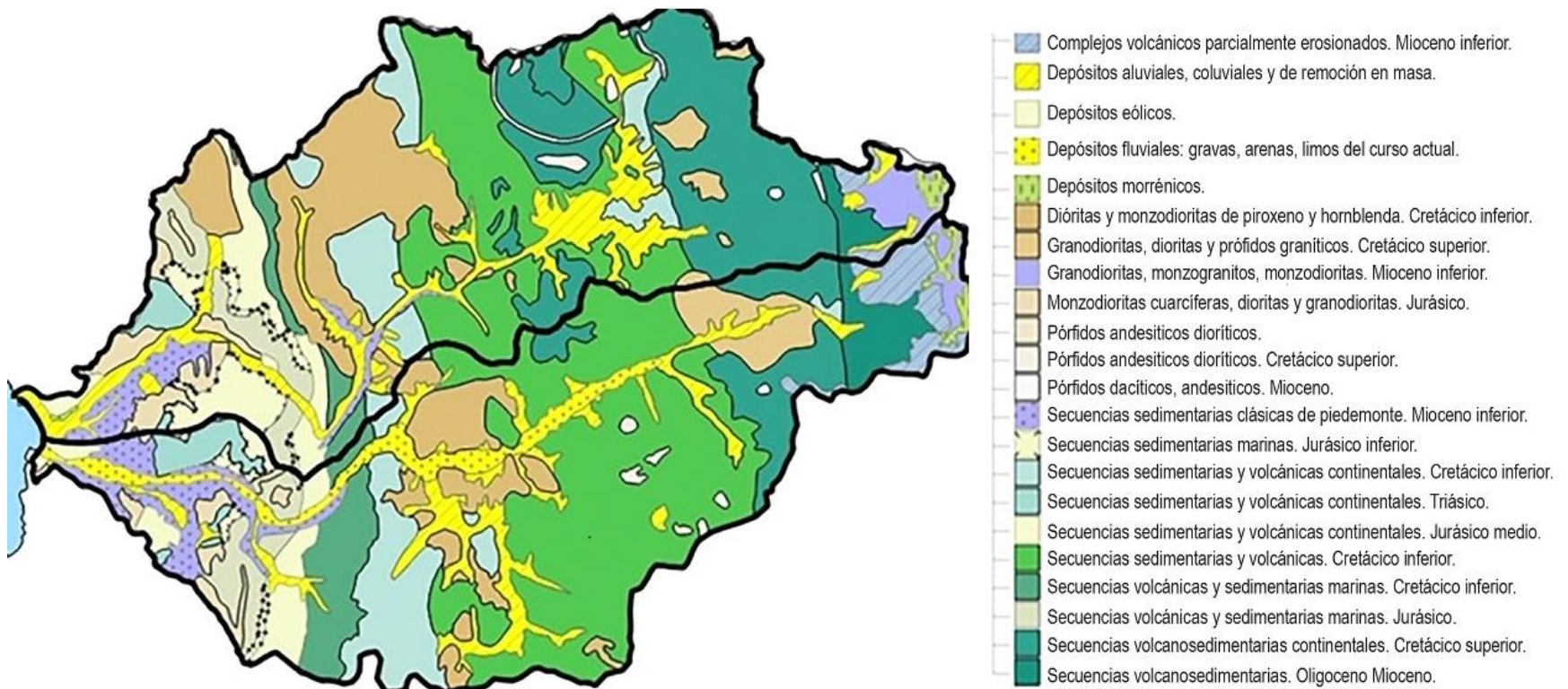
Finalmente se destaca que la evapotranspiración potencial del sector centro de las cuencas es de 1.500 mm/año y en los sectores altos alcanza los 1.950 mm/año. (DGA, 2004).

4.1.3. Geomorfología, geología y suelos

En el territorio bajo estudio existen secuencias de unidades geológicas que siguen el patrón regional, definido por la existencia de unidades geológicas orientadas en el sentido nort-sur, formadas por rocas sedimentarias y volcánicas que tienen antigüedades desde el Triásico al Pleistoceno y que son atravesadas por los cauces superficiales, los que a su vez están rellenos por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos (ver Figura 3).

Desde el punto de vista hidrogeológico, en la mayor parte del territorio existen formaciones de roca asociadas a bajos valores de permeabilidad. En el valle de los esteros se presentan rellenos permeables que forman acuíferos, ubicados alrededor del cauce del río Petorca y en la desembocadura. En el valle, se presenta un acuífero libre que se desarrolla prácticamente a lo largo de todo el valle principal del río Petorca. Los rellenos, de espesores variables entre 8 a 25 metros, están constituidos por sedimentos granulares, desde bolones hasta arenas finas, con frecuente presencia de estratos de arcilla (Figura 8).

En este sector de valles transversales, los terrenos agrícolas están constituidos por terrazas aluviales formados por sedimentos gruesos (bolones, gravas y arenas) procedentes de la erosión de la cadena andina. Su litología dominante es volcánica y plutónica intermedia, con participación menor de rocas sedimentarias. Los suelos presentan un mayor grado de desarrollo, clasificándose principalmente como Aridisoles y en la parte sur como Alfisoles.



Fuente: SERNAGEOMIN, citado por DGA, 2015.

FIGURA 3. PLANO GEOLÓGICO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA LIGUA Y PETORCA.

4.1.4. Precipitaciones

En el territorio, las precipitaciones son originadas por sistemas frontales provenientes desde el Sur y se concentran entre los meses de abril a octubre. La Dirección General de Aguas posee 12 estaciones pluviométricas en la cuenca, de las cuales se consideraron 11 para este informe (Tabla 11).

La estación Río Petorca en Peñón o río Viejo no fue considerada ya que posee un registro de datos inferior a 20 años. En este sentido, todas las estaciones utilizadas poseen datos al menos desde el año 1986 a la fecha. Aquellas estaciones donde no existían datos fueron rellenadas usando correlaciones con los datos medidos en la estación El Salvador ubicada en la confluencia del río Petorca con el estero Las Palmas.

Como se puede observar en la Tabla 1, las precipitaciones medias anuales para el período comprendido entre los años 1986 y 2012 varían entre 200 y 278 mm al año. Bajo este punto de vista, la variabilidad espacial de precipitación no es muy significativa y para efectos de este estudio se puede considerar una precipitación media de aproximadamente 250 mm por año en la parte baja de la cuenca.

Cabe destacar que según el Balance Hídrico Nacional (DGA 1985) en la parte alta de la cuenca la precipitación media anual alcanza a los 750 mm/año.

La Figura 4 presenta la variación de la precipitación anual registrada en la estación El Salvador, en ella se puede apreciar que los únicos años lluviosos de ese período fueron 1987, 1997 y 2002, y que después de ese último año no se registran años lluviosos en la cuenca.

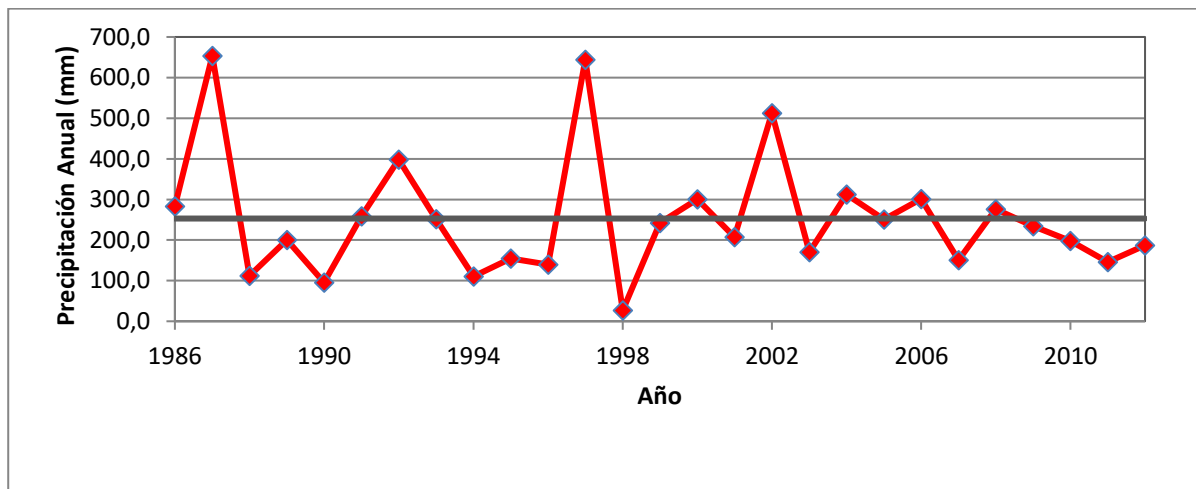
De hecho, desde el año 2006 al 2012 apenas la precipitación alcanzó el promedio histórico el año 2008.

Esta condición de déficit de precipitaciones ha causado una excesiva demanda de aguas subterráneas para cubrir las necesidades de riego.

TABLA 1. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS QUE POSEE LA DGA EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

Estación	Coordenadas UTM		Cota	Precipitación Media anual (mm)
	Norte	Este		1986-2012
El Trapiche	6.432.887	338.866	1.180	254
Pedernal	6.448.825	330.115	1.100	274
Chalaco	6.437.764	331.872	880	232
El Sobrante	6.433.051	331.897	810	202
Frutillar	6.440.339	308.556	780	278
Palquico	6.429.484	298.523	450	264
Hierro Viejo	6.427.210	311.657	440	200
El Salvador	6.423.711	304.239	340	253
Artificio	6.414.199	303.116	250	265
Las Colmenas	6.423.216	288.861	80	250
Longotoma	6.413.583	276.590	20	266

Fuente: DGA, 2015.



Fuente: DGA, 2015.

FIGURA 4. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN EL SALVADOR (RÍO PETORCA).

Por su parte, en la cuenca del río La Ligua, la Dirección General de Aguas posee 12 estaciones pluviométricas, de las cuales se consideraron 8 para este informe (Tabla 12). Las estaciones El Cobre, Los Cardos, La Achupalla y Río Alicahue en Colliguay, no se consideraron por estar suspendidas o tener un período inferior a 20 años de registros. Todas las estaciones utilizadas poseen datos al menos desde el año 1986 a la fecha. Aquellas estaciones donde no existían datos fueron rellenadas usando correlaciones con los datos medidos en la estación Alicahue.

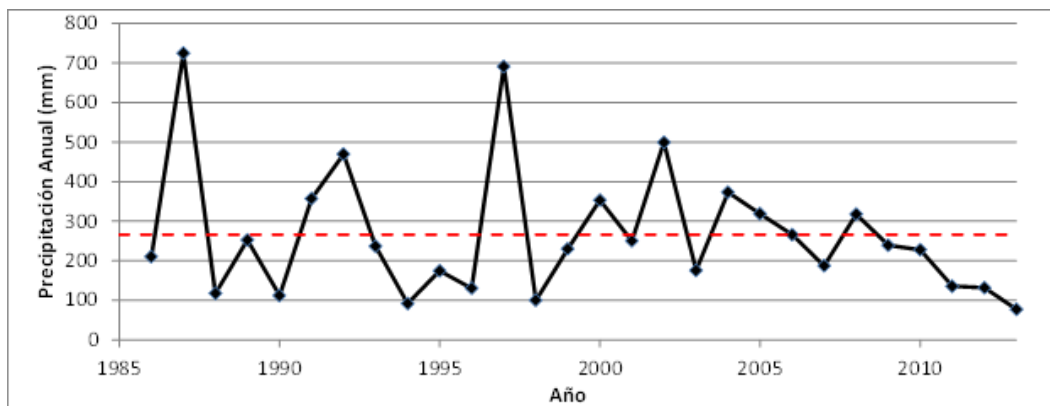
Como se puede observar en la Tabla 2, las precipitaciones medias anuales para el período comprendido entre los años 1986 y 2012 varían entre 253 y 319 mm al año. Bajo este punto de vista, la variabilidad espacial de precipitación no es muy significativa y para efectos de este estudio se puede considerar una precipitación media de aproximadamente 273 mm por año en la parte baja de la cuenca. Cabe destacar que según el Balance Hídrico Nacional (DGA 1985) en la parte alta de la cuenca la precipitación media anual alcanza a los 750 mm/año

La Figura 5 presenta la variación de la precipitación anual registrada en la estación Alicahue, en ella se puede apreciar que los únicos años lluviosos de ese período fueron 1987, 1997 y 2002, y que después de ese último año sólo se registró como año lluvioso el 2004. De hecho, desde el año 2007 al 2013 apenas la precipitación alcanzó el promedio histórico el año 2008. Esta condición de déficit de precipitaciones ha causado una excesiva demanda de aguas subterráneas para cubrir las necesidades de riego.

TABLA 2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS QUE POSEE LA DGA EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

Estación	Coordenadas UTM		Cota	Precipitación Media anual (mm)
	Norte	Este		1986-2012
La Mostaza	6.411.865	341.945	1.200	290
Alicahue	6.420.380	335.037	750	266
Mina Cerro Negro	6.392.967	324.533	650	294
La Viña	6.410.660	319.780	370	237
Las Pataguas	6.398.391	300.007	350	319
Las Puertas	6.404.043	318.463	350	243
Chacrilla	6.410.346	306.249	290	253
Valle Hermoso	6.408.901	292.532	80	286

Fuente: DGA, 2015.



Fuente: DGA, 2015.

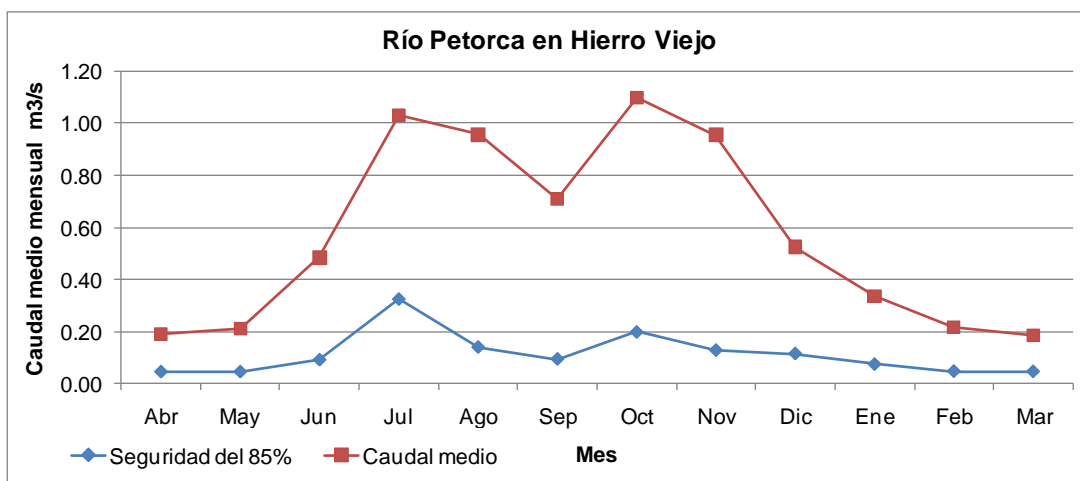
FIGURA 5. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN ALICAHUE (RÍO LA LIGUA).

4.1.5. Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Caudales

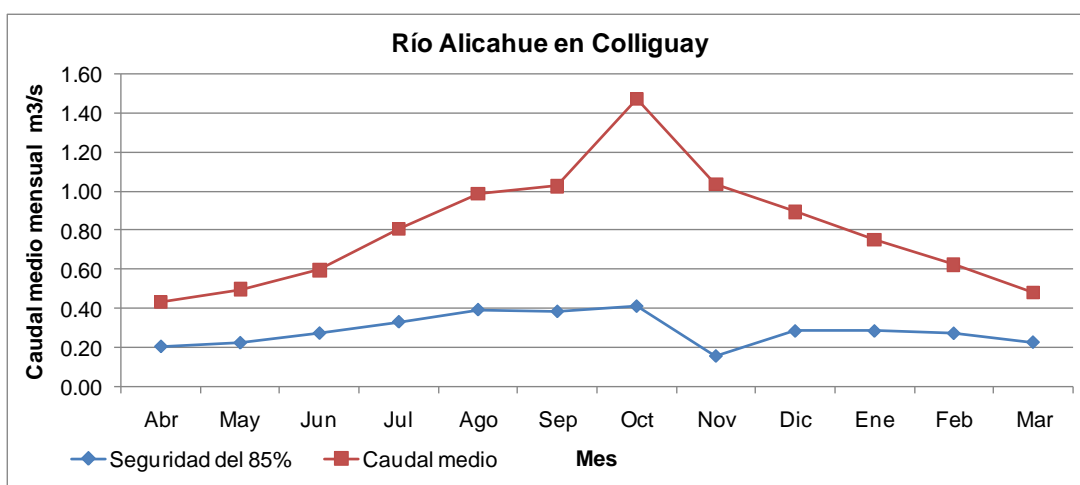
El Río Petorca presenta un régimen nivo-pluvial con valores de caudales similares durante los meses de invierno y deshielo (ver Figura 6). Como la cuenca fue severamente afectada por la sequía de la temporada de riego 2008-2009, se ha acentuado la petición de construir un embalse, ante lo cual el Estado se encuentra realizando los estudios de factibilidad para la construcción del embalse Las Palmas con un volumen de acumulación de 55 millones de m³ y una superficie beneficiada de 3.800 ha. También se encuentra proyecta la construcción del embalse Pedernal (al 2015-2020), con una capacidad de 31 millones de m³ que beneficiaría una superficie de 1.800 ha.

Por su parte, el Río La Ligua, en la parte alta presenta un régimen nival con importantes valores de caudales durante los meses de deshielo. En la parte baja de la cuenca, el sistema hidrológico recibe aportes pluviales, que generan un mayor caudal en invierno, lo que se aprecia en las Figuras 7 y 8. Como la cuenca del Ligua fue severamente afectada por la sequía desde 2007, se ha acentuado la petición de construir un embalse en la cuenca. Frente a esta necesidad, el Estado se encuentra realizando los estudios de factibilidad para la construcción del embalse Los Ángeles, con una capacidad de acumulación de 50 millones de m³ que beneficiaría a una superficie de 3.500 ha. También se proyectaría la construcción del embalse Alichahue (al 2015-2020), el cual tendría una capacidad de 56 millones de m³ y beneficiaría a 2.300 ha.



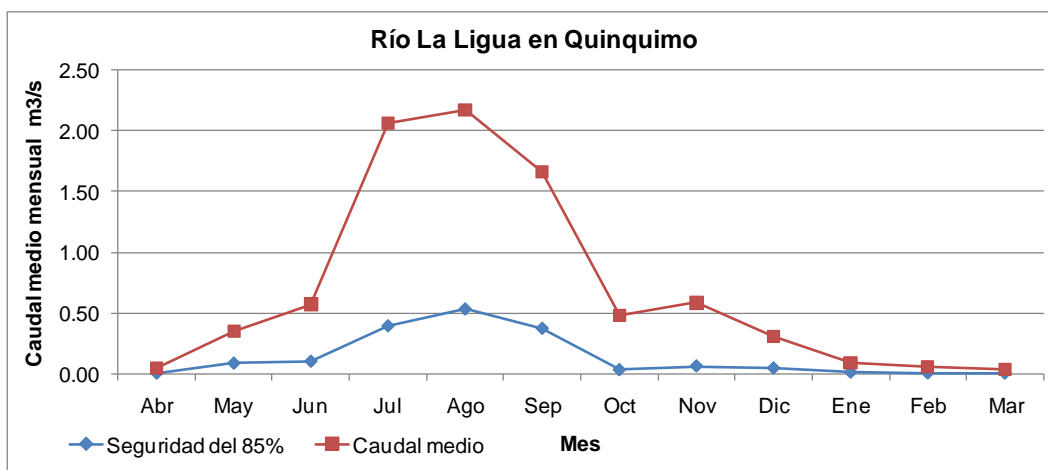
Fuente: DGA, 2015

FIGURA 6. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO PETORCA EN HIERRO VIEJO.



Fuente: DGA, 2015.

FIGURA 7. CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO ALICAHUE, SECTOR COLLIGUAY.



Fuente: DGA, 2015.

FIGURA 8. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL RÍO LA LIGUA, SECTOR QUINQUIMO.

Hidrogeología

La cuenca del río Petorca presenta un acuífero libre, no confinado, de espesor medio no mayor a 10 m que varía entre 8 a 30 m de profundidad, y se desarrolla desde la confluencia de los ríos Pedernal y Sobrante, aguas arriba de Los Comunes y Chicolco, hasta aproximadamente 6 km aguas debajo de Trapiche de Longotoma. Este acuífero está formado por material grueso del tipo gravas y arenas con un material variable limo-arcilloso. Aguas abajo de Longotoma, aparece una secuencia de material fino sobre formaciones de material granular de tamaño medio a grueso, por lo que se detecta la aparición de un acuífero confinado, reconocido a partir de los 30 m de profundidad. El resto de la cuenca no presenta ocurrencia significativa de aguas subterráneas puesto que la permeabilidad es nula o muy baja, con la excepción de pequeñas quebradas o vertientes que existan y que drenan hacia el valle.

Se destaca que, debido al escaso grosor del acuífero libre y su alta permeabilidad, concentrada en la porción superior de la formación, existe una alta interacción entre aguas superficiales y subterráneas. Esta interacción se manifiesta en rápidas respuestas de los niveles de aguas subterráneas a las variaciones de escorrentía superficial, y a la existencia de numerosas vertientes en los mismos cauces de los ríos. La recarga del acuífero no confinado está ligada a los caudales del río Petorca, a la descarga de sus afluentes y aportes desde quebradas adyacentes. El régimen hidrológico del valle es de carácter nivo-pluvial. Cabe destacar que, en la zona confinada, el acuífero Petorca interactúa con el acuífero del río La Ligua, el cual se confina a partir de la localidad del mismo nombre hasta su extremo Oeste donde confluyeron el acuífero del río Petorca. En la Figura 9 se ilustra la ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca de ambos ríos.

Se puede observar que en el extremo este de la cuenca del río Petorca existen estratos geológicos de baja permeabilidad y un área de menor magnitud con alta permeabilidad localizada en el sector bajo del río Pedernal en el sector de Calle Larga y otra en el sector de Petorca. La Cordillera de la Costa presenta una muy baja permeabilidad, mientras que la depresión intermedia presenta

valles con permeabilidades mayores en las cercanías al río Petorca al igual que en el borde costero. Por lo tanto, las áreas en las que ocurre el agua subterránea se ubican mayoritariamente alrededor del cauce del río Petorca y su desembocadura, así como también en las partes bajas de los ríos Pedernal y Sobrante.

Por su parte, en el caso del río La Ligua, se observa en el extremo este de la cuenca existen estratos geológicos de baja permeabilidad formados por rocas metamórficas sedimentarias y un área de menor magnitud con alta permeabilidad localizada en el sector confluencia de la quebrada La Cerrada con el río Alicahue, donde comienza la zona de interés hidrogeológico. La cordillera de la costa presenta una muy baja permeabilidad, mientras que la depresión intermedia presenta valles con permeabilidades mayores en las cercanías al río La Ligua al igual que en el borde costero. Consecuentemente, la ocurrencia de aguas subterráneas es mayoritariamente alrededor del cauce del río La Ligua y su desembocadura.

En la cuenca del río La Ligua, el agua subterránea ocurre a lo largo de sedimentos aluviales que rellenan el valle, siguiendo la dirección de la pendiente del terreno, por lo que su trayectoria es Noreste-Suroeste hasta su punto de interacción con el acuífero Petorca y posterior descarga al mar. En general, con excepción del estero Los Ángeles, los depósitos de los cursos tributarios presentan propiedades hidrogeológicas muy inferiores a las del cauce principal. La base de la formación corresponde a material rocoso impermeable. El valle presenta interés hidrogeológico a partir de la confluencia de la quebrada La Cerrada con el río Alicahue, en donde existe un acuífero libre de un espesor medio no mayor a 15 m. Bajo dicho estrato se desarrolla hasta la roca basal una secuencia de materiales finos, principalmente arcillas de muy baja producción de aguas subterráneas.

El escaso espesor y una permeabilidad alta concentrada en la parte superior de la formación, hacen del acuífero un sistema íntimamente ligado al río, dependiendo altamente de los recursos que éste posea. Esta interacción regula los flujos de recargas y descargas a lo largo del valle. Estas características manifiestan una reducida capacidad de regulación del sistema, que se manifiesta en rápidas respuestas de los niveles de aguas subterráneas a las variaciones de escorrentía superficial, y a la existencia de numerosas vertientes en los mismos cauces de los ríos, lo cual permite el curso natural de aguas.

Puesto que el régimen hidrológico del valle es de carácter nivo-pluvial, la recarga del acuífero no confinado está ligada a los caudales del río La Ligua, sus afluentes y aportes desde quebradas adyacentes. Cabe destacarse que en acuífero La Ligua presenta una zona confinada aguas debajo de Pullally, en la cual interactúa con el acuífero del río Petorca antes de que ambos descarguen al mar. Sobre la base de lo anterior, los recursos subterráneos de los ríos Petorca y La Ligua podrían considerarse como un solo sistema hídrico interconectado aguas debajo de Longotoma y La Ligua.



Fuente: DGA, 2015.

FIGURA 9. OCURRENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL TERRITORIO.

4.1.6. Características productivas

La agricultura es la principal actividad productiva del territorio, alberga la mayor cantidad de ocupados en la zona (24% de los ocupados, seguida por cerca de un 23% en la rama de servicios sociales, comunales y personales), y ocupa una gran extensión de superficie en el área de estudio, siendo de 12.050 ha en cuenca de río Petorca y 15.860 ha en cuenca del río La Ligua (D.G.A., 2012).

Luego de la agricultura, la actividad minera es la segunda en importancia, destacando la explotación de concentrado de Cobre y Oro. Además, posee importantes reservas de recursos no metálicos como: Caolín, Feldespato, Cuarzo, Carbonato de Calcio, Calizas y piedras marmóreas de carácter ornamental.

En la actualidad la agricultura se encuentra utilizando no solamente sectores planos en fondos de valles sino también áreas considerables en laderas de cerros, en ocasiones en bastante inclinación (2.070 hectáreas en cuenca de río La Ligua y 1.010 hectáreas en cuenca de río Petorca se encuentran en terrenos con pendientes mayores a 22%). Este hecho en muchos casos se realiza con prácticas agronómicas como el cultivo en camellones en el sentido de la pendiente, los que representan alto riesgo de erosión hídrica.

Esta situación implica, por un lado, un aumento en la presión sobre los recursos hídricos, que se ha intensificado a lo largo de los años producto del aumento de la superficie de cultivo del palto, sobretodo en laderas de cerro. A lo anterior se debe sumar el hecho de que, para maximizar la producción de este frutal, es necesario tecnificar el riego y aumentar su nivel de eficiencia que hoy es de un 72% en la provincia de Petorca (DGA, 2012).

Debido al largo período de sequía en la Provincia de Petorca es que actualmente las aguas superficiales sólo alcanzan a utilizarse en las zonas altas de la cuenca, lo que implica que las actividades productivas y el consumo humano, se abastezcan principalmente de las aguas subterráneas.

Según la DGA (2012) el uso de las aguas en el acuífero de la cuenca de Petorca, un 86% lo extrae la agricultura y un 7% el agua potable, mientras que, del uso de las aguas subterráneas del acuífero de La Ligua, un 77% es extraído por la agricultura y un 15% por el agua potable. No se debe dejar de lado que ambos acuíferos han sido decretados como área de restricción, es decir, que su condición base es de sobreexplotación.

Esta situación ha conducido entonces, a que en algunos sectores de las comunas del área de estudio el agua potable sea suministrada a través de camiones aljibes, como es el caso de Artificio, San José, Alicahue y los Molinos, debido a que los pozos de extracción no son capaces de entregar el agua necesaria para satisfacer esta demanda. Los agricultores, por su parte, han debido reducir la producción de sus cultivos producto de la falta de agua para riego.

Según el Plan Petorca (2013), la situación de sequía y sus efectos en el territorio son los siguientes.

Cabildo: disminución de producción de porotos, pimientos, maíz, flores, disminución de rendimientos de papas, daño estructural en paltos y disminución de recursos forrajeros en praderas naturales y muerte de ganado.

La Ligua: alto porcentaje de pérdidas de producción de hortalizas y de frutales. En Longotoma Costa la falta de alimentación y agua para animales ha causado una reducción de la ganadería, del mismo modo en el rubro apícola la falta de alimento asociado a la disminución de la floricultura y la falta de agua ha causado daño en colmenares. También se ha detectado muerte de cabras por frío y poco crecimiento de forraje aumentando los costos de alimentación.

Petorca: reducción de producción de tomates bajo plástico, falta de alimento y muerte de animales en ganado caprino, bovino, ovino o equino, agravado por el daño de predadores como puma o zorros. Pérdida de árboles o de fruta cuajada en paltos, pérdida de producción de miel en colmenas con menor abastecimiento de alimentos y dificultades de crecimiento en nuevos núcleos apícolas con muerte de colmenas en cajones.

4.1.7. Antecedentes demográficos

Para el presente análisis se utilizó la base de datos CASEN en su versión 2013 mediante el paquete estadístico para las ciencias sociales, SPSS en su versión 21.0.

Por su parte se consideraron las comunas que componen el territorio, estas son: Petorca, Papudo, Zapallar, La Ligua y Cabildo.

Descripción demográfica

La población del territorio consta de un total de 82.333 habitantes. La mayoría de los habitantes del territorio se concentra en la comuna de La Ligua, la cual alberga al 46,8% del total de habitantes como se observa en la Tabla 3.

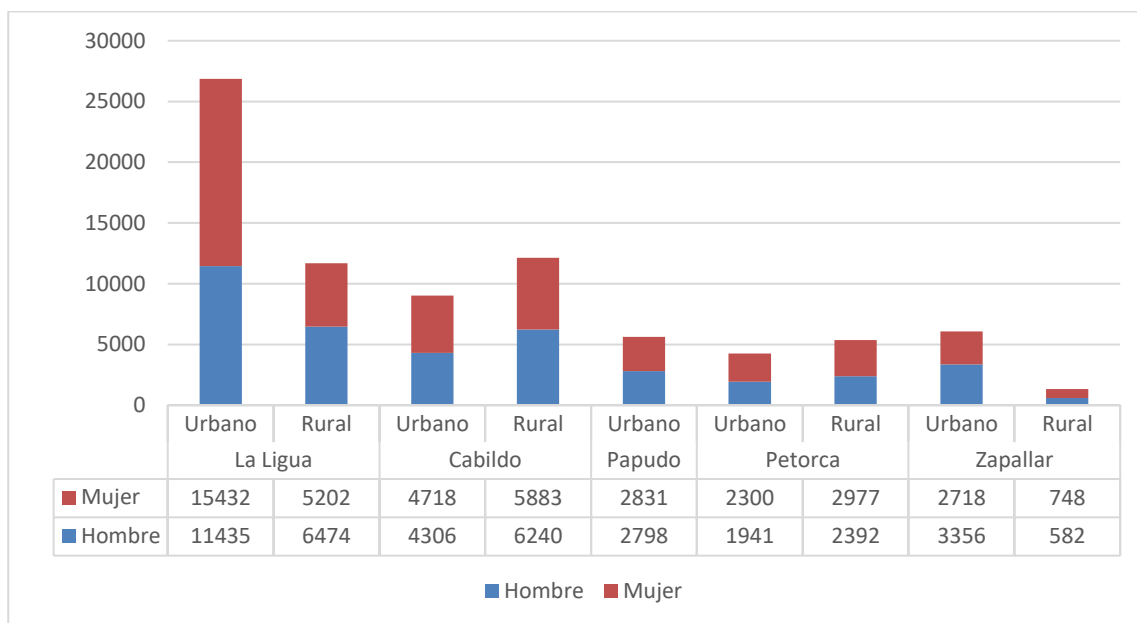
TABLA 3. NÚMERO DE HABITANTES Y PORCENTAJES POR COMUNA.

Comuna		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	La Ligua	38.543	46,8	46,8	46,8
	Cabildo	21.147	25,7	25,7	72,5
	Papudo	5.629	6,8	6,8	79,3
	Petorca	9.610	11,7	11,7	91,0
	Zapallar	7.404	9,0	9,0	100,0
	Total	82.333	100,0	100,0	

Fuente: CASEN, 2013.

Al analizar la población por sexo observamos que en el territorio existe una mayoría de mujeres, tal como se puede observar en la Figura 10. La tasa de femineidad calculada es de 108,3 mujeres por cada 100 hombres lo que corresponde a un 52% de mujeres y a un 48% de hombres.

Es importante señalar que la base de datos CASEN 2013 no reportó población rural para la comuna de Papudo. Pese a lo anterior el CENSO del año 2002 informa que, en la comuna, el 5,8% de la población correspondía a población rural mientras que el 94,2% de la población de la comuna correspondía a población urbana.



Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 10. POBLACIÓN POR ZONA, SEXO Y COMUNA.

En términos de zona de residencia de la población se observa que en el territorio existe una mayoría urbana frente a la rural. Así el 63% de la población vive en zonas urbanas mientras que el 37% vive en zonas rurales lo que es posible observar en la Figura 10 y en detalle en la Tabla 4.

TABLA 4. NÚMERO DE HABITANTES POR ZONA DE RESIDENCIA Y SEXO.

Comuna		Sexo		Total
		Hombre	Mujer	
La Ligua	Urbano	11.435	15.432	26.867
	Rural	6.474	5.202	11.676
Cabildo	Urbano	4.306	4.718	9.024
	Rural	6.240	5.883	12.123
Papudo	Urbano	2.798	2.831	5.629

Petorca	Urbano	1.941	2.300	4.241
	Rural	2.392	2.977	5.369
Zapallar	Urbano	3.356	2.718	6.074
	Rural	582	748	1.330
Total	Urbano	23.836	27.999	51.835
	Rural	15.688	14.810	30.498
Porcentaje	Urbano	29%	34%	63%
	Rural	19%	18%	37%

Fuente: CASEN, 2013.

Análisis socioeconómico

Al analizar los niveles socioeconómicos en el territorio obtenemos que los menores niveles de pobreza se encuentran en las comunas de Papudo, La Ligua y Cabildo.

Al comparar las comunas que pertenecen al territorio con el resto del país observamos que, proporcionalmente, el territorio se caracteriza por poseer un mayor nivel de pobres no extremos como se observa en la Tabla 5.

TABLA 5. PORCENTAJE DE HABITANTES DEL TERRITORIO Y NACIONAL SEGÚN SITUACIÓN.

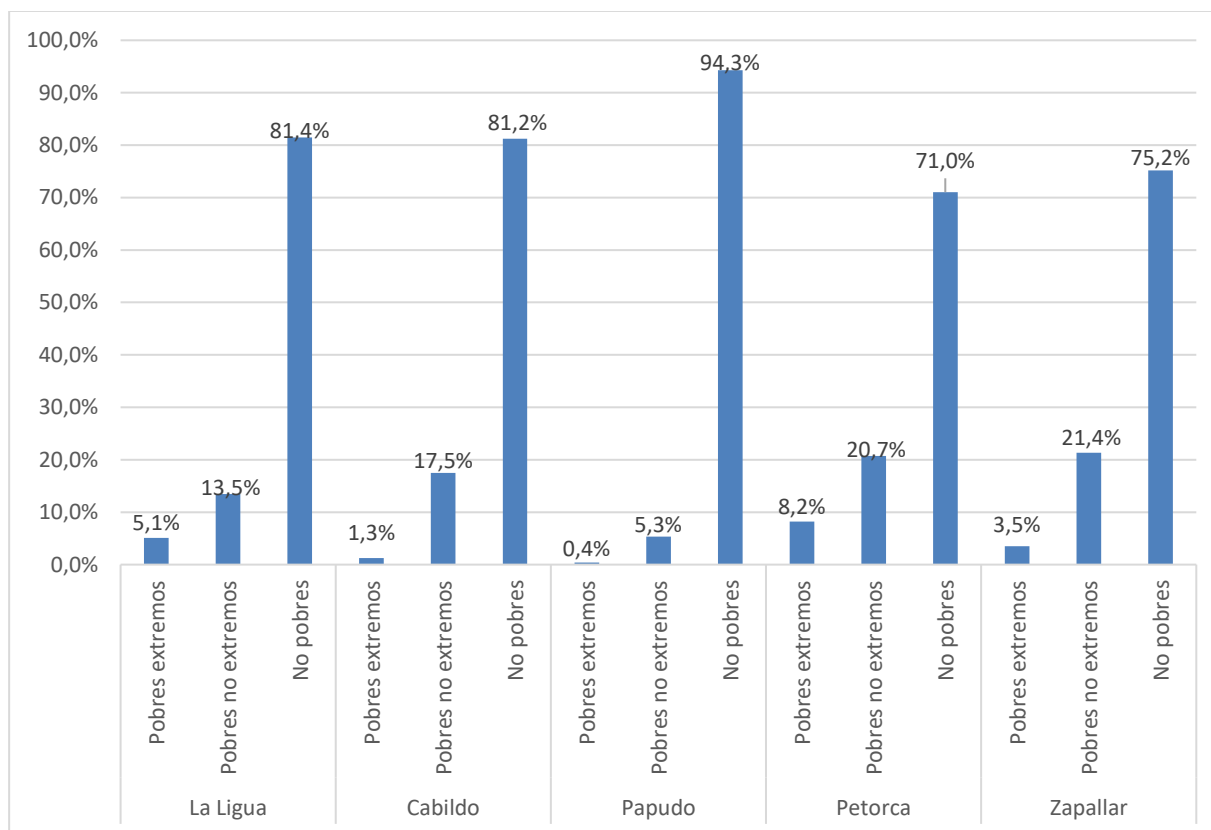
Territorio	Situación de pobreza			Total
	Pobres extremos	Pobres no extremos	No pobres	
Comunas que pertenecen al territorio	4,0%	15,5%	80,5%	100,0%
Comunas que no pertenecen al territorio	4,5%	9,8%	85,7%	100,0%

Fuente: CASEN, 2013.

Respecto de lo anterior es necesario indicar que para incluir a la población en alguna de las categorías de pobreza o no pobreza se utilizó la caracterización de pobreza multidimensional incluido en la CASEN 2013 el cual incluye los ingresos, pero a su vez dimensiones como la salud, la educación y la vivienda.

En la Figura 11 se muestran los niveles de pobreza por cada una de las comunas.

En cuestiones de ingreso se analizó el territorio en base a deciles de ingreso. En la Tabla 6 se presenta el total de la población del territorio por decil autónomo regional: la frecuencia y porcentajes de la misma, el ingreso promedio per cápita del hogar por decil y los ingresos máximos y mínimos de cada decil.



Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 11. SITUACIÓN DE POBREZA POR COMUNA.

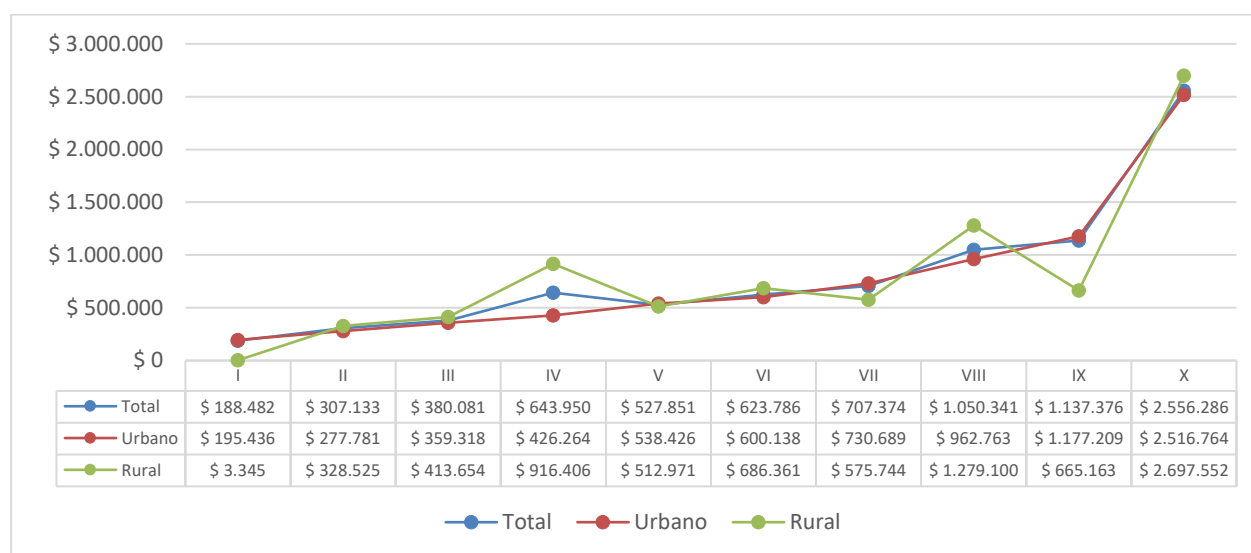
TABLA 6. POBLACIÓN DEL TERRITORIO POR DECIL AUTÓNOMO REGIONAL.

Decil autónomo regional						
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Media	Mínimo	Máximo
I	9.134	11%	11,1%	\$ 188.482	\$ 6.667	\$ 330.793
II	13.196	16%	27,1%	\$ 307.133	\$ 115.500	\$ 602.058
III	13.268	16%	43,2%	\$ 380.081	\$ 84.672	\$ 804.102
IV	12.663	15%	58,6%	\$ 643.950	\$ 102.000	\$ 1.824.142
V	7.912	10%	68,2%	\$ 527.851	\$ 125.000	\$ 1.270.000
VI	8.572	10%	78,6%	\$ 623.786	\$ 156.000	\$ 1.752.281
VII	7.729	9%	88,0%	\$ 707.374	\$ 200.000	\$ 1.164.634

VIII	5.689	7%	94,9%	\$ 1.050.341	\$ 220.000	\$ 2.152.029
IX	3.278	4%	98,9%	\$ 1.137.376	\$ 300.000	\$ 1.793.333
X	892	1%	100,0%	\$ 2.556.286	\$ 640.000	\$ 3.815.019
Total	82.333	100,0	100,0	\$ 558.056	\$ 6.667	\$ 3.815.019

Fuente: CASEN, 2013.

Al observar los ingresos per cápita por hogar diferenciados por zona rural o urbana obtenemos que, en la mayoría de los deciles, el ingreso es mayor en las áreas rurales que en las urbanas, a excepción del V quintil y el VII quintil, lo que se observa en la Figura 12.



Fuente: CASEN, 2013.

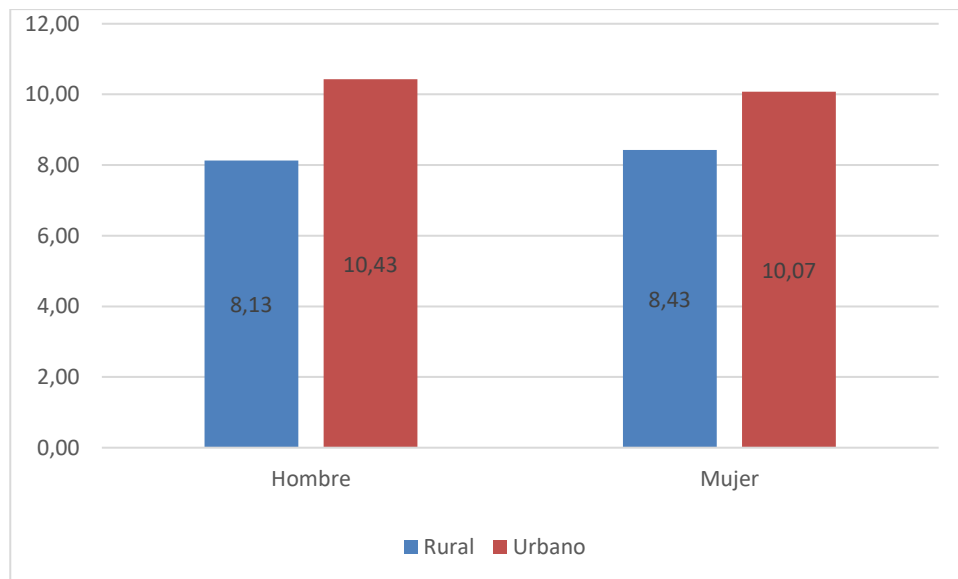
FIGURA 12. INGRESO PROMEDIO POR DECIL Y ZONA.

Análisis de escolaridad

La escolaridad promedio del territorio es de 9,5 años de estudio para los mayores de 15 años. Se utilizó este rango etario para estar acorde a la síntesis de resultados que entrega el Ministerio de Desarrollo Social. Al comparar los años de estudio por zona se obtiene que las áreas rurales tienen en promedio 8,3 años mientras que las zonas urbanas son de 10,2 años de estudio.

En la Figura 13 se muestran los años de estudio promedio de las personas del territorio mayores de 15 años. En este sentido se mantiene la tendencia anterior de que las personas con mayores años de estudio se concentran en zonas urbanas. Sin embargo, en términos comparativos se invierte la relación entre sexos en tanto en las zonas urbanas son los hombres los que, en

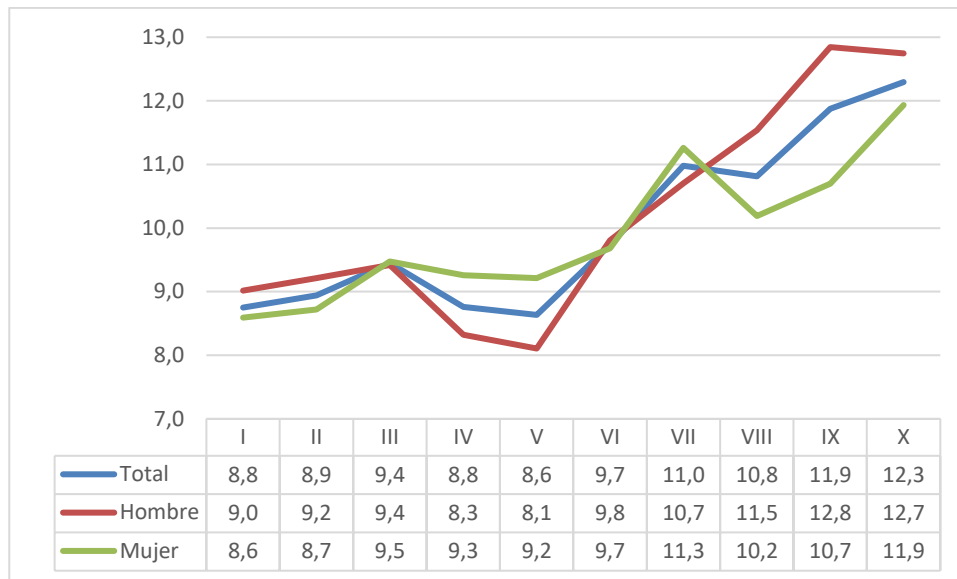
promedio, poseen mayores años de estudio; más, en la zona rural son las mujeres las que poseen mayores años de estudio.



Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 13. AÑOS DE ESTUDIO PROMEDIO POR ZONA Y SEXO.

Al considerar los años de estudio por sexo y decil para los mayores de 15 años, como se muestra en la Figura 14, observamos que en la mayoría de los deciles los hombres son los que poseen mayores años de estudio que las mujeres. Cuestión que se acentúa especialmente en el X decil, el de mayores ingresos, y en los deciles IV y V, es decir aquellos con \$ 643.950 y \$ 527.851 pesos respectivamente.

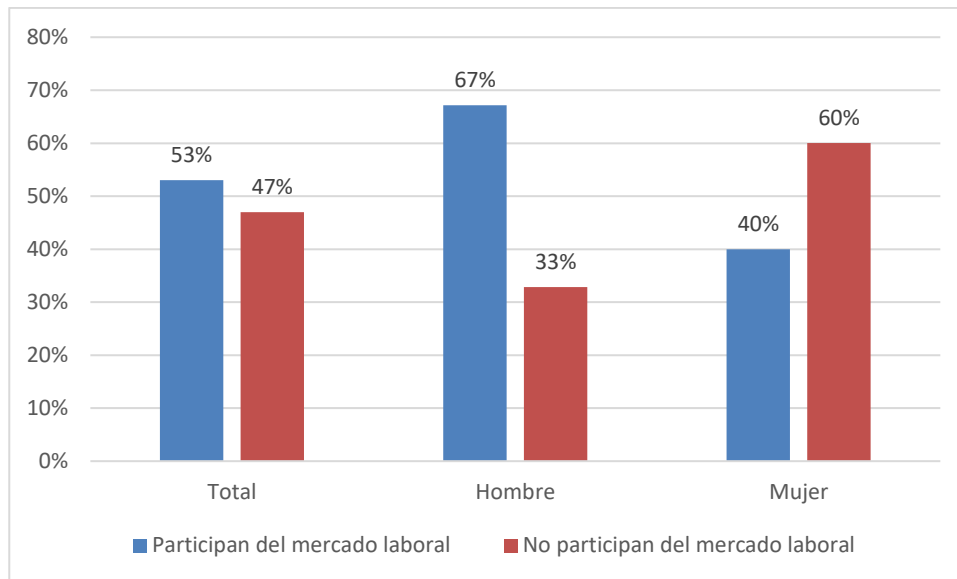


Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 14. AÑOS DE ESCOLARIDAD POR SEXO Y DECIL DE INGRESO.

Análisis de trabajo

La tasa de participación laboral es la proporción de población del país en edad laboral que participa activamente en el mercado laboral, ya sea trabajando o buscando trabajo, esto es el porcentaje de la fuerza de trabajo o población económicamente activa (ocupados y desocupados) con respecto a la población total de 15 años y más. En el territorio es de un 53% y la tasa de desocupación, entendida esta como aquellas personas que no participan del mercado laboral es de un 47%, lo que se puede observar en la Figura 15.



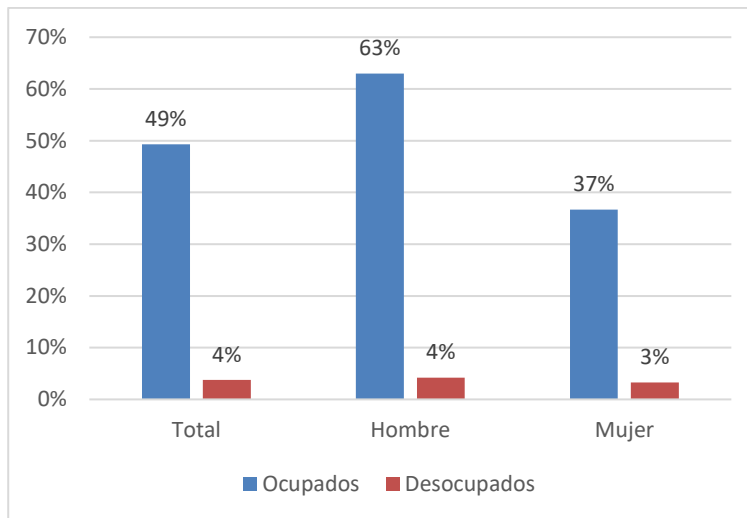
Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 15. TASA DE PARTICIPACIÓN LABORAL POR SEXO Y TOTAL.

Al comparar ambos indicadores desagregados se obtiene que la tasa de participación laboral es mayor en los hombres que en las mujeres, superando los primeros a las últimas en 27 puntos porcentuales. Consecuentemente la tasa de mujeres que no participa en el mercado laboral es de un 40%.

Por otro lado, al diferenciar entre aquellas personas ocupadas y aquellas no ocupadas en el territorio, es decir aquellas que poseen empleo y aquellas que no poseen, pero se encuentran buscando uno, observamos que son los hombres los que cuentan con mayores niveles de empleo. A diferencia las mujeres, aquellas cuya participación en el mercado laboral es menor, participan efectivamente menos que los hombres, sólo un 37% de las mayores de 15 años lo hacen, mientras que el 3% de este mismo segmento se encuentra desempleado, lo que se puede observar en la Figura 16.

En el territorio existen un total de 32.707 personas que realizan algún tipo de labor remunerada.



Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 16. TASA DE OCUPADOS Y DESOCUPADOS EN EL TERRITORIO POR SEXO Y TOTAL.

A continuación, en la Figura 17, se presenta el desglose de estas en función de la rama de actividad a la cual pertenece su labor, donde la mayoría de la población, un 24,5%, se desempeña en labores relativas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, la siguiente categoría que agrupa a la mayor cantidad de trabajadores en el territorio corresponde al comercio por mayor y menor con un total de 5.381 personas, correspondiente al 16,5% de las personas con trabajo. Por último, la tercera categoría con mayor cantidad de personas corresponde al rubro de la construcción con 3.711 personas correspondiente al 11,3% de la población que se encuentra trabajando.



Fuente: CASEN, 2013.

FIGURA 17. NÚMERO DE PERSONAS POR RAMA DE ACTIVIDAD LABORAL.

4.2. Caracterización de la cuenca según los recursos naturales y el medio ambiente.

4.2.1. Recursos Hídricos en las cuencas de estudio

Las cuencas de La Ligua y Petorca se ubican al norte de la regi3n de Valparaíso, entre los paralelos 32° y 32°40' de latitud sur. Ambas cuencas, que poseen direcci3n principal de escurrimiento NE-SW, las caracterizan de estos valles son típicas de los valles transversales de la zona central de Chile.

La cuenca Costera Quilimarí-Petorca se ubica al noroeste de la regi3n de Valparaíso entre los paralelos 32°09' y 32°22' de latitud sur. Esta cuenca consta de 3 esteros que tienen cursos independientes en direcci3n principal NE-SW (Estero Los Molles, Estero El Pangal y Estero Guaquen).

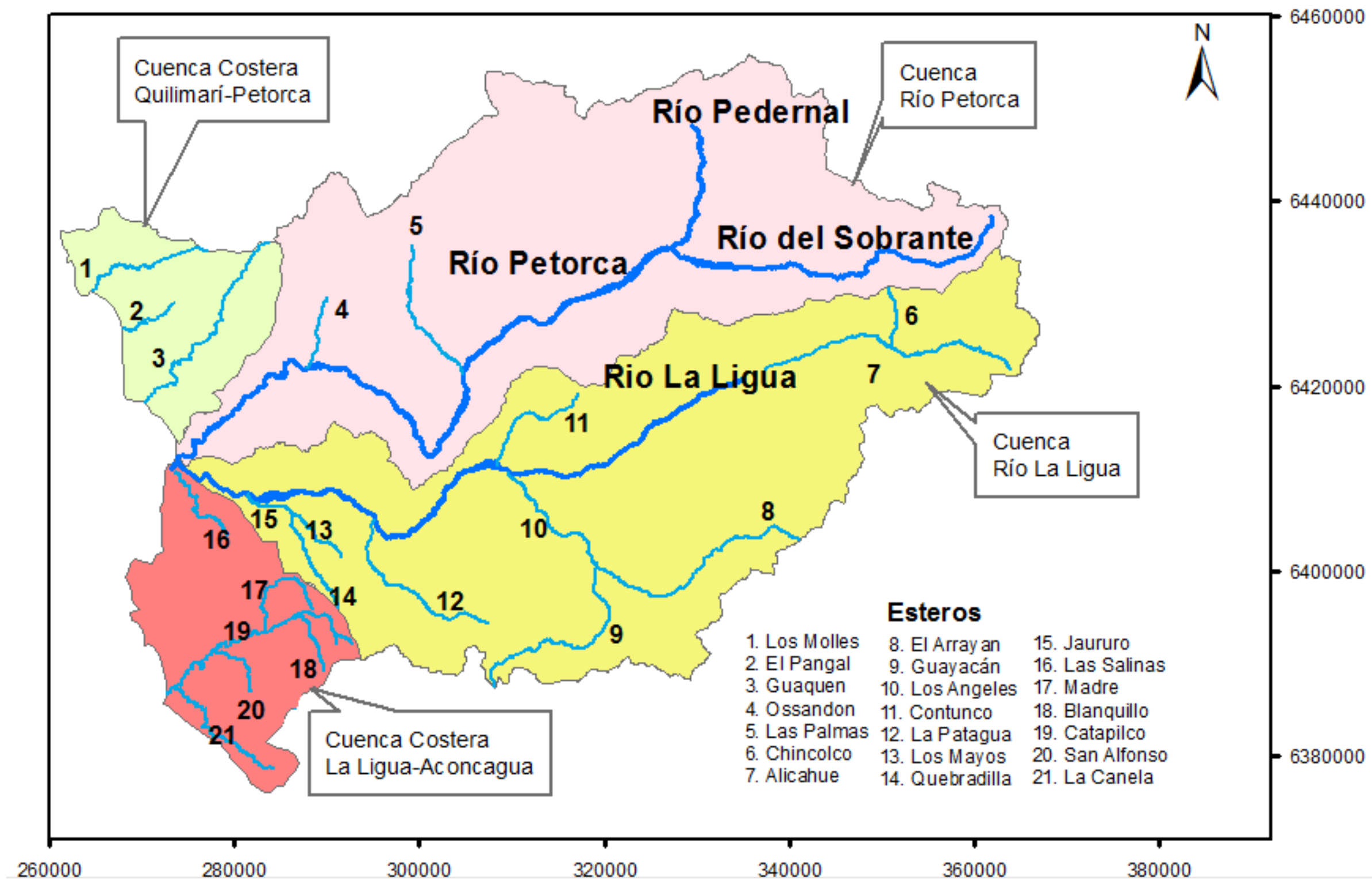
Finalmente, la cuenca Costera La Ligua-Aconcagua se ubica al oeste de la regi3n de Valparaíso, entre los paralelos 32°28' y 32°44', cuyos cursos principales mantienen direcci3n NE-SW.

TABLA 7. ANTECEDENTES GENERALES.

Nombre cuenca	Superficie Drenada	Pendiente media¹
-	km ²	%
Costera Quilimarí Petorca	333	11.2
Rio La Ligua	1980	1.1
Rio Petorca	1988	3.22
Costera La Ligua Aconcagua	461	4.7

Fuente: Elaboración propia.

¹ La longitud y la pendiente media se expresan en base a los ríos principales de cada cuenca Sistema Alicahue-La Ligua y río Petorca respectivamente. Costera Quilimarí Petorca: Estero Guaquen y Costera La Ligua Aconcagua: Catapilco



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 18. UBICACIÓN E HIDROLOGÍA BÁSICA DE LAS CUENCAS.

4.2.2. Disponibilidad de recursos hídricos

4.2.2.1. Recursos hídricos superficiales

La caracterización de la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales para las cuencas de La Ligua y Petorca corresponde a la realizada en el estudio de la DGA (2013). En el señalado estudio la disponibilidad se determinó mediante un balance hídrico. Para esto, se definió 7 puntos de control en la cuenca del río Petorca y 9 para la cuenca del río La Ligua, (cada uno de los cuales están asociados a una subcuenca).

Cabe hacer presente que:

- Se consideró caudales mínimos ecológicos variables.
- La demanda se definió mediante los derechos aprobados, regularizaciones y derechos de aprovechamiento de aguas pertenecientes a asociaciones de canalistas o de canales.
- La oferta se estimó mediante los caudales mensuales a distintas probabilidades de excedencia.

A continuación, se muestra los resultados para ambas cuencas, que indican la disponibilidad de caudales (Uso consuntivo y No consuntivo) de ejercicio eventual para ambas cuencas y permanente solo para la cuenca del río La Ligua, ya que el estudio no lo incluyó, indicando que se encuentra agotado en todos los puntos de control.

TABLA 8. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO NO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

PUNTO DE CONTROL	PUNTO DE CONTROL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P1.1	RIO PEDERNAL	0	0	0	0	0	0	0	335	908	2394	3449	203
P1.2	RIO DEL SOBRANTE	0	0	0	0	0	0	0	754	1653	2860	4161	1774
P2	RIO PETORCA AGUAS ABAJO UNION ESTERO PEDERNAL Y DEL SOBRANTE	0	0	0	0	0	0	23	1271	1762	4338	6618	953
P2.1	ESTERO LAS PALMAS	0	0	0	0	0	425	542	507	0	0	0	0
P3	RIO PETORCA AGUAS ABAJO ESTERO LAS PALMAS HASTA JUNTA ESTERO OSSANDON	0	0	0	0	0	0	0	848	841	3300	5523	0
P3.1	ESTERO OSSANDON	0	0	0	0	25	158	204	190	0	0	0	0
P4	RIO PETORCA DESPUES JUNTA ESTERO OSSANDON HASTA DESEMBOCADURA	0	0	0	0	0	0	0	407	110	2515	4690	0

Fuente: DGA, 2013

TABLA 9. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

PUNTO DE CONTROL	PUNTO DE CONTROL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P1.1	RIO PEDERNAL	0	0	0	0	0	0	0	335	110	2394	3449	0
P1.2	RIO DEL SOBRANTE	0	0	0	0	0	0	0	407	110	2515	4161	0
P2	RIO PETORCA AGUAS ABAJO UNION ESTERO PEDERNAL Y DEL SOBRANTE	0	0	0	0	0	0	0	407	110	2515	4690	0
P2.1	ESTERO LAS PALMAS	0	0	0	0	0	0	0	407	0	0	0	0
P3	RIO PETORCA AGUAS ABAJO ESTERO LAS PALMAS HASTA JUNTA ESTERO OSSANDON	0	0	0	0	0	0	0	407	110	2515	4690	0
P3.1	ESTERO OSSANDON	0	0	0	0	0	0	0	190	0	0	0	0
P4	RIO PETORCA DESPUES JUNTA ESTERO OSSANDON HASTA DESEMBOCADURA	0	0	0	0	0	0	0	407	110	2515	4690	0

Fuente: DGA, 2013

TABLA 10. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL Y PERMANENTE DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO NO CONSUNTIVO PARA LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

PUNTO CONTROL	EJERCICIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
L1 DESDE CABECERA HASTA ESTERO ALICAHUE EN COLLIGUAY	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	30	70	150	130	90	0
	EVENTUAL	2100	1210	960	850	1460	2130	2970	3430	5040	6040	6650	4490
L2 DESDE AGUAS ABAJO ESTERO ALICAHUE EN COLLIGUAY HASTA JUNTA ESTERO LOS ANGELES	PERMANENTE	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
	EVENTUAL	1428	604	450	201	712	3807	3835	4631	4110	5957	6285	3888
L2.1 ESTERO LOS ANGELES	PERMANENTE	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
	EVENTUAL	0	0	0	37	59	1348	1038	926	357	0	0	0
L3 RIO LIGUA AGUAS ABAJO ESTERO LOSANGELES HASTA JUNTA ESTERO LA PATAGUA	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EVENTUAL	0	0	0	0	0	3663	3425	4125	3114	4589	4665	2122

L3.1	ESTERO LA PATAGUA	PERMANENTE	42	60	141	218	247	204	210	140	135	110	85	58
		EVENTUAL	62	84	90	92	203	915	748	760	470	270	143	82
L4	RIO LA LIGUA AGUAS ABAJO ESTERO LA PATAGUA HASTA JUNTA CON ESTERO JAURURO	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EVENTUAL	0	0	0	0	0	1709	1414	2094	1018	2425	2457	0
L4.1	ESTERO JAURURO	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EVENTUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L4.2	QUEBRADA DEL POBRE	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EVENTUAL	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
L5	RIO LA LIGUA DESPUES JUTA ESTERO JAURURO HASTA DESEMBOCADURA	PERMANENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EVENTUAL	0	0	0	0	0	1703	1390	2064	953	2334	248	0

Fuente: DGA, 2013

TABLA 11. CAUDALES DE EJERCICIO EVENTUAL DISPONIBLES A LA SALIDA DEL PUNTO DE CONTROL (L/S) PARA USO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

PUNTO DE CONTROL		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
L1	DESDE CABECERA HASTA ESTERO ALICAHUES EN COLLIGUAY	0	0	0	0	0	1450	1390	2064	953	2334	2348	0
L2	DESDE AGUAS ABAJO ESTERO ALICAHUE EN COLLIGUAY HASTA JUTA ESTERO LOS ANGELES	0	0	0	0	0	1703	1390	2064	953	2334	2348	0
L2.1	ESTERO LOS ANGELES	0	0	0	0	0	1348	1038	926	357	0	0	0
L3	RIO LIGUA AGUAS ABAJO ESTERO LOS ANGELES HASTA JUNTA ESTERO LA PATAGUA	0	0	0	0	0	1703	1390	2064	953	2334	2348	0
L3.1	ESTERO LA PATAGUA	0	0	0	0	0	915	748	760	470	270	143	0
L4	RIO LA LIGUA AGUAS ABAJO ESTERO LA PATAGUA HASTA JUNTA CON ESTERO JAURURO	0	0	0	0	0	1703	1390	64	953	2334	2348	0
L4.1	ESTERO JAURURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L4.2	QUEBRADA DEL POBRE	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
L5	RÍOLA LIGUA DESPUES JUNTA ESTERO JAURORO HASTA DESEMBOCADURA	0	0	0	0	0	1703	1390	2064	953	2334	2348	0

Fuente: DGA, 2013

No existen estudios que permitan hacer un análisis concluyente relacionado con las implicancias que se tiene en el riego, razón por la cual esta temática será propuesta dentro de las iniciativas que contendrá el plan de riego. No obstante, a continuación, se presentan algunas consideraciones respecto a la disponibilidad de recursos hídricos superficiales asociados a los derechos consuntivos, vinculados con la actividad de riego.

Para el río Petorca (tabla 19) la disponibilidad de agua en general se presenta desde los meses de agosto a noviembre con caudal máximo en octubre sobre los 2.3 (l/s) para el punto P1.1 Río Pedernal y aproximadamente 2.5 (l/s) para el resto de los puntos. Se exceptúa de esta condición los puntos P2.1 Estero Las Palmas y P3.1 Estero Ossandon que con un caudal el mes de agosto de 407 (l/s) y 190 (l/s) respectivamente.

En el caso del río La Ligua (tabla 21) la disponibilidad de agua en general se identificó desde los meses de junio a noviembre con caudal máximo en noviembre sobre los 2.3 (l/s) y para el punto L3.1 Estero Patagua el caudal máximo (760 l/s). Se exceptúa de esta condición los puntos L 2.1 Estero Los Ángeles con disponibilidad entre los meses de junio a septiembre (caudal máximo 1.3 l/s en junio), L4.2 Quebrada del pobre con un caudal de 11 (l/s) el mes de junio y el Estero Jaururo sin caudal disponible.

Es del caso señalar que los embalses proyectados en la zona de estudio aumentarán la seguridad de riego asociada a los recursos hídricos superficiales del área de estudio, ya que permitirán almacenar el agua que se recolecte por las precipitaciones y distribuirlas durante todo el año.

4.2.2.2. Recursos hídricos subterráneos

Antecedentes generales

Es del caso señalar que el acuífero Río La Ligua fue declarado Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas mediante Resolución D.G.A. N° 204 de 14 de mayo de 2004 y el acuífero río Petorca fue declarado Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas mediante Resolución D.G.A. N° 216 de 15 de abril de 1997.

Red de Medición de Nivel freático

La DGA tiene implementada para ambas cuencas una red de monitoreo de aguas subterráneas con un total de 38 puntos (18 puntos en La Ligua y 20 en Petorca). De los cuales, actualmente 28 están declarados como vigente por la DGA.

El estudio realizado por la DGA (2014) señala que los niveles de los pozos han experimentado una sostenida disminución.

Caracterización de la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo

Para caracterizar la disponibilidad de agua en el sistema de acuíferos se muestra a continuación los resultados del balance hídrico realizado en el estudio denominado “Definición sobre los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas provisionales en las Áreas de Restricción La Ligua y Petorca, Región de Valparaíso” (DGA, 2014). Para este balance hídrico, la DGA consideró 12 sectores hidrogeológicos dentro de ambas cuencas, los derechos de agua constituidos en cada uno de los sectores, el comportamiento de los niveles de 28 pozos de la red DGA observados en los últimos años y la extracción promedio realizada entre noviembre 2012 a octubre 2013.

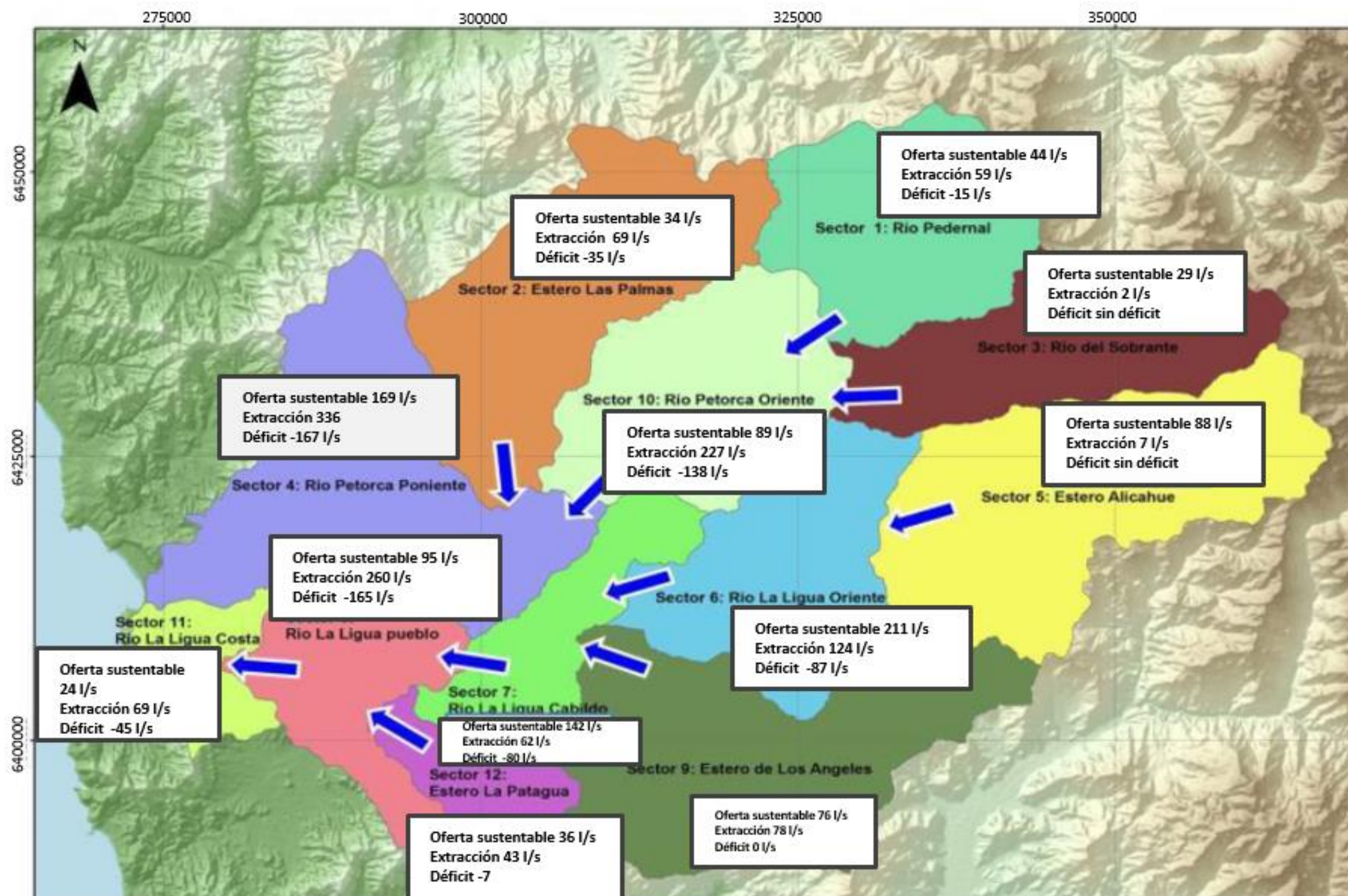


FIGURA 19.RESULTADO DE LA MODELACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA CONSIDERANDO LA TOTALIDAD DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS OTORGADOS.

Fuente: DGA, 2013

En la modelación realizada, considerando la totalidad de los derechos otorgados (definitivos y provisionales), quedó de manifiesto que para realizar una extracción definida como sustentable se generaba un déficit total de 874 (l/s) (519 para La Ligua y un 355 para Petorca).

Considerando lo anterior, la DGA en su estudio finalmente deja sin efecto la totalidad de los derechos de aprovechamiento otorgados con carácter de provisional.

Caracterización disponibilidad de agua subterránea en las cuencas costeras

Conforme a la disponibilidad de datos, condición de escasez hídrica, a los informes técnicos, tamaño y ubicación de las cuencas costeras afectas a este estudio. A continuación, se indicará la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos de las cuencas costeras en estudio.

A continuación, se encuentra un listado con los volúmenes sustentables, definido por la DGA conforme al informe técnico SDT N°201, “Evaluación de los Recursos Subterráneos de las Cuencas Costeras de la Vª Región, Informe de actualización al 31 de diciembre de 2004” y a la demanda comprometida al 30 de junio del 2010 de derechos definitivos.

TABLA 12. VOLUMEN SUSTENTABLE Y DEMANDA COMPROMETIDA EN CADA SUBCUENCA.

SECTOR ACUÍFERO	Volumen Sustentable (m ³ /año)	Demanda comprometida (m ³ /año)
Estero Los Molles	1,198,368	2,621,583
Estero Guaquén	2,428,272	10,805,993
Estero Pangal	536,112	424,790
Punta Pichicuy	346,896	63,072
Estero Las Salinas Norte	977,616	94,608
Estero Papudo	756,864	1,424,481
Estero Cachagua	283,824	2,274,376
Catapilco Subsector Catapilco	4,415,040	24,225,177
Catapilco Subsector La Canela	1,103,760	1,737,003
Catapilco Subsector La Laguna	283,824	4,864,762

Fuente: DGA, 2013

En base estos datos la DGA indicó que los sectores acuíferos Estero Pangal, Punta Pichicuy y Estero Las Salinas Norte (la demanda es menor al volumen sustentable) pueden permanecer abiertos a nuevos derechos definitivos.

Con respecto a los sectores cuya demanda supera el volumen sustentable, la DGA estableció la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de provisionales, considerando una “Disponibilidad Total” la que fue calculada multiplicando El

volumen sustentable de cada sector acuífero por un FACTOR de 3.6. (El factor se calculó dividiendo la demanda comprometida por el volumen sustentable del sector acuífero Puchuncaví, considerado en el estudio de la DGA, 2011, como sector patrón).

TABLA 13. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVISIONALES.

SECTOR ACUÍFERO	Disponibilidad total (m ³ /año)	Demanda Comprometida total (m ³ /año)	Derechos provisionales a otorgar (m ³ /año)
Estero Los Molles	4314125	2,621,583	1,692,541.8
Estero Guaquén	8741779	10,805,993	-
Estero Papudo	2724710	1,424,481	1,300,229.4
Estero Cachagua	1021766	2,274,376	-
Catopilco Subsector Catopilco	15894144	24,225,177	-
Catopilco Subsector La Canela	3973536	1,737,003	2,236,533.0
Catopilco Subsector La Laguna	1021766	4,864,762	-

Fuente: DGA, 2013

En resumen, para los sectores acuíferos Estero Pangal, Punta Pichicuy y Estero Las Salinas Norte la DGA (2011) define su situación como Sector abierto, mientras que para los sectores Estero Los Molles, Estero Guaquén, Estero Papudo, Estero Cachagua, Catopilco Subsector Catopilco, Catopilco Subsector La Canela, Catopilco Subsector La Laguna, su situación fue señalada como Área de restricción, habilitando solo a los sectores Estero los Molles, Estero Papudo, Catopilco Subsector La Canela con derechos provisionales.

4.2.3. Calidad de agua

Se debe tener presente que la calidad del agua está influenciada por factores antropogénicos y ambientales. Dentro de los factores antropogénicos se encuentran el funcionamiento de centros poblados y las actividades económicas (Ej. agricultura, minería, ganadería, etc.), mientras que, en los factores ambientales, se incluye la litología, geología (composición química y estructura física del terreno), topografía del terreno y existencia de vegetación. (DGA 2004).

La caracterización fisicoquímica actual de los ríos se realizó conforme a los datos de la DGA (4 estaciones), disponibles en línea, considerando los últimos 5 años (2011 al 2015) y se comparó con la NCh 1333 (riego). Se incluye en tablas 24 y 25. En anexo 1 se incluye datos históricos.

No existen estudios que permitan hacer un análisis concluyente relacionado con las implicancias que se tiene en el riego, razón por la cual esta temática será propuesta dentro de las iniciativas

que contendrá el plan de riego. No obstante, a continuación, se presentan algunas consideraciones técnicas en base a los antecedentes.

En general se aprecia una buena calidad de agua tanto, ya que estas cumplen la norma de calidad de riego NCh 1333/1978 y las concentraciones son muy bajas en comparación a esta norma, muchas veces bajo el límite de detección de la técnica.

Cabe señalar que el mercurio, desde el año 2013 en adelante se indica con una concentración $0.002 < (\text{mg/l})$, que indica bajo el límite de detección, no obstante, la norma establece un límite máximo de $0.001 (\text{mg/l})$, por lo que no es posible afirmar cumplimiento normativo. Igual situación se detectó con el Boro (Límite máximo 0.75 mg/l) y concentración indicada $1 <$.

Para la cuenca del Río Petorca, las estaciones se encuentran en la cabecera de los valles por lo que no es posible identificar el comportamiento de las concentraciones a lo largo del cauce en estos últimos años. En el caso de la cuenca La Ligua, si es posible identificar un aumento de sales aguas abajo del cauce.

Esta situación se complementa con lo indicado en el estudio DGA 2012, que, en base a los puntos de muestreo, también identifican un aumento de las sales un aumento de las concentraciones de sales desde aguas arriba a aguas abajo.

Se identificó valores de pH mayores que el límite máximo para una muestra en Alicahue y otra en Pedernal.

Cabe destacar que se identificó mayores valores de cloruros y sulfatos en el año 2015, que pudieran ser atribuidos al alza del caudal.

Los coliformes fecales fueron caracterizados conforme a DGA 2012 y presentan valores menores a los límites máximos de la norma en todos los puntos muestreados. Se anexa tabla de estudio DGA 2012.

En la tabla 14 se muestra los valores de los parámetros físico químicos de las aguas subterráneas de ambos valles, que comparados con la NCh 409/1 2005 para agua potable. Se indica que se presenta un leve aumento en la salinidad desde aguas arriba hacia aguas abajo. Además, los parámetros muestreados en general tienen valores bajo la norma de referencia, salvo los nitratos y el hierro. Para ambos parámetros existen sistemas de abatimiento.

Con respecto a la concentración teórica de plaguicidas determinadas por la DGA (figuras 25 y 26) para las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, estas se compararon con los límites máximos establecidos para la clase 1 de los parámetros asociados a normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Cabe señalar que la clase 1 representa una calidad de agua definida como “muy buena” e indica que el agua es apta para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto, pesca, bebida de animales, entre otros.

Con respecto a los plaguicidas estudiados se determinó que las concentraciones de Captán, clorotalonil, 2,4-D, Dicloflop-Motil y Artrazina+S-Metalocloro sobrepasan los límites máximos

establecidos para la clase 1. (Captán y 2,4-D solo se sobrepasa en el punto Longotoma en el río La Ligua).

A nivel mundial las altas concentraciones ambientales de plaguicidas se asocian en general al uso excesivo de estos productos en las actividades agrícolas. Situación de que resulta complejo para los ecosistemas debido a la toxicidad de estos productos.

TABLA 14. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA CUENCA RIO PETORCA.

Parámetros	Valores Máx. según Norma Chilena 1333 Of. 1978 para agua de Riego	Río Pedernal en Tejada											Río Sobrante en Piñadero													
		31-03-2011	21-07-2011	24-11-2011	27-03-2012	24-07-2012	05-12-2012	21-03-2013	29-07-2013	21-11-2013	25-02-2014	31-07-2014	14-07-2015	31-03-2011	04-08-2011	23-11-2011	27-02-2012	26-06-2012	29-11-2012	20-03-2013	31-07-2013	20-11-2013	13-02-2014	24-07-2014	13-07-2015	
Aluminio (mg/l)	5	0,3<	0,78	0,3<	0,3<			0,5<	0,5<	0,2<	0,2<	0,5<		0,3<	0,343	0,3<	0,3<			0,5<	0,5<	0,2<	0,2<	0,5<		
Arsénico Total (mg/l)	0.1	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,007<	0,001<	0,001<	0,001<		0,006	0,005	0,006	0,008	0,006	0,008	0,007	0,007	0,009	6,875	0,003		
Boro (mg/l)	0.75	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<		1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<
Cadmio Total (mg/l)	0.01	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,004<	0,004<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,004<	0,004<	0,01<	0,01<	
Cloruro (mg/l)	200	3.982	1.479	1<	1.252	1.156	1<	3.612		2,5<	2,5<	20.717	2,5<	5.309	4.033	1.605	2.365	3.612	1.985	3.612	3.5	2,5<	2,5<	20.026	183.432	
Cobalto (mg/l)	0.05	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,04<	0,04<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,04<	0,04<	
Cobre Total (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,029	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,029	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,03<	0,02<	0,02<	
Cromo Total (mg/l)	0.1		0,03<	0,03<	0,03<				0,05<	0,009<	0,009<	0,05<			0,03<	0,03<	0,03<				0,05<	0,009<	0,009<	0,05<		
Hierro Total (mg/l)	5	0,02<	0,037	0,108	0,094	0,041	0,114	0,102	0,02<	0,04	0,19	0,02<	0,507	0,225	0,092	0,151	0,109	0,056	0,106	0,02<	0,02<	0,09	0,06	0,02<	0,211	
Manganeso Total (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,039	0,02<	0,02<	0,13	0,02<	0,233	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	
Mercurio Total (mg/l)	0.001		0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		0,002<	0,002<	0,002<			0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		0,002<	0,002<	0,002<		
Molibdeno (mg/l)	0.01	0,05<	0,05<		0,05<	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<					0,05<	0,05<		0,05<	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<					
Níquel (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<		0,05<	0,05<	0,05<	0,02<	0,02<	0,05<	0,05<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<		0,05<	0,05<	0,05<	0,02<	0,02<	0,05<	0,05<	
pH (mg/l)	5,5-9,0	8.5	9.41*	8.06	8.44	7.97	8.38	8.42	6.69	8.7	7.35	8	8.3	8.57	8.34	8.09	8.25	7.94	7.93	8.17	8.3	8.1	7.73	6.71	8.06	
Plata (mg/l)	0.2	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	
Plomo Total (mg/l)	5	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<			0,07<	0,07<	0,06<	0,06<	0,07<	0,07<	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<			0,07<	0,07<	0,06<	0,06<	0,07<	0,07<	
Porcentaje de Sodio (%)	35	14.84	14.02	13.65	14.27	12.85	14.2	14.24	23.32	14.86	15.06	14.97	18.19	23.2	18.8	22.11	23.04	21.93	22.79	24.91	23.23	23.02	24.02	22.02	28.21	
Selenio Total (mg/l)	0.02	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		
Sulfato (mg/l)	250						70.448	74.239	39.1	81.7	79.8		123.107						25.223	30.865	38.4	33.4	28.3		39.646	
Cinc Total (mg/l)	2	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<				0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<				0,01<	

Fuente: DGA, 2013

TABLA 15. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA CUENCA RÍO LA LIGUA.

Parámetros	Valores Máx. según Norma Chilena 1333 Of. 1978 para agua de Riego	Río Alicahue en Colliguay											Río Ligua en Quinquimo	
		31-03-2011	04-08-2011	17-11-2011	27-02-2012	26-04-2012	29-11-2012	20-03-2013	31-07-2013	20-11-2013	13-02-2014	25-07-2014	14-07-2015	14-11-2013
Aluminio (mg/l)	5	0,3<	0,3<	0,3<	0,3<			0,5<	0,5<	0,2<	0,2<	0,5<		0,2<
Arsénico Total (mg/l)	0.1	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	3.235	0.004		0.004<
Boro (mg/l)	0.75	1<	1<	1<	1<	1<		1<	1<	1<	1<	1<	1<	1<
Cadmio Total (mg/l)	0.01	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,004<	0,004<	0,01<	0,01<	0,004<
Cloruro (mg/l)	200	14.6	13.443	8.023	12.52	15.172	7.799	15.894	16	12	17.6	19.336	318.227	39.8
Cobalto (mg/l)	0.05	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,04<	0,04<	0,01<
Cobre Total (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,025<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<
Cromo Total (mg/l)	0.1		0,03<	0,03<	0,03<				0,05<	0,009<	0,009<	0,05<		0,009<
Hierro Total (mg/l)	5	0.232	0.076	0.229	0.078	0.071	0.059	0.22	0.05	0.1	0.05	0.056	0.328	0.54
Manganeso Total (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<	1.17
Mercurio Total (mg/l)	0.001		0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		0,002<	0,002<	0,002<		0,002<
Molibdeno (mg/l)	0.01	0,05<	0,05<		0,05<	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<					
Níquel (mg/l)	0.2	0,02<	0,02<	0,02<	0,02<		0,05<	0,05<	0,05<	0,02<	0,02<	0,05<	0,05<	0,02<
pH	5,5-9,0	9.09*	8.42	8.33	8.26	7.86	7.7	8.6	8.1	8.53	7.8	7.46	8.08	7.11
Plata (mg/l)	0.2	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<
Plomo Total (mg/l)	5	0,05<	0,05<	0,05<	0,05<			0,07<	0,07<	0,06<	0,06<	0,07<	0,07<	0,06<
Porcentaje de Sodio (%)	35	22.29	22.91	19.73	23.97	22.33	24.35	20.64	22.39	22.99	24.62	25.78	30.39	10.82
Selenio Total (mg/l)	0.02	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<	0,001<		0,001<
Sulfato (mg/l)	250						41.805	41.637	54.5	39.8	50.2		72.058	198.6
Zinc Total (mg/l)	2	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<	0,01<				0,01<	

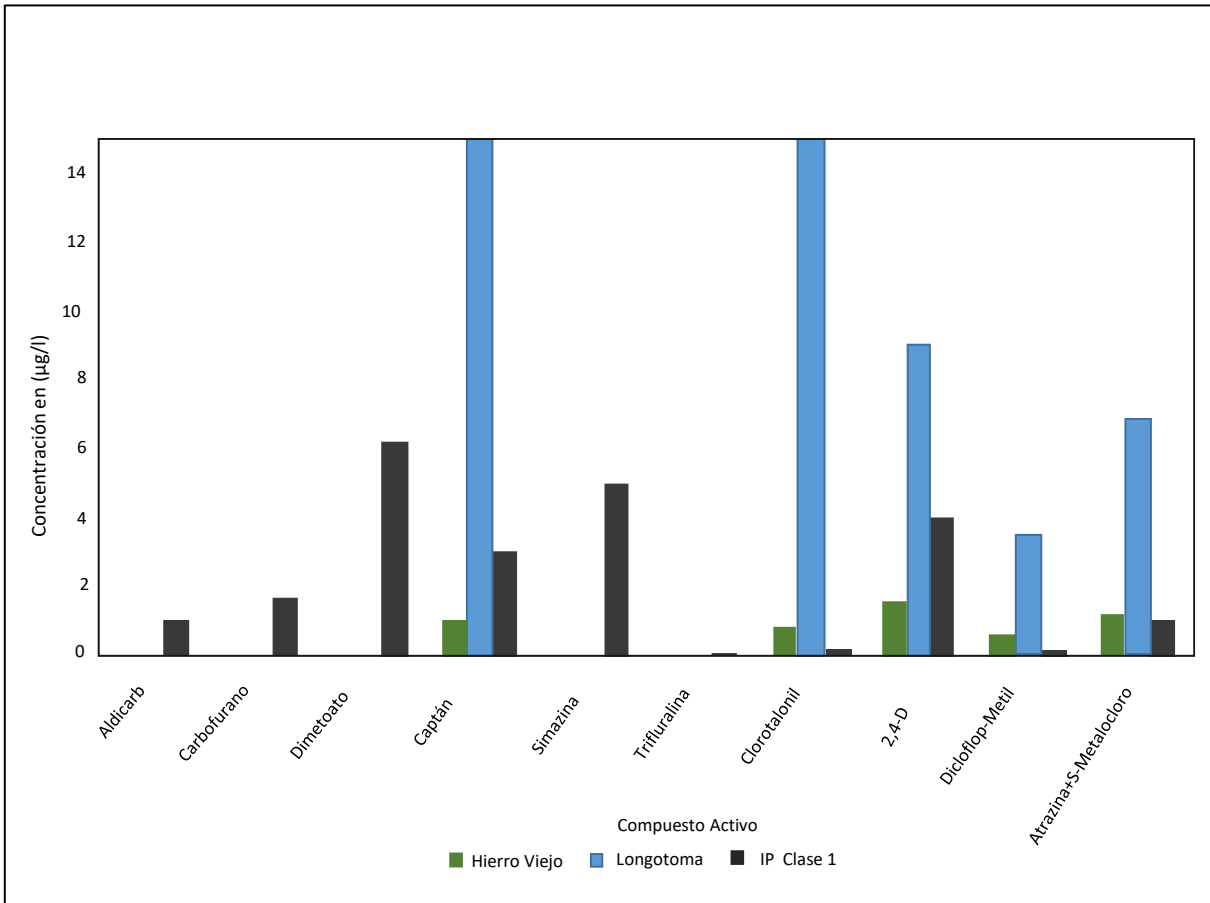
Fuente: DGA, 2013

TABLA 16 CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE AGUA FÍSICO-QUÍMICA SUBTERRÁNEA DE LA CUENCA DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA CONFORME A NCH 1333/1978.

Tipo de Muestra	Sector	Cianuro libre mg/l	Cloruros mg/l	Cobre mg/l	Hierro mg/l	Magnesio mg/l	Nitratos mg/l	Plomo mg/l	Sulfatos mg/l	pH saturación Larson
Valores Máx. según Norma Chilena NCh409 /1.Of. 2005 para agua potable		0,2	250	1	0,3	125	10	0,05	250	6 - 8,5
Subterránea	Estero los Ángeles antes de confluencia con río Ligua	< 0,004	37,7	< 0,013	0,037	47,7	11,0*	0,017	168	7,1
Subterránea	Río Alicahue aguas abajo del estero La Cerrada y quebrada Chicolco	< 0,004	4,7	0,015	0,345*	6,4	0,6	< 0,017	19	8,2
Subterránea	Río Sobrante aguas arriba de la junta con río Petorca	< 0,004	4,7	0,017	0,503*	10,9	2,2	< 0,017	20	7,6
Subterránea	Estero Las Palmas aguas arriba junta con río Petorca	< 0,004	9,4	< 0,013	0,056	18,6	0,9	< 0,017	26	7,7
Subterránea	Sector Artificio de Pedegua	< 0,004	47,2	< 0,013	0,084	32,2	9,5	< 0,017	172	7,1

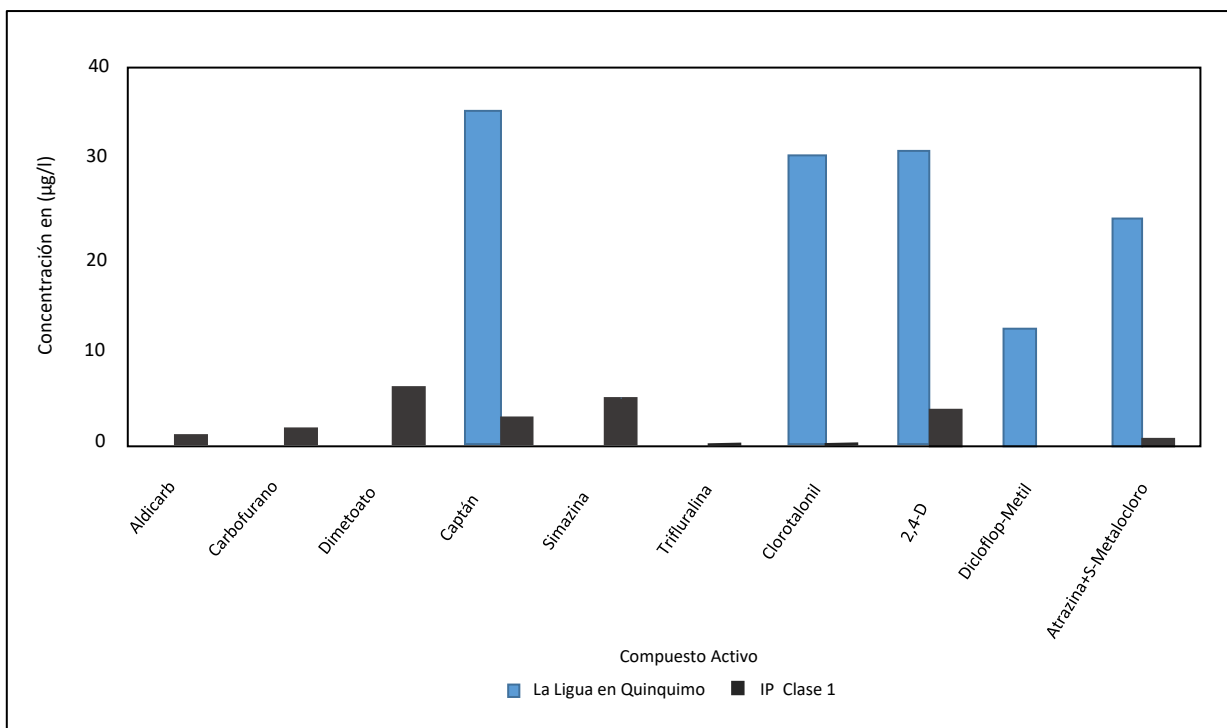
Fuente: DGA, 2012

Con respecto a los plaguicidas las siguientes figuras describen una estimación teórica de la concentración de éstos realizada por la DGA 2004. Se puede indicar que IP Clase 1 es el patrón de referencia, el cual indica la concentración aceptable para clase 1, definido en la “Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas” de CONAMA.



Fuente: DGA, 2013

FIGURA 20. CONCENTRACIONES TEÓRICAS DE PLAGUICIDAS EN EL RÍO PETORCA.



Fuente: DGA, 2013

FIGURA 21. CONCENTRACIONES TEÓRICAS DE PLAGUICIDAS EN EL RÍO LA LIGUA.

4.2.3.1. Evaluación de redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico y de calidad de aguas

A continuación, se evaluará la red hidrometeorológica y de calidad de aguas de la Dirección General de Aguas (DGA), ya que esta red estatal, actualmente en funcionamiento, tiene la más amplia base de datos, tanto en espacio como en tiempo. Además, los datos de esta red se han usado para generar los informes técnicos estatales oficiales y legislación que han permitido generar lineamientos futuros y tomar decisiones para la gestión de las cuencas en estudio.

La red hidrometeorológica y de calidad de aguas de la DGA dispone en el área de estudio de diferentes estaciones y/o puntos de muestreo y/o medición de parámetros de calidad de aguas, fluviométricas, meteorológicas, nivel de pozos, además de sedimentos y rutas de nieve.

Ver Anexo II. Información general de las estaciones publicadas.

Cabe señalar que el funcionamiento general de esta red responde a una actividad de muestreo rutinario, entendiéndose ésta como la recolección periódica de muestras en un número determinado de estaciones fijas.

Tanto los reportes generados como información de las estaciones y/o puntos de muestreo se pueden encontrar en línea, en la página www.dga.cl, sección "Servicios y productos destacados", vínculo "Estadística Hidrológica en línea".

Descripción y estado actual de funcionamiento de la Red de estaciones de monitoreo hidrometeorológico y de calidad de aguas

Estaciones Fluviométricas: Se informa para las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca seis estaciones vigentes, no se identificó estaciones para las cuencas costeras. Para esta sección están disponibles los reportes de Caudales medios mensuales, altura y caudal instantáneo (diario) y caudales medios diarios.

TABLA 17. NÚMERO DE ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS POR CUENCA Y VIGENCIA.

Nombre de la cuenca	N° Estaciones vigentes	N° Estaciones suspendida
Petorca	4	3
La Ligua	2	2
Quilimarí-Petorca	0	0
La Ligua-Aconcagua	0	0

Fuente: Elaboración propia en base datos DGA

Estaciones de Calidad de aguas: En las cuencas de estudio se registra cinco estaciones vigentes, los reportes consisten en parámetros fisicoquímicos (1 muestra al mes) por punto muestreado. Principalmente son reportes de aguas superficiales, excepto Pozo Agua Potable Alicahue y Pozo de Riego Bernal.

Los parámetros actualmente muestreados son Aluminio total, Arsénico total, Bicarbonato, Boro, Cloruro, Cadmio total, Calcio disuelto, Carbonato, cobalto total, Cobre total, Conductividad específica, cromo hexavalente, Demanda química de Oxígeno, Hierro total, Fósforo Ortofosfato, Magnesio disuelto, Manganeso total, Mercurio total, Molibdeno total, Nitrógeno de nitrato, Níquel total, oxígeno disuelto, pH, Plata total, Plomo total, Potasio disuelto, Razón de Absorción, Selenio disuelto, sulfato, temperatura, zinc total.

TABLA 18. DISTRIBUCIÓN DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUAS.

Nombre de la cuenca	N° Estaciones vigentes	N° Estaciones suspendida
Petorca	4	3
La Ligua	4	8
Quilimarí-Petorca	0	0
La Ligua-Aconcagua	1	0

Fuente: Elaboración propia en base datos DGA

Pozos: Para estos reportes sólo se registran puntos de medición en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, se mide mensualmente el nivel estático en cada pozo. En el mapa se indica solo los pozos vigentes, 28 en total. La red se ha visto disminuida ya que la condición de sequía prolongada ha originado la inhabilitación de algunos puntos de medición.

TABLA 19. DISTRIBUCIÓN DE MUESTREO DEL NIVEL ESTÁTICO EN POZOS.

Nombre de la cuenca	N° Pozos vigentes	N° Pozos suspendida
Petorca	16	4
La Ligua	12	6
Quilimarí-Petorca	0	0
La Ligua-Aconcagua	0	0

Fuente: Elaboración propia en base datos DGA

Estaciones Meteorológicas: Cuenta con 23 estaciones vigentes en las cuencas de los ríos Petorca y la Ligua, no se registra este tipo de estación vigente para las cuencas costeras. Los reportes meteorológicos principalmente entregan precipitaciones mensuales, precipitaciones anuales en 24 horas y precipitaciones diarias. Solo en la estación Alicahue, además, están habilitados los reportes de temperaturas medias mensuales, temperaturas medias diarias de valores sinópticos y temperaturas diarias extremas.

TABLA 20. DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

Nombre de la cuenca	N° Estaciones vigentes	N° Pozos suspendida
Petorca	14	3
La Ligua	9	3
Quilimarí-Petorca	0	1
La Ligua-Aconcagua	0	0

Fuente: Elaboración propia en base datos DGA

Para las Estaciones sedimento métricas se registra 2 vigentes para las cuencas de La Ligua y Petorca, ninguna para las cuencas costeras, los reportes entregan muestreos rutinarios diarios y se indica parámetros de Altura Lm, concentración, caudal y gasto.

Sólo se descarga reportes para algunos meses de los años 1993 y 1994. Se identificó en el Mapa interactivo una única ruta de nieve en el área de estudio.

Actualmente, no se realizan mediciones en el punto de Ruta de Nieve identificado, ya que por decisión de la DGA se tiene como referencia para el área de estudio el sector de Portillos.

TABLA 21. LOCALIZACIÓN DE RUTA DE NIEVE Y ESTACIONES DE SEDIMENTOS.

	RUTAS DE NIEVE		SEDIMENTO
NOMBRE ESTACION	Nacimiento del Sobrante	Río Alicahue en Coliguay	Río Sobrante en Piñadero
UTM Este	359.989	336.651	338.476
UTM Norte	6.437.346	6.421.899	6.432.931
ALTITUD	3.380	780	1300
VIGENCIA	Suspendida	Vigente	Vigente
FECHA INICIO	31-08-81	01-08-1989	01-08-86
FECHA TERMINO	-	-	-

Fuente: Elaboración propia en base datos DGA

Observaciones a la red de estaciones de monitoreo hidrometeorológico y de calidad de aguas y entrega de datos.

Extracción de datos, en este aspecto la red cuenta con enlaces interactivo de internet (Mapa y Reportes) desde donde se puede obtener todos los reportes disponibles a la fecha. Se evidenció que, para la descarga de éstos, el sistema ha establecido límites máximos en años por lo que el usuario debe fraccionar las descargas. Además, hay una sección habilitada en la que se puede consultar Datos Hidrológicos en tiempo real, para el área de estudio se identificó las estaciones de Alicahue Colliguay y Río Sobrante en Piñadero.

Los principales afluentes de los Ríos Petorca y La Ligua no tienen controles fluviométricos que permitan determinar la variación estacional de la esorrentía. Bajo esta condición la DGA (2013) debió usar metodologías indirectas para determinar los caudales mensuales a distinta probabilidad de excedencia. Además, DGA (2013) plantea escasez de datos fluviométricos en las cuencas lo que limita la elección de modelos que requieren un mayor número de éstos. Sí se usó los datos de las estaciones de cabecera de las cuencas. De un total de 11 estaciones permanecen seis funcionando.

Debido a la distribución a distintas altitudes de las estaciones, la red meteorológica si considera el efecto orográfico de la lluvia. No obstante, podría implementarse estaciones a mayor altura con el objeto de monitorear las precipitaciones en lo alto de la cuenca.

Las cuencas costeras no cuentan con estaciones en la red como las cuencas mayores.

Con respecto a la red de pozos (nivel freático) el tiempo de funcionamiento de esta red permite determinar el comportamiento a largo plazo del acuífero. A modo de referencia, de los pozos vigentes se registra el inicio de operación de 3 pozos en el año 1900, en 1980

se instalaron 9 pozos y en 1972 se instalaron 4 pozos. Actualmente hay solo 28 pozos en operación, ya que los demás no estarían operativos debido a la baja del nivel freática. Los niveles medidos del acuífero están influenciados por las extracciones ilegales, de las cuales se desconoce su real magnitud. Lo que podría incidir en los resultados de la modelación DGA 2014

La red de calidad de agua registra mediciones de parámetro físico-químicos, permanecen vigentes 8 puntos de un total de 19. Esta red solo cuenta con información de calidad de aguas subterráneas de 2 pozos, uno ubicado en la cabecera de la Cuenca La Ligua y el otro en la cuenca La Ligua Aconcagua.

En base a la entrevista realizada al jefe regional de la Unidad de Hidrología de la Dirección General de Aguas, don Juan Brito Valencia, se indica que esta es la unidad a cargo de la operación de la red hidrometeorológica y de calidad de aguas en la región de Valparaíso. Para la operación, toma de muestra y análisis, la DGA cuenta con personal propio para realizarlas y en caso de falla, estas se detectan en línea (estaciones implementadas) y se dispone de personal DGA para su reparación.

La dirección regional concuerda con la administración central sobre la necesidad de fortalecer los monitoreos en línea a nivel nacional y en el área de estudio. Al respecto, actualmente las estaciones (fluviométricas y pluviométricas) que cuentan con conexión en línea son las de Alichau, El Sobrante y Petorca en Hierro Viejo. En un futuro próximo está programado incluir la estación Pedernal, una vez sea implementada una solución técnica a problemas de transmisión de datos producidos por una condición topográfica del valle.

Como oportunidades de mejora se ha identificado las siguientes medidas:

- i. Implementar transmisión satelital de Datos en las Estación Pedernal
- ii. Mejorar condiciones para instalar Estaciones fluviométricas en Longotoma y Quinquimo, debido a que actualmente están suspendidas por intervención de terceros.
- iii. Incorporar análisis de calidad de agua en pozos (aguas subterráneas).
- iv. Instalar un pluviógrafo en reemplazo de un pluviómetro en la estación de Quínquimo (cuenca río La Ligua), con esto se fortalecería la medición de precipitaciones en la zona baja del valle. Considerando que, actualmente, las estaciones de Alicahue, El Sobrante y Longotoma cuentan con un Pluviógrafo.

4.2.4. Descripción y análisis multisectorial del agua

Esta sección se ha llevado a cabo basado en la identificación del uso de agua dulce por parte de los sectores económicos agropecuario (agricultura, pecuario y crianza de aves), agua potable, Minero, forestales, turismo, industrial energía.

Conforme a los datos entregados por la DGA, 2007, se muestra en la siguiente tabla los Q (m^3/s) por sector económico para cada cuenca de estudio que fueron estimados (proyección 10 años) considerando el año base del estudio (2007). En anexo III Caudales de uso base y proyección a 25 años.

Cabe precisar que, para la cuenca costera La Ligua-Aconcagua, se ajustó los antecedentes conforme a las actividades identificadas, la superficie y/o población proporcional, perteneciente a las subcuencas costeras en estudio.

Con respecto al sector Industrial y Energético, se indica que no hay antecedentes sobre uso efectivo de agua dulce en las cuencas de estudio. Al respecto cabe especificar que el estudio se relaciona con los usos efectivos de agua identificados en el área de estudio, en el cual se usó base de datos de la SISS, Comisión Nacional de Energía, Censos poblacionales y agropecuarios, entre otros.

No obstante, se realizó en la tabla 33 una vinculación proporcional general entre los DAA consuntivos (identificados en la sección sobre Derechos de Aprovechamientos de Agua de este estudio) y los caudales están en la tabla 22.

TABLA 22. CAUDALES (M³/S) DE USOS EFECTIVOS DE AGUA, ESTIMADOS POR SECTOR ECONÓMICO EN CADA CUENCA.

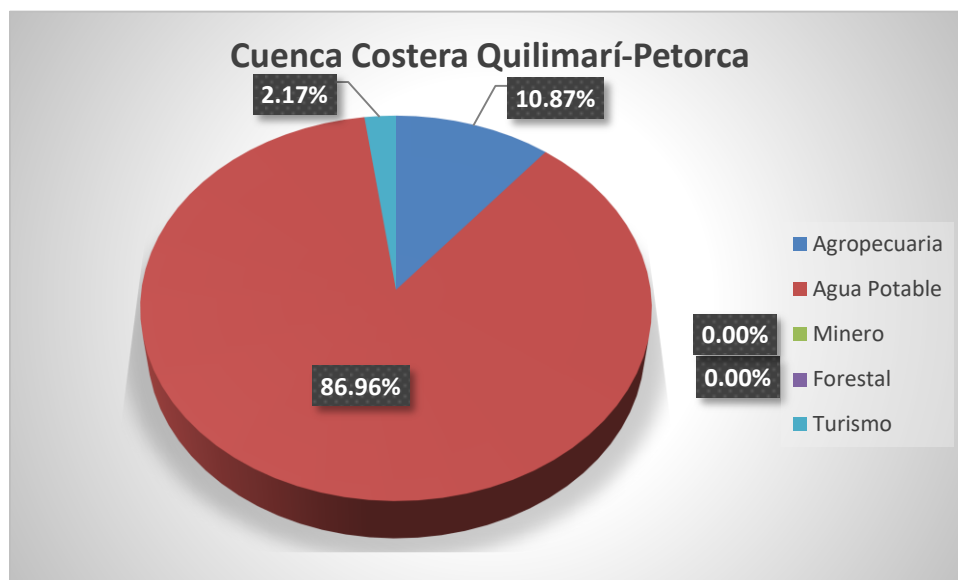
Nombre Cuenca	Agropecuaria	Agua Potable	Minero	Forestal	Turismo
Costera Quilimarí-Petorca	0.005	0.04	0	0	0.001
Río Petorca	2.687	0.061	0.123	0.002	0.001
Río Ligua	2.527	0.117	0.996	0.001	0.002
Costera Ligua-Aconcagua	0.615	0.064	0	0.009	0.002
Total	5.834	0.282	1.119	0.012	0.006

Fuente: DGA, 2007.

TABLA 23. VINCULACIÓN PROPORCIONAL ENTRE LOS DAA CONSUNTIVOS Y USOS DE AGUA ASOCIADOS POR SECTOR ECONÓMICO.

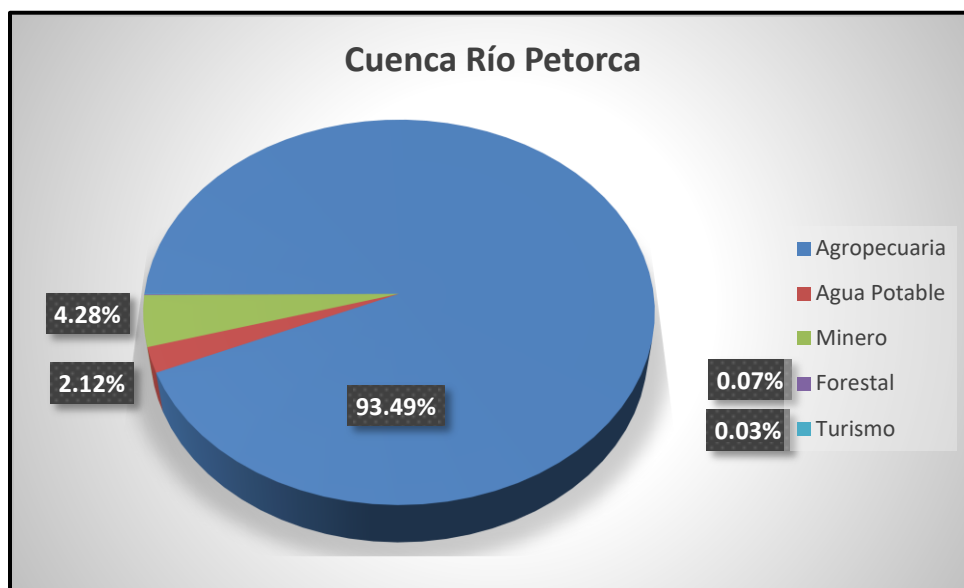
DAA cuenca	Agropecuaria	Agua Potable	Minero	Forestal	Turismo
73	8	63	0	0	2
1091	1019	23	47	1	1
1753	1216	56	479	1	1
637	568	59	0	8	2

Fuente: Elaboración propia, en base a Fuente: DGA, 2007.



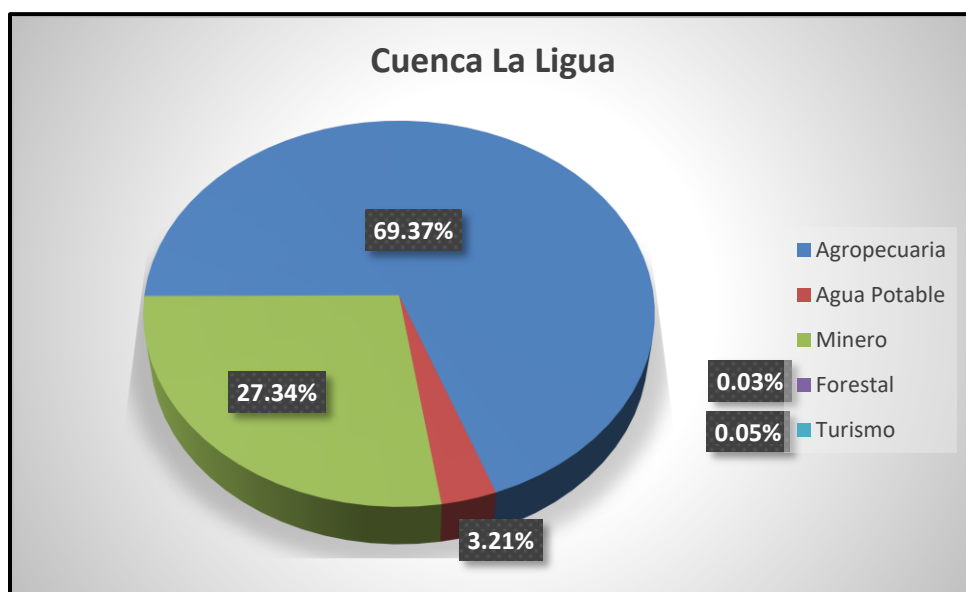
Fuente: Elaboración propia, en base a DGA, 2007 y DAA identificados.

FIGURA 22. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA COSTERA QUILIMARÍ-PETORCA.



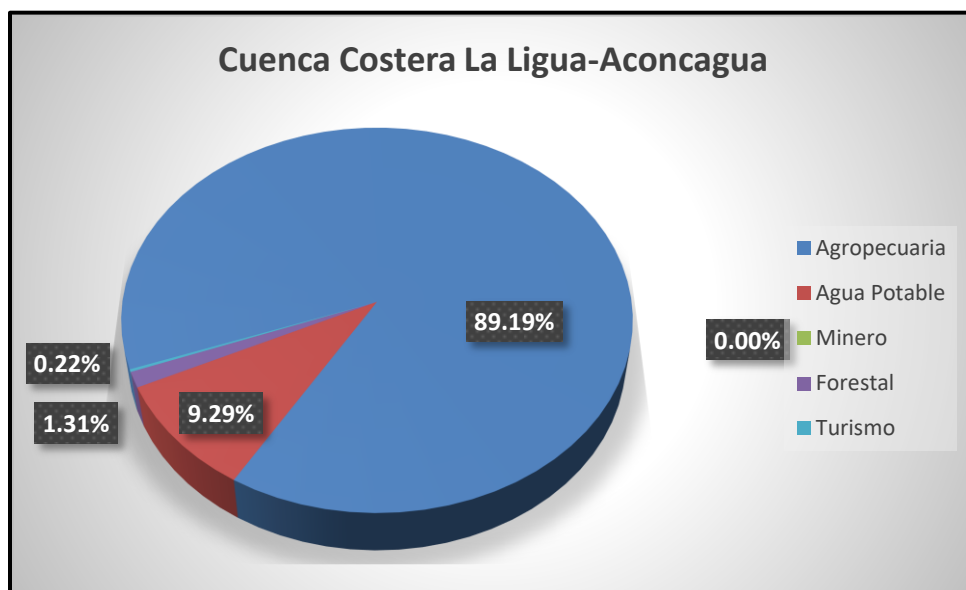
Fuente: Elaboración propia, en base a Fuente: DGA, 2007

FIGURA 23. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA RÍO PETORCA.



Fuente: Elaboración propia, en base a Fuente: DGA, 2007

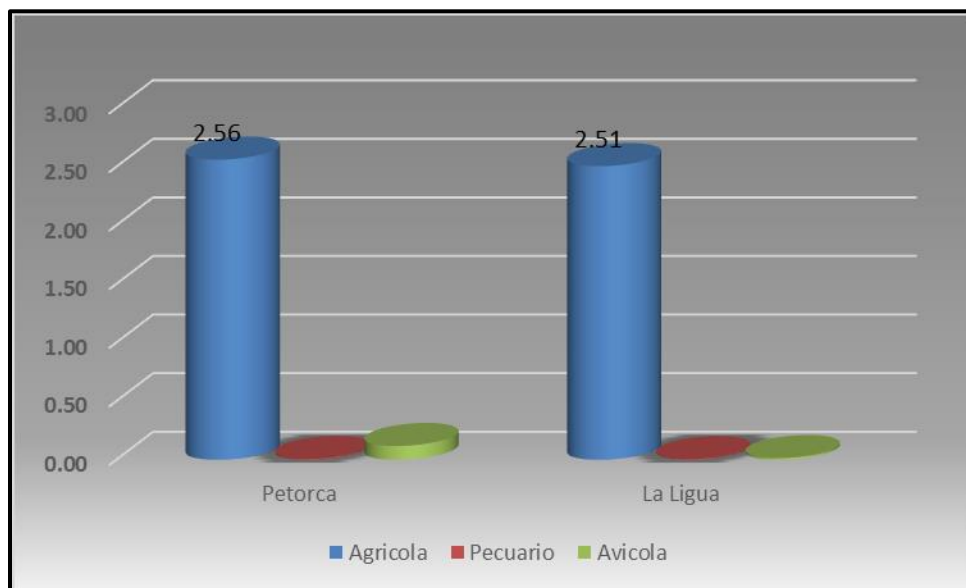
FIGURA 24. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA RÍO LA LIGUA.



Fuente: Elaboración propia, en base a Fuente: DGA, 2007

FIGURA 25. USO DE AGUA (%) ESTIMADA POR SECTOR ECONÓMICO EN LA CUENCA COSTERA LA LIGUA-ACONCAGUA.

Dado el alto consumo de agua que presenta el sector agropecuario en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, a continuación, se desglosa la estimación de este parámetro en los correspondientes usos: agricultura, pecuario y avícola. Donde se distingue que los requerimientos en la cuenca son principalmente agrícolas.



Fuente: Elaboración propia, en base a Fuente: DGA, 2007

FIGURA 26. USOS DE AGUA (M³/S) AGROPECUARIO PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA.

Conforme a los altos consumos estimados en las cuencas Petorca y La Ligua (2.687 m³/s y 2.527 m³/s respectivamente) en comparación a las cuencas costeras ver tabla 3-1, se puede indicar que la principal actividad consumidora de agua dulce es la agricultura ver figura 3-5 con valores de consumo de 2.5 (m³/s) aproximado por cuenca.

4.2.5. Variabilidad Climática y su Incidencia en los Recursos Hídricos

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. (IPCC, 2013)

Las proyecciones climáticas, dan cuenta de una gama de posibilidades para el clima futuro. Este dependerá de cómo evolucione la sociedad mundial, de las tecnologías presentes y futuras, de las fuentes de energía utilizadas, del crecimiento de la población y de las acciones y políticas que se lleven a cabo en temas de cambio climático, entre otros factores. En consecuencia, los impactos también se encuentran en función de estas variables. (MMA, 2014)

Chile cumple con lo señalado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su artículo 4, número 8, sobre países que se consideran especialmente vulnerables: cuenta con áreas de borde costero de baja altura; con zonas áridas, semiáridas; zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; es un país propenso a desastres naturales; presenta zonas propensas a la sequía y la desertificación; presenta zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los sistemas montañosos. (MMA, 2014)

Es importante mencionar que, aun cuando la incertidumbre en las proyecciones de cambio climático es alta, para el caso de Chile existe un consenso entre los modelos de circulación global, y estos indican una alta probabilidad de ocurrencia de una disminución de precipitaciones entre los paralelos 30-42° S. (Centro de Cambio Global UC, 2013)

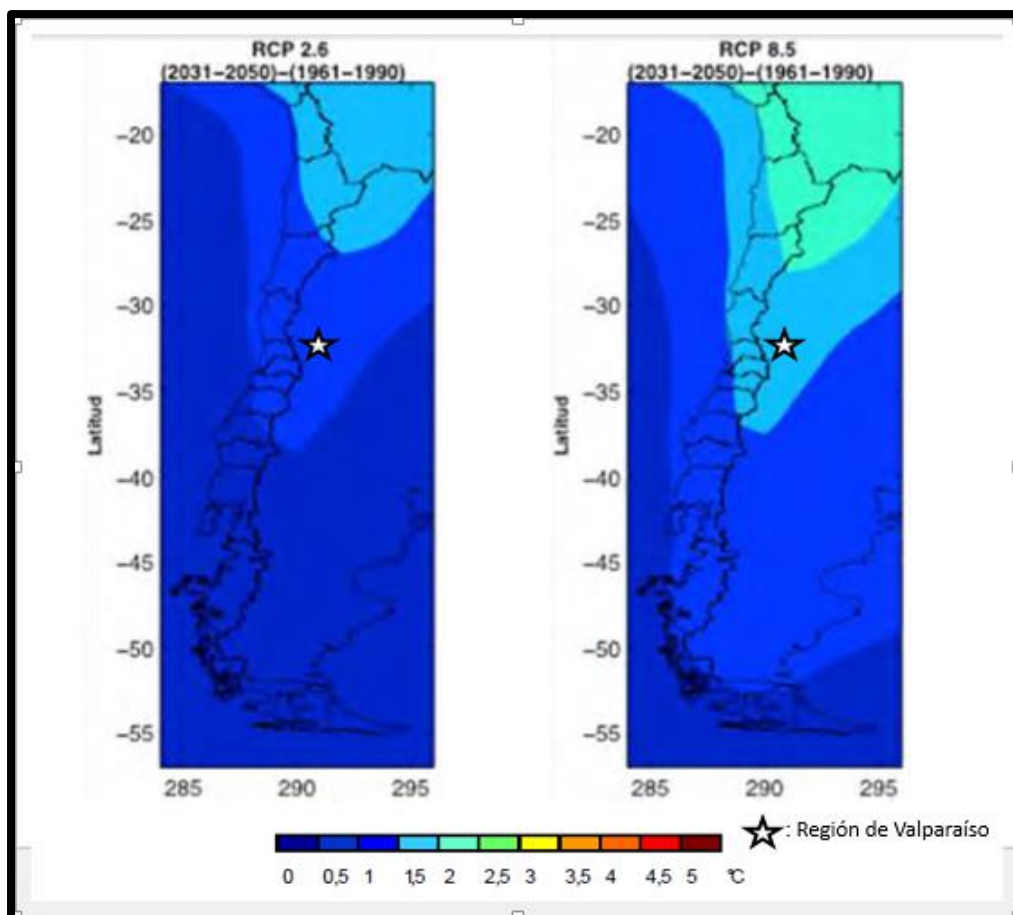
Considerando las proyecciones climatológicas futuras presentadas, se esperan impactos importantes en las condiciones hidrológicas de las diferentes cuencas hidrográficas del país, así como también impactos en la ocurrencia de eventos extremos que afectarían directamente la infraestructura nacional, los que se resumen en los puntos que se abordan a continuación (ver Figura 2.3). (Centro de Cambio Global UC, 2013).

4.2.5.1. Impacto en las variables climáticas

Con el objeto de caracterizar los impactos en la temperatura y las precipitaciones en el área de estudio, a continuación, se presentan los resultados realizados por AGRIMED (2014), en el cual se simuló los impactos del cambio climático basados en dos escenarios: RCP 2.6 (más favorable) y RCP 8.5 (más desfavorable). Los escenarios RCP “*Representative Concentration Pathways*” son los establecidos por el IPCC y se asocia a estimaciones proyectadas de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Cabe señalar que en las imágenes a continuación se destaca la Región de Valparaíso para facilitar la identificación de la región en que están emplazadas las cuencas objeto de este informe.

Temperatura

Sobre el impacto en la temperatura a nivel nacional, la simulación realizada para el período comprendido desde el año 2031 al 2050 (sobre la base histórica de 1961-1990), proyecta un aumento general de este parámetro con un gradiente decreciente de norte a sur y de este a oeste. Para la región de Valparaíso se proyectó alzas de la temperatura promedio con valores de 1 a 1.5°C, dependiendo el escenario RCP seleccionado. Ver figura 27.

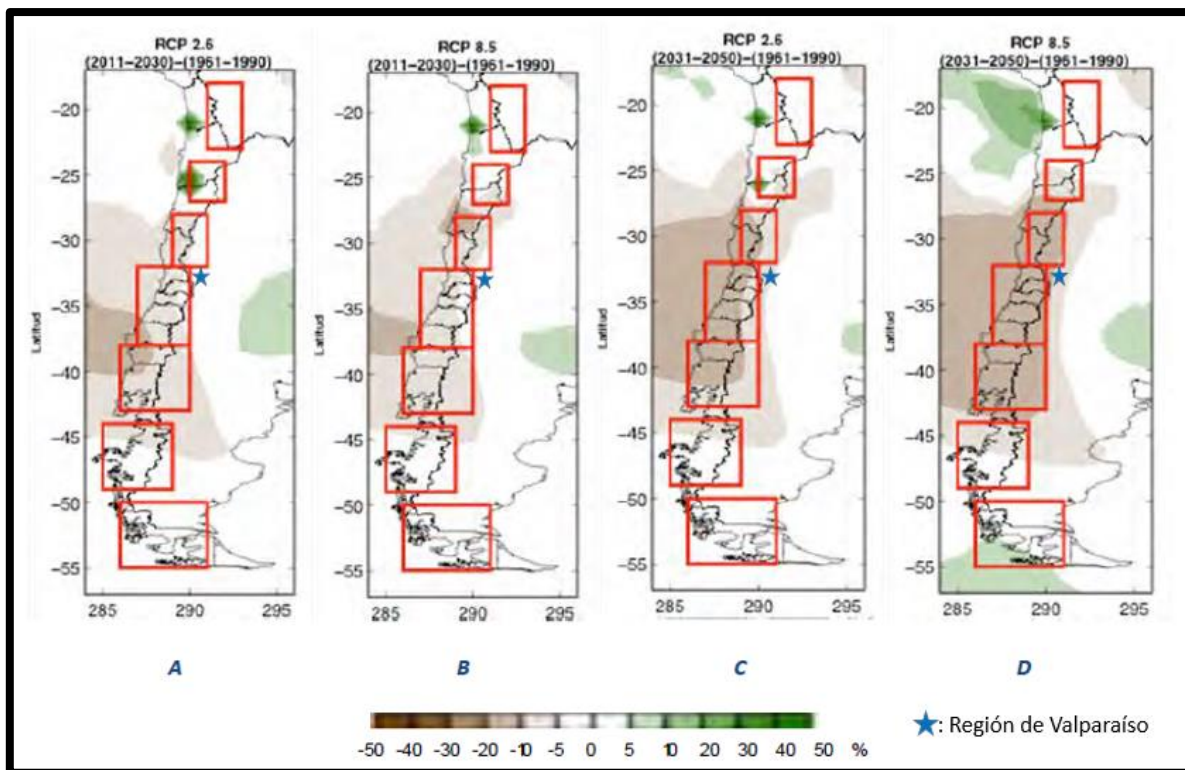


Fuente: MMA (2014)

FIGURA 27. MAPA DE LA SIMULACIÓN DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA EN CHILE PARA EL PERÍODO 2031-2050 Y ESCENARIOS RCP 2.6 Y RCP 8.5.

Precipitaciones

Para la precipitación se puede señalar que, para la zona en que se ubican las cuencas en estudio (región de Valparaíso), las simulaciones muestran disminuciones en las precipitaciones (entre -10% a -20% para el período 2011-2030 y entre -20% a -30% para los años 2031 y 2050).



Fuente: MMA (2014)

FIGURA 28. MAPAS DE LAS SIMULACIONES DE LOS CAMBIOS PORCENTUALES DE LAS PRECIPITACIONES EN CHILE, GENERADAS EN BASE AL PERÍODO 1961 Y 1990.

A Y C: REPRESENTAN EL ESCENARIO RCP 2.6 (PERÍODOS 2011 -2030 Y 2031-2050 RESPECTIVAMENTE). B Y D: REPRESENTAN EL ESCENARIO RCP 8.5 (PERÍODOS 2011 -2030 Y 2031-2050 RESPECTIVAMENTE).

Además del fenómeno del cambio climático, se debe tener presente otros fenómenos de variabilidad climática identificados tales como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y su otra fase, denominada La Niña.

El Niño se caracteriza por un calentamiento del agua del mar lo que provoca un aumento en la temperatura del aire sobre el promedio (1° a 2°C). Además, presenta aumentos significativos tanto en la intensidad como en la cantidad de agua caída. Mientras que la Niña se relaciona con temperaturas del mar y atmosféricas más frías y disminución de las precipitaciones. (Dirección Meteorológica de Chile, 2015). Cabe señalar que este fenómeno es variable en el tiempo, ya que no siempre es constante en las alzas o disminuciones de las temperaturas.

AGRIMED (2014) simuló para el año 2050 (línea base 1980 a 2010) la situación en que podrían encontrarse distintas variables agroclimáticas en la zona de estudio producto del calentamiento global. En las tablas a continuación se resume los valores obtenidos para las localidades de La Ligua y Petorca, además de dos cuencas costeras cercanas como referencia a las localidades costeras en estudio.

TABLA 24. VALORES PROYECTADOS DE LOS CAMBIOS ESPERADOS EN EL RÉGIMEN TÉRMICO AL AÑO 2050 EN (°C).

LOCALIDADES	TXE_LB	TXE_2050	TNE_LB	TNE_2050	TXJ_LB	TXJ_2050	TNJ_LB	TXJ_2050
PETORCA	29,6	31,5	11,9	13,8	17,2	19,5	5,2	7,4
LA LIGUA	24	25,6	11,4	13	14,9	16,6	5,9	7,7
*LOS VILOS	20,3	22,5	12,4	14	13,3	15,4	7	8,8
*VALPARAISO	20,6	22,7	12,2	13,6	15,6	17,4	6,1	7,8

* Incluida como referencia por su cercanía con las localidades costeras del estudio, Fuente: AGRIMED 2014

TXE_LB: temperatura máxima de enero en la línea base (1980-2010) **TXE_2050:** Temperatura máxima de enero para el año 2050. **TNE:** Temperatura mínima de enero. **TXJ:** Temperatura máxima de julio

TNJ: Temperatura mínima de julio

TABLA 25. VALORES PROYECTADOS DE LAS VARIABLES AGROCLIMÁTICAS AL AÑO 2050.

LOCALIDADES	Precipitación	Precipitación	Horas de	Horas	Días grado	Días grado
	(mm)	(mm)	frio	de frio	(base 10º)	(base 10º)
	1980-2010	2050	1980-2010	2050	1980-2010	2050
PETORCA	248	201	560	124	1990	2635
LA LIGUA	279	227	626	132	1360	1881
* LOS VILOS	236	190	200	37	1342	1774
*VALPARAISO	405	331	261	54	1375	1822

* Incluida como referencia por su cercanía con las localidades costeras del estudio, Fuente: AGRIMED, 2014.

En el Anexo IV se incluye cartografía climática desarrollada para el año 2050 y tablas con el comportamiento anual de las variables agroclimáticas vistas en las tablas anteriores.

Eventos climáticos extremos

Cabe señalar que el suceso de eventos extremos como son las olas de calor, sequías, inundaciones e incendios forestales están conectados con el clima y sus impactos generan alteraciones a los ecosistemas, producción de alimentos, suministro de agua, daños a la infraestructura (incluyendo infraestructuras para el riego, salud y bien estar humano).

De acuerdo a lo señalado por el MMA (2014), dentro de los eventos extremos se ha encontrado un marcado aumento en la probabilidad de eventos de sequía² (considerado, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XXI (como referencia se señala la ocurrencia de más de 10 veces en 30 años). No obstante, se ha identificado el aumento de eventos de precipitaciones de alta intensidad asociada a temperaturas elevadas. Una temperatura atmosférica elevada provoca una elevación de la isoterma cero, aumentando así el riesgo de inundaciones, crecidas violentas de los caudales y aluviones.

Con respecto a los eventos climáticos extremos y como estos han afectado los recursos hídricos, el estudio realizado por Ayala, Cabrera y Asociados, (2014), mediante un análisis de datos rellenados de 34 estaciones con más de 30 años con datos medidos, identificó que en el largo plazo no ha habido una disminución sostenida en el período analizado.

No obstante, se registra una disminución de un 16% en los últimos 10 años del promedio de precipitaciones anuales, (disminuyó a 233 mm de un promedio anual histórico de 279 mm).

Datos estadísticos disponibles en http://documentos.dga.cl/SUB5477_Anexo1.pdf

Además, el promedio anual de precipitaciones de los últimos 5 años ha sido de 189 mm anuales lo que se traduce en una reducción de un 32% con respecto al promedio en 30 años.

Mientras que en el promedio de caudales medios anuales (años de análisis 1963 y 2012) se indicó un caudal de 1.34 m³/s; 0.71 m³/s (10 últimos años) y 0.29 m³/s (5 últimos años).

No obstante, se identificó una disminución de los caudales de 47% y 22%, respectivamente, se debe tener presente que estas están influenciadas por la gran cantidad de extracciones de agua clandestinas. Ayala, Cabrera y Asociados, (2014). Datos estadísticos disponibles en http://documentos.dga.cl/SUB5477_Anexo2.pdf

Por lo antes expuesto, se señala que, el área de estudio sí presenta una merma en las precipitaciones en los últimos años con respecto a la base de datos, lo que directamente se traduce en una menor disponibilidad de recursos hídricos para las cuencas en estudio. Situación que, conforme a los pronósticos asociados al cambio climático se podrían intensificar.

Sin embargo, se debe tener presente que la variabilidad climática también está influenciada por el fenómeno de ENSO, y muestra de ello es que luego de un período prolongado de bajas precipitaciones, en el año 2015 se presentó precipitaciones intensas, asociadas a este fenómeno, que provocaron que los ríos de la provincia de Petorca volvieran a tener caudal tras años de sequía.

(<http://www.biobiochile.cl/2015/08/06/sistema-frontal-hace-que-rios-de-la-provincia-de-petorca-vuelvan-a-tener-caudal-tras-anos-de-sequia.html>).

El creciente desequilibrio que se ha observado entre el aumento de la demanda (crecimiento acelerado) y la disminución de la disponibilidad natural de estos, también

² Aquí MMA (2014), considera como sequía dos años consecutivos con precipitaciones anuales menores al percentil 20 de la línea base.

afectada por el cambio climático. Destaca el sobreconsumo en las aguas subterráneas. AGRIMED (2014).

Lo anterior se refleja en las cuencas de estudio con la demanda actual, principalmente agrícola, que hay en las cuencas de estudio y la disminución de la oferta hídrica que se constata en las mediciones tanto de agua superficial como subterránea.

Los registros de observaciones y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y pueden resultar gravemente afectados por el cambio climático, con muy diversas consecuencias para las sociedades humanas y los ecosistemas. (IPCC, 2008).

Considerando los efectos del aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones, esperados para gran parte de la zona centro-sur del país, se estima una reducción de los caudales medios mensuales para las cuencas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, paralelos 30°S y 42°S, (MMA, 2014). De acuerdo a los antecedentes expuestos, en el área que abarca las cuencas objeto de este estudio, las precipitaciones al año 2050 disminuirían aproximadamente en un 20%, lo que provocaría un decremento proporcional en la escorrentía superficial y la disponibilidad de agua subterránea.

Con respecto a la disponibilidad de agua futura asociada a los embalses, que AGRIMED (2014) hace presente el rol de regulación estacional (aportación de agua invernal para uso estival) que tendrían principalmente los embalses actuales en Chile y no un rol interanual a largo tiempo, por lo que se debe tener presente la vulnerabilidad del sistema para soportar períodos de sequía prolongados, situación que se vería acrecentada con la disminución que se ha proyectado para las precipitaciones.

Análisis de antecedentes

La variabilidad climática hay que entenderla como un fenómeno complejo que tiene múltiples aristas e impactos en los factores ambientales, sociales y económicos. En base a los antecedentes expuestos, se puede indicar que las proyecciones de cambio climático expresan la complejidad de este fenómeno y entregan probables escenarios, en los que se podrían ver afectados los recursos hídricos en la zona de estudio.

Considerando la complejidad antes descrita se debe tener presente que los modelos a nivel mundial y nacional nos entregan estimaciones de los posibles escenarios, los que podrían cambiar conforme a variaciones en las concentraciones de gases invernaderos, rango de años de línea base considerados, factores locales que no hayan sido identificadas u otras variables. No obstante, parece ser un denominador común las proyecciones de alzas en la temperatura y disminuciones en las precipitaciones estimadas para la zona en que está emplazada el área de estudio.

Es del caso señalar que, además del cambio global, también existen los fenómenos de variabilidad interanual los que podría afectar con mayor o menor intensidad a las variables climáticas en los diferentes años.

Es importante entonces considerar la adaptación de los diferentes sectores frente a los posibles escenarios y sus consecuencias, con el objeto de mitigar los efectos negativos. Al

respecto, Chile cuenta con un Plan Nacional de Cambio Climático 2014 del Ministerio de Medio Ambiente, que tiene un enfoque de inclusión de los diversos sectores involucrados y le permite al país tener un marco de referencia para la toma de decisiones y acciones pertinentes.

Capacidad de prevención, respuesta y/o mitigación de eventos extremos

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, en relación con sistemas humanos y naturales expuestos y vulnerables, pueden provocar desastres. (IPCC, 2012)

Chile ha presentado a lo largo de su historia distintos eventos extremos asociados a los recursos hídricos como las sequías e inundaciones. Conforme al capítulo de variabilidad climática de este informe, se debe tener presente que las proyecciones sobre disminución de precipitación y aumento de la temperatura están asociadas a un incremento de la frecuencia de los fenómenos de variabilidad climática descritos.

Dado el contexto de este estudio sobre los recursos hídricos, para esta sección se ha identificado los siguientes eventos extremos: Inundaciones, aluviones, sequías, ya que la ocurrencia de éstos, se relacionan con aspectos climáticos y disponibilidad de recursos hídricos.

La capacidad para enfrentar los citados eventos, los que pueden ser origen de emergencias, desastres o catástrofes, se indica en conformidad con la institucionalidad actual, aspectos sociales, infraestructura, actividades económicas y condiciones ambientales.

Definición de los eventos

- i. *Inundación*: “Corresponde a un rápido ascenso del nivel del agua, generando caudales inusuales que cubren o llenan superficies de terreno que normalmente son secas. La principal causa de las inundaciones son las precipitaciones intensas en un corto período de tiempo, en donde se supera la capacidad de absorción del suelo y comienza a subir el nivel de los ríos. También se pueden generar por el derretimiento de nieves, rotura de represas y actividades humanas como tala de bosques, canalización de tramos de un río y la impermeabilización del suelo a causa del asfalto, entre otros.” (ONEMI, 2015)
- ii. *Aluvión*: “Los aluviones corresponden a un tipo de movimiento brusco de tierra mezclado con agua. Se caracterizan por sus flujos rápidos y violentos capaces de arrastrar rocas y otros materiales que descienden por una quebrada o lecho de río. Estos ocurren cuando el agua se acumula rápidamente en el suelo a raíz de una lluvia intensa o deshielos repentinos, convirtiendo el terreno en un caudaloso río de lodo o barro (USGS)” (ONEMI, 2015).
- iii. *Sequías*: “Se considera como sequía dos años consecutivos con precipitaciones anuales menores al percentil 20 de la línea base” (MMA, 2014)

Ver en Anexo V más definiciones asociadas a la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres.

4.2.5.2. Análisis de la situación nacional y local en materia de gestión de riesgos originados por eventos climáticos extremos:

En términos generales sobre gestión de riesgos y desastres el IPCC (2012) indica con un nivel alto de confianza las siguientes situaciones identificadas:

La gestión eficaz de los riesgos suele constar de un conjunto de acciones orientadas a la reducción y transferencia de riesgos y a una respuesta ante los fenómenos meteorológicos y los desastres, en oposición a la adopción de un enfoque único sobre una acción o tipo de acción aislados

La gravedad de las repercusiones de los fenómenos climáticos extremos depende, en gran medida, del grado de exposición y vulnerabilidad a esos fenómenos extremos.

Las tendencias en la exposición y la vulnerabilidad son importantes factores impulsores de cambios en los riesgos de desastre.

Las prácticas, las políticas y los resultados en materia de desarrollo son fundamentales para determinar los riesgos de desastre, que pueden ser mayores debido a las deficiencias en el ámbito del desarrollo

Institucionalidad

Chile cuenta con Plan Nacional de Protección Civil (Decreto N° 156, 2002 del Ministerio del Interior), organismo coordinador ONEMI.

Dentro de la región de Valparaíso y la provincia de Petorca con sus comunas funcionan los Comités de Emergencia Regionales, Provinciales y Comunales.

El estado cuenta con instrumentos legales, como, por ejemplo, decreto que declara zona de emergencia agrícola y decreto que declara zona de escasez hídrica, además de herramientas de fomento y financiamiento para el sector agropecuario, incluido proyectos de riego. (MINAGRI, 2015)

Variable social

Para caracterizar la población que habita en las cuencas de en estudio se ha referenciado la provincia de Petorca debido a que reúne gran parte del territorio de las cuencas en estudio. Conforme la información del CENSO disponible. De los datos (Ver anexo IV) se desprende que aproximadamente el 50% de la población sobre 15 años ha cursado estudios hasta la enseñanza básica y cerca de un tercio corresponde a menores de 15 años y mayores de 65%. De la encuesta CASEN (2009) se puede indicar que aproximadamente el 13% de la población de la provincia de Petorca está bajo la línea de la pobreza.

Considerando los datos del CENSO y lo indicado por el IPCC (2012) “La exposición y la vulnerabilidad de las personas y las comunidades son distintas en función de las desigualdades en los niveles de riqueza y educación, discapacidad y estado de salud, así como del sexo, la edad, la clase social y otras características sociales y culturales”. Se debe tener presente las distintas condiciones de la población al momento de hacer frente a un evento extremo.

Infraestructura y gestión sectorial

Existe una estrategia nacional de recursos hídricos 2012-2025 del Ministerio de Obras Públicas, que establece medidas para abordar la escasez hídrica (Embalses, infiltración de acuíferos, desalación e implementación de otras fuentes de agua no convencionales).

Para las cuencas de estudio actualmente se proyecta la construcción de embalses de mayor capacidad, que busca aumentar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la seguridad de riego. También considera un proyecto de infiltración artificial de acuíferos que busca la recuperación de éstos a través de obras destinadas a la recarga forzada de aguas superficiales. En las cuencas de estudio se ha implementado infraestructura de riego (particular y comunitaria) como riego tecnificado, canales, estanques acumuladores, entre otros. En Chile existe un sistema de información meteorológico que, entre otras cosas, permite tener antecedentes para anticipar la ocurrencia de precipitaciones de alta intensidad. Y tomar medidas para prevenir efectos adversos.

El Ministerio de Medio Ambiente ha generado el documento denominado Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el cual reconoce el impacto de éste en la ocurrencia de los eventos extremos y ha establecido una estructura operativa (Ver anexo V). Al respecto, la implementación de este plan nacional fortalecería la capacidad para prevenir y/o enfrentar los eventos extremos vinculados a las cuencas La Ligua, Petorca y costeras en estudio.

Específicamente, para los recursos hídricos y requerimientos de infraestructura, el citado documento establece un plan de adaptabilidad que considera una gestión sustentable del recurso hídrico, prevención y enfrentamiento de la escasez hídrica, mejoramiento de la red de monitoreo, reutilización del agua, educación a la población, entre otras. (MMA, 2014) Ver anexo V.

Actividades económicas y condiciones ambientales.

Las cuencas en estudio presentan escasez hídrica con alta demanda para la agricultura, lo que aumenta su vulnerabilidad a las sequías. (ICCP, 2012).

La principal actividad económica en la zona es la agricultura, en alta proporción de árboles frutales (principalmente paltos, registrada en el CENSO agropecuario del 2007 con cerca del 73% de superficie en la provincia de Petorca) VER ANEXO V que tienen requerimientos hídricos en plena producción, que fluctúan entre 8.000 a 10.000 m³ por hectárea en la temporada y en cultivos emplazados en la zona norte o más cercanos a la cordillera los requerimientos pueden llegar incluso a cerca de 18.000 m³ por hectárea al año. (INIA, 2012). Es de amplio conocimiento que la deforestación y algunas prácticas agrícolas (camellones a favor de la pendiente) favorecen mayor escorrentía superficial, por ende, potencia erosión del suelo generación de crecidas o aluviones.

Los modelos de cambio climático y los datos históricos meteorológicos señalan que la zona está afectada al cambio climático (disminución de las precipitaciones y aumento de la temperatura). Además, se debe tener presente la influencia de los fenómenos de variabilidad climática como ENSO (El Niño y La Niña). El aumento de la isoterma cero

asociados a precipitaciones de alta intensidad aumenta la probabilidad para la generación de inundaciones y/o aluviones.

El aumento de la temperatura y baja humedad relativa, son variables meteorológicas asociado a períodos de sequía que aumenta el índice de peligro de ocurrencia de incendios forestales. Variables que se ven potenciadas con el calentamiento global. Es importante destacar que, en un incendio forestal, además de la flora y fauna silvestre, también se pueden ver afectados personas, bienes y cultivos. El aumento de las temperaturas promedio y más días cálidos genera mayor requerimiento de riego para los cultivos.

TABLA 26. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS GENERALES QUE INFLUYEN EN LA PREVENCIÓN RESPUESTA Y/O MITIGACIÓN DE EFECTOS DE EVENTOS EXTREMOS.

	Capacidad de Prevención		Capacidad de Respuesta y/o Mitigación	
	Aumenta	Disminuye	Aumenta	Disminuye
Existencia de un sistema de alerta temprana y redes de comunicación.	X			
Prácticas agrícolas poco sustentables (Ej. Sobre uso del recurso hídrico)		X		
Aumento y/o mejoramiento de infraestructura de riego			X	
Existencia de sistema de monitoreo meteorológico e hidrológico que cumpla objetivos	X			
Institucionalidad multisectorial estructurada y organizada para enfrentar eventos extremos	X		X	
Condición de sequía recurrente y Medio ambiente impactado				X
Disponibilidad de fondos para enfrentar eventos extremos			X	
Existencia de Investigación y educación.	X		X	

Fuente: Elaboración propia conforme a situación descrita

Con respecto a la gestión local, para reducir los impactos asociados a la escasez hídrica de manera más coordinada y con una mejor focalización y articulación de recursos, la Gobernación de la Provincia de Petorca generó el documento denominado Plan Petorca 2014, el cual contiene las medidas establecidas por los organismos públicos para enfrentar esta situación.

Para enfrentar la escasez hídrica, en términos generales, se proponen acciones asociadas con el apoyo a las comunidades afectadas y en los ámbitos de la planificación y gestión territorial, generar mayor adaptación a la variabilidad y al cambio climático.

Este plan está basado en tres ejes fundamentales, (descritos como objetivos generales en la tabla 27). Con esto se pretende lograr seguridad hídrica basándose en la gestión integrada y adaptativa de las cuencas.

TABLA 27. OBJETIVOS DEL PLAN PETORCA 2014 Y VALORIZACIÓN.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Valorización
Mejorar el abastecimiento de Agua para consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de Sistemas de Agua Potable Rural (APR) • Prospección, Construcción y habilitación de APR • Distribución y acumulación de Agua para la bebida 	171.187.593.073
Entregar Apoyo Social	<ul style="list-style-type: none"> • Programas Pro empleo. • Programas de Inversión Local • Alimentación y protección del ganado 	6.726.317.397
Entregar apoyo a la actividades productivas	<ul style="list-style-type: none"> • Área Productiva: Bono insumos Productivos, recuperación de suelos. • Área Infraestructura: Embalses, Canales, Obras de riego. 	48.088.000
TOTAL INVERSION EMERGENCIA HIDRICA		178.231.998.470

Fuente: Plan Petorca 2014

4.2.5.3. Análisis de la situación local sobre prevención, mitigación/respuesta:

Conforme a los requerimientos de agua y a la disponibilidad hídrica las cuencas en estudio son altamente vulnerables a períodos de sequía. Lo que agrava aún más la situación es que las cuencas estaban desprovistas de sistemas de embalses de gran tamaño. Situación que se abordó con la construcción de éstos por parte de la DOH.

El Plan Petorca 2014, encierra las principales actividades y medidas de los servicios públicos, incluyendo las municipalidades, para hacer frente a la sequía. En líneas generales el Plan Petorca 2014 considera la gestión asociada a la disponibilidad en cantidad y calidad de agua potable para la población, mejoramiento de la infraestructura hídrica, capacitaciones, entrega de apoyo social y a actividades productivas, entre otras.

Es importante destacar la coordinación y visión global al cual apunta el Plan Petorca al incluir el trabajo multisectorial de diferentes organismos públicos con programación temporal y valorización de éste. Básicamente, se registran acciones de mitigación frente a la sequía por medio de instrumentos de gestión y proyectos.

Para potenciar la prevención de los efectos adversos de una sequía en la Provincia de Petorca es importante incluir una gestión integrada de las cuencas en estudio, considerando la gestión de los recursos hídricos. Esto otorga un enfoque que permite identificar la condición de la cuenca desde diferentes perspectivas y así detectar los diversos peligros a los cuales se ve enfrentado la zona de estudio. Lo cual se podría potenciar con modelos predictivos climáticos que dan una perspectiva temporal a la gestión.

Los diferentes estudios realizados por universidades, organismos gubernamentales u otras entidades sobre la condición hídrica de las cuencas en estudio, aumentaron el conocimiento de la zona y se convierten en una herramienta fundamental en la toma de decisiones. Por ejemplo, los estudios técnicos que respaldaron a la DGA para revocar los DAA provisionales. Con esta medida se buscó aumentar la disponibilidad de agua en las cuencas mitigando los efectos adversos actuales y previniendo los futuros.

Las actividades de organizaciones locales, como la creación de las OUAs; mejoramiento de infraestructura de riego y la búsqueda de proyectos alternativos de abastecimiento de agua que actualmente existen en la zona (ej. Reuso de aguas servidas), se convierten en estrategias importantes para disminuir los efectos de las sequías.

Además, algunas municipalidades de la provincia, dentro de los PLADECOS han establecido estrategias que se pueden asociar a la gestión de eventos extremos, como ejemplo se indican lo siguiente:

La Ilustre Municipalidad de Cabildo, a través de la identificación del eje estratégico comunal de Medioambiente programó para el 2016 el proyecto denominado “Creación campaña de difusión de uso y cuidado de agua.”

La Ilustre Municipalidad de Papudo, en un trabajo conjunto con la Comunidad, realizaron el entubamiento de las aguas provenientes del pozo Placilla, disminuyendo las pérdidas y fugas de agua de riego.

El Pladeco de la Ilustre Municipalidad de La Ligua para la vulnerabilidad del recurso Hídrico en su comuna establece las siguientes medidas: (Está referida a la contaminación antrópica que pueda afectar la calidad de los recursos hídricos subterráneos ocupables como fuente de agua potable)

- Definir las áreas con mayor vulnerabilidad de contaminación de aguas subterráneas y relacionarlas con la situación de los asentamientos humanos de la comuna.
- Proteger los puntos de captación para el control de la ocupación territorial.
- Guiar las condiciones sobre desarrollos territoriales de acuerdo a la delimitación referencial de los valores de vulnerabilidad.

4.2.5.4. Consideraciones para la gestión del riesgo, aplicables a ocurrencia de eventos extremos en las cuencas en estudio:

Finalmente, conforme a las condiciones locales antes señaladas se describe las siguientes consideraciones del IPCC (2012) para gestionar los riesgos de desastres que son aplicables al área de estudio:

“La gestión eficaz de los riesgos suele constar de un conjunto de acciones orientadas a la reducción y transferencia de riesgos y a una respuesta ante los fenómenos meteorológicos y los desastres, en oposición a la adopción de un enfoque único sobre una acción o tipo de acción aislados”. Este aspecto menciona la mayor eficiencia que tienen las soluciones de enfoque local, abordando infraestructura y soluciones de menor envergadura.

“Los enfoques de gestión de los riesgos de peligros múltiples brindan oportunidades para reducir fenómenos peligrosos complejos y compuestos” Este punto aborda la necesidad de generar una evaluación integral de los diferentes tipos de peligros para evitar que las acciones de gestión no incrementen la vulnerabilidad en otros eventos. Para este caso, la mirada multisectorial y a distintas escalas que ha planteado el gobierno favorece la detección integral de los distintos peligros.

“La integración de conocimientos locales y de conocimientos científicos y técnicos adicionales puede fomentar la reducción de riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático (nivel de acuerdo alto, evidencia fiable)”. Aquí se plantea la gran importancia que tiene la participación de los habitantes locales de la comunidad. Ya que, entre otras cosas, mejora la información de la ocurrencia de fenómenos extremos y sus efectos, además, posibilita la identificación de capacidades y deficiencias de la comunidad.

“La comunicación adecuada y puntual de los riesgos es crítica para la adaptación y gestión de riesgos de desastre efectivas”. Este punto aborda la importancia que tiene generar comunicación efectiva de los riesgos (intercambio e integración de conocimientos) a todos los interesados, además de considerar las incertidumbres y complejidades de los eventos.

“Un proceso iterativo de monitoreo, investigación, evaluación, aprendizaje e innovación puede reducir el riesgo de desastres y fomentar una gestión de la adaptación en el contexto de los fenómenos climáticos extremos”. Este punto se relaciona con la necesidad de ir evaluando y mejorando siempre los niveles de información, basados en que estos eventos son cambiantes y complejos.

4.2.6. Caracterización ambiental de las cuencas

4.2.6.1. Vegetación

Zona Costera: Se puede encontrar vegetación asociada a un matorral arbustivo costero formado por especies como el peumo, boldos y maitenes, junto a hierbas y gramíneas. En las áreas más húmedas como fondos de quebradas se pueden encontrar litres, quilas, pataguas.

Zona intermedia: Se caracteriza por la estepa de arbustos espinosos donde predomina el espino. En los sectores más soleados, que miran al norte, se encuentran arbustos como el guayacán, algarrobo, quillay, molle y otros asociados al espino. Ver figura 6-1 y 6-2

Sobre los 400 y 1.000 msnm, existe el denominado bosque esclerófilo. Este bosque está formado por especies arbóreas como quillay, litre, molle, belloto, boldo y peumo.

Zona cordillerana: Sobre los 1.600 y 2.500 msnm, el paisaje está formado por la estepa arbustiva subandina adaptada a suelo pedregoso y condiciones extremas de vientos fuertes y acumulaciones de nieve. Por encima de los 2.500 metros se encuentra la estepa andina de altura, que se caracteriza por su aspecto achaparrado de poca altura (40 cm).

Cabe señalar que en la visita a terreno se evidenció que las cuencas están altamente intervenidas por cultivos, razón por la cual la vegetación se encuentra dispersa.



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 29. ALGARROBO EN LA CUENCA DEL PETORCA.



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 30. ESPINO EN LA CUENCA DE LA LIGUA, ESTERO LOS ÁNGELES.



Fuente Propia.

FIGURA 31. PAISAJE CON VEGETACIÓN SILVESTRE Y CULTIVOS EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

Para la cuenca Costera Ligua Aconcagua, Estero Catapilco se identificó 73 especies de Flora Vascular y 9 especies de Macrófitas no Vasculares (U de Valparaíso, 2013).



Fuente: U de Valparaíso (2013)

FIGURA 32. *LUDWIGIAPEPLODES* (PEPINILLO DE AGUA)



Fuente: U de Valparaíso (2013)

FIGURA 33. AZOLLA FILICULOIDES (HIERBA DEL PATO)

4.2.6.2. Fauna

A modo de caracterización se indica algunas especies identificadas en el Inventario Nacional de Especies y que fueron identificadas para la provincia de Petorca y/o Región de Valparaíso.

Para los mamíferos se puede destacar el Guanaco y el Puma; para las aves el Cóndor (*Vultur grypus*), Aguilucho chico (*Buteo albigula*) y en reptiles, la culebra de cola larga (*Philodryas simonsii*) y anfibio sapo de rulo (*Rhinella arunco*). Ver anexo I.

La clasificación general de la fauna acuática corresponde a insectos acuáticos, organismos bentónicos macroinvertebrados y peces. Para los Insectos no se tienen antecedentes concluyentes, mientras que, los Macroinvertebrados se identifican dos especies en peligro de extinción *Aegla papudo* y *Cryphiopscaementarius*.

TABLA 28. ESPECIES PISCÍCOLAS IDENTIFICADAS PARA LA CUENCA DE LA LIGUA Y PETORCA.

Especie		Estado de conservación
Nombre común	Nombre científico	
Pejerrey costero	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Vulnerable
Pocha	<i>Cheirodompiscicula</i>	Vulnerable
Puye	<i>Galaxias maculatus</i>	Peligro de extinción
Bagrecito	<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Vulnerable
Pejerrey chileno	<i>Cauque vrevianalis</i>	Peligro de extinción
Carmelita	<i>Percilia Gillisi</i>	Vulnerable

FUENTE: DGA, 2004

Como referencia a las cuencas costeras, para el Estero Catapilco, la Universidad de Valparaíso, (2013) identificó Macro invertebrados bentónicos, principalmente 24 familias de insectos, 5 de crustáceos y 5 gasterópodos, 18 especies de aves y 6 piscícolas.

4.2.6.3. Clasificación de uso de suelos

TABLA 29. USO DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

Cuenca Río Petorca (ha)	Usos de suelo	Superficie (ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
198.600	Praderas	1.836	0.92
	Terrenos Agrícolas y Agricultura de riego	7.683	3.87
	Plantaciones Forestales	1.256	0.63
	Áreas Urbanas e Industriales	204	0.10
	Minería Industrial	<156,25	0.08
	Bosque nativo y Bosque mixto	616	0.31
	Otros usos*	174.855	87.98
	Áreas sin Vegetación	12.149	6.11

*Referido a los usos: matorrales, praderas, rotación de cultivo, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieve, glaciares y humedales; **Fuente:** DGA (2004).

TABLA 30. USO DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

Cuenca Río La Ligua (ha)	Usos de suelo	Superficie (ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
	Praderas	2.391	1,2
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	10.729	5,4
	Plantaciones forestales	625	0,3

198.000	Áreas urbanas e industriales	519	0,3
	Minería industrial	262	0,1
	Bosque nativo y bosque mixto	1.974	1
	Otros usos*	172.433	87,1
	Áreas sin vegetación	9.067	4,6

*Referido a los usos: matorrales praderas rotación de cultivo áreas no reconocidas cuerpos de agua, nieve, glaciares y humedales; **Fuente:** DGA (2004).

TABLA 31. USO DE SUELOS EN LA SUB CUENCA DEL ESTERO CATAPILCO.

Cuenca Costera Estero Catapilco(ha)	Usos de suelo	Superficie (ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
29914	Agrícola	1798,65	6.0
	Agua	119,88	0.4
	Bosque esclerófilo	8399,53	28.1
	Bosque nativo	3817,71	12.8
	Matorral Pradera	10710,26	35.8
	Plantaciones forestales	1908,97	6.4
	Pradera	2490,48	8.3
	Urbano	668,09	2.2

Fuente: Elaboración propia en base a datos de U de Valparaíso (2013)

4.2.6.4. Áreas de protección existentes o propuestas para conservación:

Áreas Silvestres Protegidas del Estado:

En el área de estudio no existen áreas de protección definidas como parque nacional, reserva natural o monumento natural. (CONAF, 2015).

Área Prohibición de Caza:

TABLA 32. ÁREAS DE PROHIBICIÓN DE CAZA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Nombre	N° Decreto	Fecha de Publicación	Superficie (há)
Humedal La Laguna y estero de Catapilco	465	01.10.2008	211
Altos de Alicahue y Petorca	65	13..05.1999	114.000

Fuente: SAG www.sag.cl/sites/default/files/areas_prohibidas_caza_1.pdf

Sitios Prioritarios para la conservación en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA)

TABLA 33. SITIO DE PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN SEIA.

Nombre del Sitio	Ambiente	Superficie (ha)
Altos de Petorca y Alicahue	Terrestre	123.495,3
Bosques de Zapallar	Terrestre	1.596,95
Los Molles-Pichidangui	Terrestre	2.986,09

Fuente: Of. Ord.100143. SEIA.15.11.10

Con respecto a los Sitios reconocidos de la estrategia regional de Biodiversidad, Región de Valparaíso, se adjunta Resolución exenta N°739 de fecha 28.03.2007, con el correspondiente listado.

4.2.7. Identificación de Impactos ambientales asociados al riego:

Se ha identificado los principales impactos ambientales reales y potenciales generados por la actividad de riego e impactos ambientales generados por otras actividades y que podrían afectar a éste.

TABLA 34. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR OPERACIONES VINCULADAS AL RIEGO.

Actividad Principal: Riego		
Actividad específica o condición subestandar	Impacto Directo	Impactos Indirectos
Extracción de agua subterránea sobre límites sustentables.	Disminución generalizada y progresiva del nivel freático.	Disminución de la disponibilidad de agua en los humedales con probable afectación de flora y fauna por disminución de la cantidad de agua y/o su calidad.
		Afectación de la capacidad de recuperación del acuífero por efecto de compactación.
Extracción de agua subterránea sobre límites sustentables.	Disminución del caudal de los ríos bajo caudal ecológico	Afectación de la flora y fauna por disminución de la cantidad de agua y/o su calidad.
Embalses de riego (Se considera impacto principal en etapa de operación)	Inundación de superficies.	Afectación de flora y fauna que habita o transita en ese sector. -
Instalación o renovación de sistemas de riego.	Afectación del suelo, agua o aire por disposición y/o manejo deficiente o subestandar.	Disminución de calidad de agua, aire y afectación a flora y fauna

Fuente: Elaboración propia

TABLA 35. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR OTRAS OPERACIONES QUE PUDIESEN AFECTAR AL RIEGO DEBIDO A LA AFECTACIÓN DE CUERPOS DE AGUA.

Actividad Principal: Otras actividades agrícolas	
Actividad/Infraestructura específica o condición subestandar	Impacto Directo
Uso de productos químicos (Ej. Plaguicidas).	Contaminación/ deterioro de la calidad de cuerpos de aguas por uso de productos no autorizados, aplicación excesiva o manejo inadecuado de residuos.
Actividad Principal: Minería	
Actividad/Infraestructura específica o condición subestandar	Impacto Directo

Depósito de Relaves (en etapa de operación o post cierre)	Contaminación/ deterioro de la calidad de cuerpos de aguas por vertimiento de material de relave o lixiviación.
Actividad Principal: Vertido de Aguas servidas/ Residuos Líquidos industriales	
Actividad/Infraestructura específica o condición subestandar	Impacto Directo
Vertimiento en condición subestandar de residuos líquidos industriales o aguas servidas a cuerpos de agua.	Contaminación/deterioro de la calidad de cuerpos de aguas.

Fuente: Elaboración propia

4.2.7.1. Análisis de los impactos asociados al riego:

La identificación realizada en las tablas anteriores corresponde a los principales impactos asociados a las actividades principales identificadas: Riego, Otras Actividades Agrícolas, Minería y Vertido de aguas servidas o Riles.

La tabla 45, asociada a actividades de riego, considera Impactos directos a los cursos de agua, e impactos indirectos que se podrían generar al medio ambiente por la disminución de la calidad y/o cantidad de agua. (Se entiende Impacto Ambiental Directo o Indirecto si el impacto ambiental es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción).

El impacto que ha causado más relevancia es la extracción ilegal en las cuencas, esto se respalda con el Anexo VI-2 donde se detallan denuncias de extracciones ilegales y acciones civiles.

Con respecto a la inundación de terrenos por los embalses este es identificado en los estudios impactos ambientales de estas obras.

Los impactos identificados por manejo de residuos deficientes corresponden a un impacto potencial en el caso que no sean manejados adecuadamente, cualquier residuo generado por una actividad. Se entiende como un impacto potencial el que se asocia a una actividad o proyecto conforme a las características de éste.

El uso de productos químicos (ej.: plaguicidas), potencialmente puede generar contaminación a los cuerpos de agua, esta identificación se basa en el análisis teórico de la cantidad de plaguicidas en los cuerpos de agua, realizado por la DGA (2004).

Los depósitos de Relave han causado denuncias ambientales que están respaldadas en el Anexo VI en las cuales se indica probable contaminación a cursos de agua.

El vertimiento de aguas servidas o Riles con mayores concentraciones de las permitidas pueden causar disminución en la calidad del agua de riego.



Fuente: Propia.

FIGURA 34. RESIDUOS EN EL RÍO LA LIGUA, SECTOR LA LIGUA.



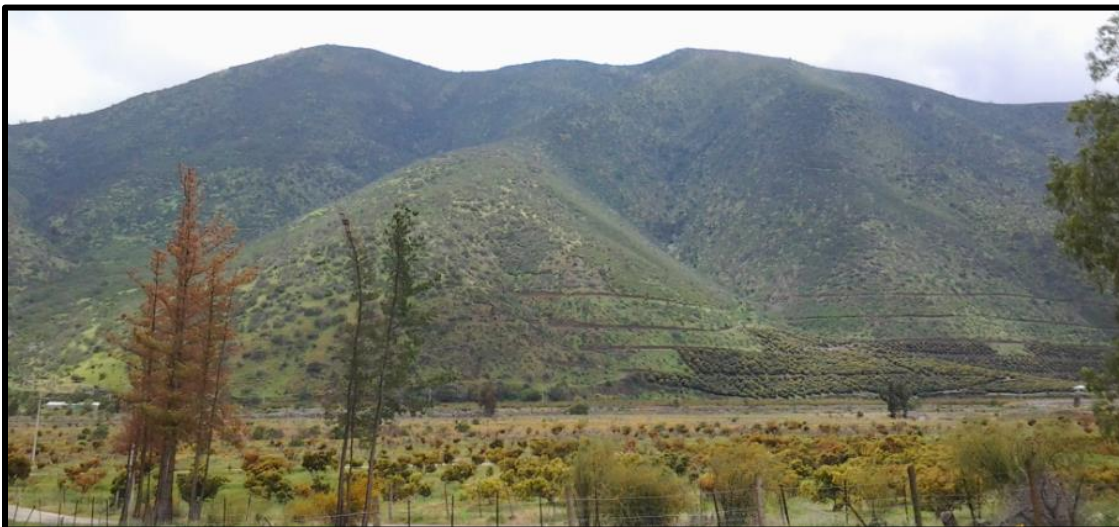
Fuente: Propia.

FIGURA 35. TRANQUE DE RELAVES (PASIVO AMBIENTAL) EN LA CUENCA RÍO LA LIGUA.



Fuente: Propia.

FIGURA 36. RÍO PETORCA, RELAVE MINERO (PASIVO AMBIENTAL) Y CULTIVOS DE PALTO CON PENDIENTE A FAVOR DE LA LADERA EN EL SECTOR DE LA LOCALIDAD DE CABILDO.



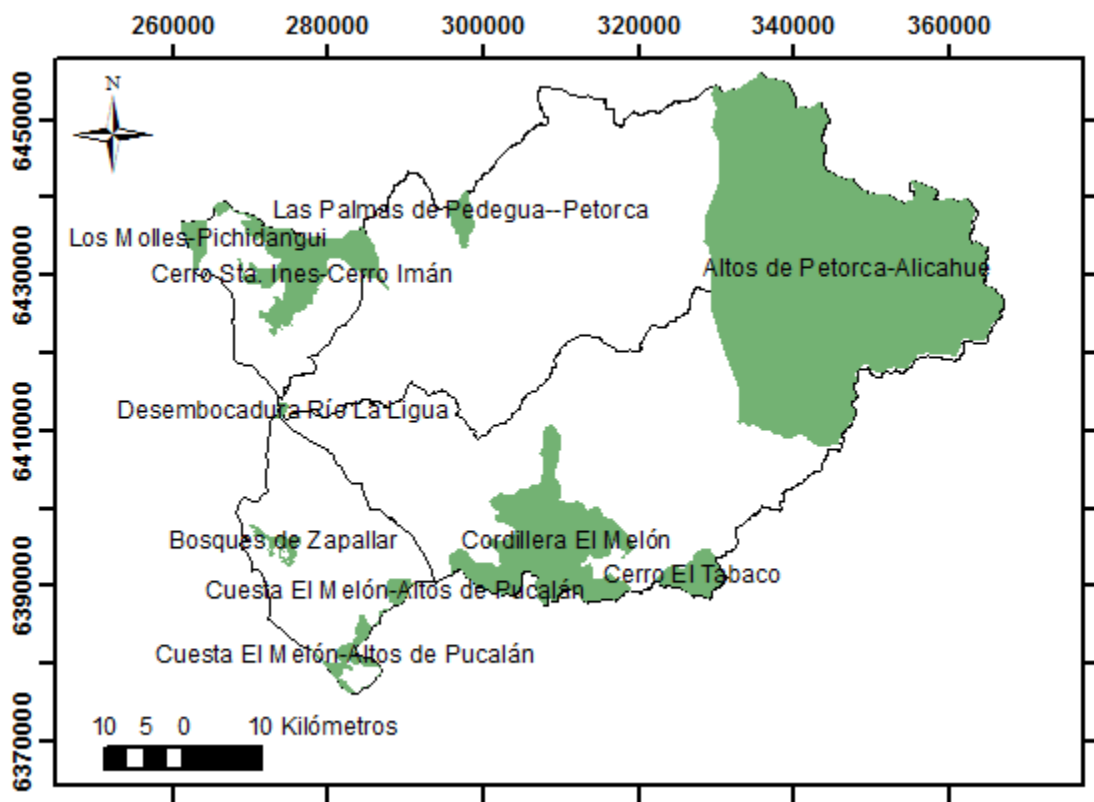
Fuente: Propia.

FIGURA 37. CULTIVOS CON PENDIENTE A FAVOR DE LA LADERA.



Fuente: Propia.

FIGURA 38. EUCALIPTUS EN EL BORDE DEL RÍO PETORCA.



Fuente: CONAF Valparaíso, 2015

FIGURA 39. SITIOS PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN.

En la Figura 44 se identifica los sitios definidos como prioritarios para su conservación (Quebrada del Tigre, Cordillera del Melón, Desembocadura de los ríos La Ligua y Petorca, Los Molles, Santa Inés, Las Palmas de Pedegua y Altos de Alicahue y Pedernal). Al respecto la matriz de priorización señala dentro del Criterio Ambiental-Territorial, que se aplicará discriminación negativa a aquellos proyectos que afecten a mayor cantidad de bosque nativo en la zona de inundación. Por lo que se deberá tener en cuenta al momento de evaluar los proyectos que se ubiquen dentro de estas áreas.

4.3. Caracterización de la cuenca según infraestructura de riego y desarrollo actual agroproductivo.

4.3.1. Introducción.

De acuerdo con el numeral 6.3, letra f) las bases técnicas de la licitación pública, el diagnóstico relacionado con la infraestructura de riego y situación actual agroproductiva deberá incluir al menos:

- Estado actual de la infraestructura de riego extra predial: estado de sistemas de canales de riego, bocatomas, sistemas de acumulación mayores y menores, evaluación de pérdidas, métodos de distribución, tecnología y monitoreo del agua, etc. Aguas subterráneas y estado de infraestructura de bombeo.
- Caracterización y análisis de la producción agropecuaria y sus proyecciones de desarrollo: Superficie bajo riego permanente, eventual, tipos de cultivos y su distribución, superficie de riego, incluyendo recursos superficiales y/o subterráneos, métodos de riego empleados, áreas con déficit de abastecimiento, estado actual de la tecnificación del riego y proyectos en carpeta, volúmenes empleados para riego, recursos no utilizados, etc.

4.3.2. Estado actual de la infraestructura de riego extra predial.

4.3.2.1. Aspectos generales.

El estado actual de la infraestructura de riego se realizó mediante una recopilación de antecedentes en informes finales de estudios y programas realizados en el territorio además de actividades de participación con actores locales y recorridos por el territorio. Información de la Comisión Nacional de Riego, la Dirección General de Aguas y la Dirección de Obras Hidráulicas fueron las principales fuentes de información.

4.3.2.2. Canales de riego.

De acuerdo al estudio de evaluación de los recursos hídricos superficiales (DGA, 2006), Los canales de la zona en estudio pueden dividirse en: i) Canales de la cuenca del río Petorca y sus afluentes y ii) Canales de la cuenca del río La Ligua y sus afluentes.

Se realizó una recopilación de información en base al último estudio relacionado con infraestructura de canales denominado “Diagnóstico de obras de riego en los valles de la Ligua y Petorca V región” (Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, & CYGSA CHILE S.A., 2003).

El diagnóstico divide los canales que pertenecen a la cuenca del río La Ligua en dos sectores:

Sector 1: desde la localidad de Alicahue hasta la entrada oriente de la ciudad de Cabildo.

Sector 2: desde entrada oriente de la ciudad de Cabildo hasta la desembocadura del río La Ligua.

Sección 1.

Estero Alicahue: Matriz Alicahue-La Vega o Comunero desde el cual se derivan los canales La Viña y La Vega, El Embrollo, El Canelito o La Polcura, El Maitenal, Los Loros, La Encierrita, Bartolillo, El Embudo, Dren El Corte, Ño Polo, La Arena, Canal Vert. El Sauzal, Serrano y Del Alto o Peumo.

Estero Los Ángeles: Guayacán, La Mora, Las Puertas, El Rábano, El Culén, El Jote, Algarrobo Arriba, Algarrobo Abajo y El Quemado.

Canal Matriz Alicahue – La Vega.

En ésta sección, el canal más importante es el Matriz Alicahue-La Vega, con una longitud total de 28 kilómetros, regando gran parte de esta sección. El canal tiene su bocatoma en el estero Alicahue y se ubica a unos 9 km del pueblo del mismo nombre.

El estado del canal en el sector revestido es bueno, ya que se han reparado sectores con agrietamientos, debido a la mala calidad del mortero de pega de la mampostería.

Aguas abajo en el sector de Los Perales, se encuentra un rápido de descarga, el que presenta problemas de filtración en muro izquierdo en el sentido de escurrimiento de las aguas, debido a grietas en el muro en la parte superior del rápido. Las aguas han provocado socavación en el sector aledaño del muro, poniendo en peligro la estabilidad de éste. La estructura general del rápido se encuentra en buenas condiciones.

El canal continúa a partir de este rápido, con una sección sin revestir hasta el sector del estero La Cerrada, donde las aguas acumuladas en la confluencia de los esteros La Cerrada y Alicahue, sector La Puntilla, son recogidas por una tubería que cruza bajo el estero La Cerrada, descargando aguas bajo del puente La Puntilla, dando origen al canal Captación La Puntilla. Esta Captación, alimenta un acumulador nocturno en el sector de Paihuén. El canal se encuentra sin revestir y con una sección no uniforme.

Canal Comunero.

El canal matriz Alicahue – La Vega cambia de nombre en el sector del puente La Puntilla, pasando a denominarse Comunero. Ubicado en la confluencia de los esteros La Cerrada y Alicahue, se encuentra una nueva bocatoma de este canal. Esta toma recoge aguas del estero La Cerrada por medio de un canal revestido de 20 metros de longitud, en el borde del cerro. Este canal está en buen estado estructural en toda su extensión.

Dada las condiciones que presenta este estero, en los meses de verano al no tener aguas, los usuarios proceden a construir un canal de aproximación desde el estero Alicahue, aguas arriba de la confluencia de ambos, lo que permite dotar de aguas al canal Comunero.

Un segundo rápido de descarga del canal Comunero se encuentra en el sector de Paihuén, trasladando las aguas del canal desde el lado sur del valle hacia el lado norte.

Luego del rápido de descarga, el canal cruza bajo la ruta E-41 con una tubería de 1.200 mm de diámetro sin presentar problemas en su capacidad ni estructurales

Luego este canal atraviesa un predio con una sección revestida de unos 300 metros de longitud, el que descarga en una cámara, desde la cual se entuba para cruzar bajo el estero Alicahue con una tubería de cemento comprimido de 1.200 mm de diámetro, el que no ha presentado problemas de acuerdo a lo indicado por el encargado.

El canal continúa en sección trapezoidal revestida con mampostería hasta entregar en el último predio. Estas obras no presentan problemas de capacidad ni problemas estructurales. Además, dado que reciben una mantención a lo menos de tres veces por año, no presentan problemas de limpieza.

El último de los rápidos del canal comunero se encuentra en el sector de Pililén, el que tiene unos 500 metros de longitud, bajando por la ladera del cerro, llegando a un sistema de compuertas, descargando sus aguas hacia un acumulador nocturno y a un canal que alimenta de aguas a cuatro parcelas. A su vez el acumulador nocturno descarga a un canal revestido dentro de un predio particular, regando un total de quince parcelas.

El sistema de compuertas que reparte las aguas hacia el acumulador nocturno y las parcelas, cuenta con muros de hormigón y canales de salida del mismo material en buen estado, teniendo las compuertas problemas de óxido, debido a una falta de mantención.

Luego de regar quince parcelas, las aguas cruzan bajo el estero Alicahue por medio de un cajón de hormigón enterrado a unos 2 metros de profundidad. La cámara se aprecia en buen estado, faltándole una tapa y de acuerdo a lo informado por el encargado del canal, este no presenta problemas de capacidad ni estructural en su trayecto bajo el estero.

La continuación del canal bajo el estero Alicahue, es un canal revestido en hormigón con una sección de 1,50 metros de ancho basal, el que conduce las aguas hacia un marco partidor de reciente construcción, reemplazando a uno demolido aguas abajo.

Canales La Viña y La Vega.

Estos canales son un subderivado del canal Comunero, siendo su origen el marco partidor antes mencionado, el que se presenta en buen estado estructural, tanto en sus muros como en sus compuertas. La repartición de las aguas se realiza hacia los canales La Viña y La Vega. El primero, luego de la compuerta, atraviesa el cerro por medio de una tubería de cemento comprimido de 1.000 mm y el segundo bordea el cerro con una sección de canal no regular en tierra.

En el canal La Viña, a unos 500 metros aguas abajo de su nacimiento, se encuentra un rápido de descarga el que tiene la particularidad de contar con un desarenador. Esta obra es de reciente construcción, por lo que se encuentra en buenas condiciones estructurales y de acuerdo a lo indicado, no presenta problemas de capacidad.

Aguas abajo del Desarenador, las aguas son repartidas por medio de compuertas hacia los predios. El sistema es de reciente construcción sin presentar problemas estructurales ni de capacidad.

Canales Estero Los Ángeles.

El sector del estero Los Ángeles cuenta con una serie de canales como el Guayacán, La Mora, Las Puertas, El Rábano, El Culén, El Jote, Algarrobo Arriba, Algarrobo Abajo y El Quemado, los que captan las aguas del mismo estero, por medio de bocatomas, siendo todos de tierra con secciones regulares en tierra, los que tienen problemas de infiltración y la falta de aguas en el estero en la temporada estival.

Canales Secundarios.

El resto de los canales del sector están sin revestir, con obras menores como alcantarillas de cruce en caminos secundarios los que son mantenidos por los propios propietarios, teniendo como principal problema la infiltración de las aguas, la que de acuerdo a información de los representantes de este sector puede alcanzar hasta un 50% del agua recibida.

Sección 2

Río La Ligua: Del Medio o La Sirena, Del Bajo o Del Hambre, La Laja, Dren Cabildo, Montegrande, El Ingenio, La Palma, Las Garzas, Los Loros, Valle Hermoso, Aguas Claras, Lobino, Illalolén o Pullally, Comuneros de Placilla y Las Salinas o Bomba Maitenal.

Estero Jaururo: Fundo Jaururo.

En esta sección se encontraron la mayor cantidad de bocatomas en operación del sector. Las más importantes son las de los canales que a continuación se presentan:

Canal La Laja.

Este canal tiene su bocatoma en el estero Alicahue, por medio de un desvío de las aguas que se efectúa con un muro de sacos de arena, siendo la sección del canal irregular y sin revestir, aguas abajo en el sector denominado El Chancao, el canal La Laja tiene un sistema de compuertas, una frontal y una lateral (lado derecho del canal), la que actúa como aliviadero del canal descargando las aguas hacia el estero y un sector de vegas donde el agua se infiltra y es recuperada nuevamente aguas abajo, en el sector del Parque municipal de Cabildo, por medio de un dren.

Luego de la compuerta frontal, (que se encuentra oxidada y con poca mantención) el canal cruza por una alcantarilla de cajón bajo la ruta E-41 de dimensión de 2.0x2.0 m, en buen estado con muros de alas que sostienen de buena manera las tierras del terraplén de la ruta.

El canal desde este punto, que se ubica aguas arriba de Cabildo, está revestido, cruzando de oeste a este bajo la vereda de calle Gac, en el lado sur de la ciudad de Cabildo, cuyas dimensiones y estado se desconocen, debido a la falta de información de los representantes del canal.

Canal Montegrande y Dren Cabildo.

El dren Cabildo recoge las aguas infiltradas en el lado oriente de la ciudad de Cabildo, las que son conducidas por un canal revestido que atraviesa el Parque Municipal para luego descargar en el canal Montegrande.

El canal Montegrande tiene en su bocatoma de reciente construcción una compuerta. Dicha compuerta debió instalarse debido a la construcción de un pretil para evitar el desborde del río La Ligua. Desbordes anteriores inutilizaron la compuerta existente, que quedó emplazada al otro lado del terraplén. Al construirse esta nueva compuerta, el tubo corrugado de diámetro 1.000 mm que atraviesa el terraplén, quedó con una pendiente tal, que dejó la compuerta unos 60 centímetros más alta que la cota de fondo del río. Esto tiene como consecuencia, que cuando el río trae poco caudal, el canal no es capaz de tomar toda el agua que corresponde.

Canal La Palma.

Este canal de 12,9 Km tiene su toma en el río La Ligua, a la altura del fundo El Peumo, donde cruza por este fundo. Este cruce se realiza en alrededor de 1,8 Km, donde las aguas son tomadas casi en su totalidad por el predio, en el que, a su vez, se construyó una compuerta para evitar que las crecidas del río pudieran ingresar por el canal hacia el predio, inundándolo.

Aguas abajo existe otro sistema de compuertas donde el canal ingresa hacia los predios, dejando de bordear el río La Ligua. Estas compuertas, separadas alrededor de 60 metros cada una actúan como aliviadero (compuerta lateral) con un canal revestido de 12 metros de longitud que lleva las aguas de vuelta al río y una compuerta lateral que sirve para controlar las aguas que ingresan al canal.

Canal Valle Hermoso.

Este canal que se encuentra ubicado en la entrada oriente del poblado del mismo nombre, tiene en su bocatoma un tramo de canal revestido y una compuerta frontal, la que impide el paso de aguas hacia el canal. Este canal tiene una longitud total de 17,0 kilómetros en buen estado estructural y capacidad, quedando por revestir un total de 2,8 kilómetros.

En el resto de los canales del sector no se encuentran obras de gran importancia, siendo que en su mayoría están sin revestir y con secciones poco regulares.

Los canales que pertenecen a la cuenca del río Petorca se divide en tres sectores:

Sector 1: cuencas de los ríos Pedernal y Sobrante hasta la ciudad de Petorca.

Sector 2: desde la ciudad de Petorca hasta la localidad de Artificio de Pedegua.

Sector 3: desde Artificio de Pedegua hasta la desembocadura del río Petorca.

Sección 1.

Esta sección está subdividida en dos, dado que este sector cuenta con dos ríos, el Sobrante y Pedernal, los cuales se presentan por separado a continuación:

Río Sobrante: Comunero Sobrante-Chincolco, Guayacán, Del Indio, Las Campanas, La Laja, Del Molino, Canal Los Hornos, Arroyo y La Turbina, Vieira, Matriz Chincolco, Canal Vert. La Vega y Vert. Valle de Los Olmos.

En el sector se tienen dos grandes canales que abastecen en una gran cantidad de aguas a las parcelas del área en estudio. Estos canales tienen longitudes que permiten abastecer en forma superficial de aguas, ya que son revestidos y no tienen el problema de infiltración.

Canal Comunero Sobrante – Chincolco.

El primer canal importante de esta sección, es el llamado Comunero Sobrante-Chincolco con una longitud total de 9,5 kilómetros, construido en el año 1985. Este canal nace en la bocatoma El Indio, con una obra que tiene compuerta y un vertedero donde el agua se acumula.

Al pie del muro de vertedero existen rocas de gran dimensión, las que actúan como disipadoras de energía, luego de las cuales continúa el lecho del estero. En este punto se ha producido la socavación bajo el muro del vertedero, lo que podría eventualmente traer problemas estructurales al muro.

En el sector de La Puntilla Colorada existe un rápido de descarga del canal Comunero Sobrante - Chincolco, con una longitud aproximada de 100 metros, el que reparte aguas a parcelas del sector. Se encuentra en buen estado, revestido con mampostería y una sección trapecial.

Canales Secundarios.

Los canales secundarios de este sector, en su mayoría están excavados en tierra y no presentan revestimientos. En sus trazados no se encuentran mayores obras que cruces de caminos internos de predios, hechos de tubos de alcantarillas de pequeña longitud.

Canal Matriz Chincolco.

Un segundo canal importante es el Matriz Chincolco, que nace de la bocatoma Los Briones, la que consiste en muros de gavión de 2 m de altura y compuertas metálicas. El canal se encuentra revestido en mampostería de piedra con una sección trapecial.

A 300 metros de la toma, el canal Matriz Chincolco empalma con canal El Sobrante Chincolco, atravesando la localidad de este a oeste, en una longitud de 6,0 kilómetros. Este canal ha sido revestido en una longitud de 3,8 kilómetros en los cuales derivan 21 canales, de los cuales sólo cinco presentan sectores con revestimiento. Cabe señalar, que la superficie total de riego es de 900 há. La instalación de compuertas en la bocatoma de los derivados es total, estando en buen estado y periódicamente revisadas por los representantes de los canales, faltando por construir compuertas de entrega a los usuarios.

Río Pedernal: Trapiche, Los Perales, Del Verde o Cuatro Puertas, Casas de Tejada, El Arenal del Pedernal, Carmona, Maldonado, Cortés, La Chacra, Hacienda Chalaco, Calle Larga, Comuneros de Chalaco y La Puntilla o Potrero Seco.

Estero Chalaco: La Monguaca.

Río Petorca: Junta de Los Ríos, Las Vegas, La Polcura y Chimba Norte.

Este sector mantiene una red de canales los que en su mayoría están sin revestir, tomando las aguas en su mayoría desde los ríos Pedernal y Petorca. La red tiene tres canales de gran longitud e importancia, siendo estos los canales Trapiche (15,0 Km), Los Perales (10,0 Km) y Del Verde o Cuatro Puertas (12,0 Km). Éste último canal es el único que presenta revestimiento en 9,0 Km de mampostería en piedra, el que se encuentra en buen estado. La longitud de estos canales genera una alta tasa de filtración que impide que el agua llegue en su totalidad a su destino.

Sección 2

Río Petorca: Chimba Sur, Zapallar, Santa Julia o Canelilla, El Espino, El Francés, El Quiscal o San Ramón, Angostura, Hierro Viejo-Pedehua, Santa Ana, Barrancón, Del Puente, Canal Vert. Artificio y Donosino.

Esta sección tiene 76,5 kilómetros de canal, de los cuales 10,0 Km son de canales revestidos.

Los canales que a continuación se describen, son los más importantes del sector en términos de conducción de aguas y de la superficie regada.

Canal Hierro Viejo – Pedehua.

En el sector de Manuel Montt existe un acumulador nocturno, el que recibe aguas desde el canal Hierro Viejo-Pedehua, por medio de un marco partidador ubicado aguas arriba de éste. Este marco partidador reparte aguas hacia los canales Hierro Viejo, Pedehua y el acumulador nocturno, contando con compuertas para este fin. El estado del marco partidador, es estructuralmente malo, los muros presentan problemas de estabilidad y fisuras, además de tener problemas en las hojas partidoras. Aguas abajo del acumulador los canales mencionados se encuentran sin revestir, con los problemas de filtración que esto conlleva.

Canal Santa Ana.

El canal Santa Ana es el único que se encuentra completamente revestido, con mampostería de piedra en buen estado, siendo su obra más importante un cruce en la Ruta E-35 por medio de un sifón el que no presenta problemas estructurales y de capacidad.

El resto de los canales del sector se encuentran sin revestir, presentando problemas de filtración la que alcanza a más de un 50% de acuerdo a lo informado por los representantes del sector y la falta de una mantención periódica de ellos.

Sección 3.

Río Petorca: Pichilemu, La Canela o Lital, Las Cuadras o El Almendro, La Engorda, El Álamo, Pullacón o Punta de Cogote, Trapiche, San Manuel y La Arena o El Guindo.

Los canales del sector cubren una superficie de riego de aproximadamente de 1.400 há., con una longitud total de 40,2 km, naciendo de ellos, canales menores dentro de los predios.

La captación de agua para los canales del sector, se realiza directamente del río Petorca por medio de sacos de arena o muros “pata de cabra” construidos en forma perpendicular al cauce principal, desviando las aguas hacia ellos. Las secciones de los canales no son regulares, debido a que en su mayor parte estos no están revestidos, lo que hace que la

filtración en éstos sea elevada. En ciertos sectores, y para evitar la filtración, se recurre a revestimientos con láminas plásticas.

Canal Pichilemu.

El primer canal en tomar las aguas del río Petorca en esta sección es el Pichilemu. La captación se realiza mediante una obra constituida por un tubo corrugado de diámetro 1.000 mm, sin muros de boca en la entrada y salida, que atraviesa el pretil derecho del río el que constituye el apoyo de un enrocado de protección. Esta tubería fue construida hace poco tiempo y está en buen estado, pero al no tener los muros de boca y teniendo en cuenta la posición en la que se encuentra el tubo, puede que en alguna crecida del río produzca algún deterioro en este.

Este canal se encuentra sin revestir, con algunos tramos con láminas plásticas para evitar la filtración, teniendo sistema de compuertas tipos, de entrega a predios, las compuertas y sistema se encuentran en regular condición debido a una falta de mantención.

Canal La Engorda

El Canal La Engorda es el más importante de esta sección del río en cuanto a la superficie que riega, un total de 418 há., teniendo una longitud total de 8,0 km, de los cuales 3,0 km están revestidos con una sección trapezoidal, en buen estado. En el sector de su bocatoma, este canal ha tenido problemas en unos 200 metros ya que el río se ha llevado parte del pretil canal, ocasionando que el agua vuelva hacia el río, por lo que en la actualidad se ha construido un dren desde su bocatoma hasta un sector del canal revestido. Este dren se construyó con una tubería de PVC D=250 mm

En el sector de la bocatoma, el canal además cuenta con muros de gaviones, se encuentran en malas condiciones, principalmente por efecto de las aguas del río y por la poca mantención que se les entrega.

Canal Pullancón.

Este es un canal de 5,0 kilómetros de longitud, de los cuales solo 1,0 kilómetro está revestido con mampostería de piedra, que se encuentra en buen estado. Éste canal al igual que muchos del sector, no transporta aguas en el período estival, trayendo consigo el que no se riegue, perdiendo algunas plantaciones.

Canal Trapiche.

Este canal de 7,0 Km. cuenta con 1,5 Km. de canal revestido, regando una superficie de 130 há. Su bocatoma se encuentra en el río Petorca, desviando las aguas por medio del sistema llamado “pata de cabra”, pasando a un canal que no tiene una sección muy regular sin revestir.

Canal El Guindo o La Arena.

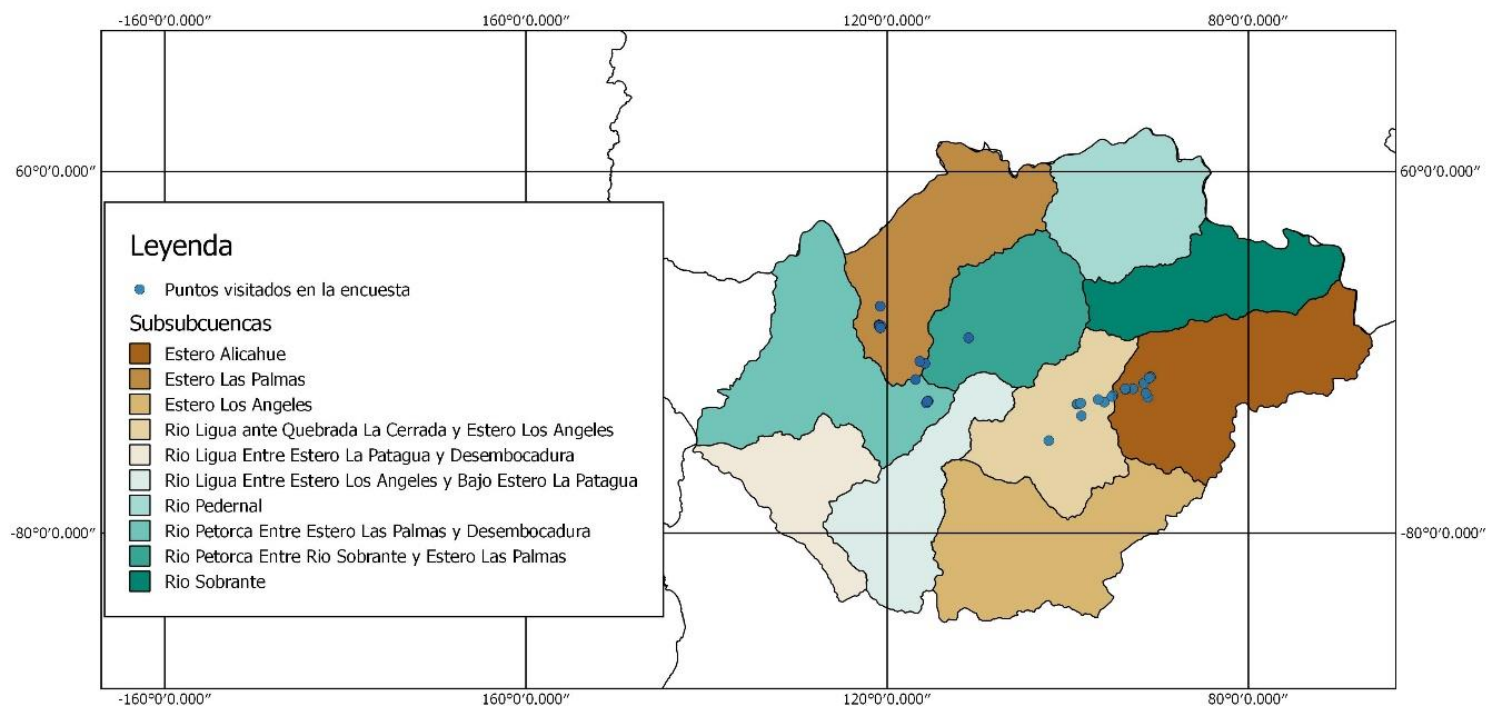
Este canal de 6,2 Km., sin revestir, es el que presenta mayores problemas. Hace unos tres años en el cauce del río Petorca se realizaron trabajos para evitar su desborde, para lo cual se construyeron pretilos en ambas riberas, uno de los cuales tapó y destruyó el canal El




Guindo, el que está actualmente entre 3 a 4 metros sobre la cota del río. En la actualidad este canal está fuera de uso debido a que no recibe aguas desde el río Petorca.

Existen obras menores de cruce en la ruta principal con alcantarillas de cajón y tubos, y sifones los que se presentan en buen estado.

Ficha de inspección.

Adicionalmente al diagnóstico de obras de riego, se aplicó una “Ficha de inspección de Infraestructura de riego asociada a Organizaciones de Usuarios de Agua de hecho y de derecho dentro del área de estudio” (Apéndice "3.3 Infraestructura de Riego y Desarrollo Productivo"). La ficha se aplicó a un total de 22 canales pertenecientes a las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, considerando: Cantidad de usuarios, superficie aproximada de riego, acciones, estado de los derechos de aprovechamiento de aguas, estado del canal (longitud, capacidad aproximada y tipo de revestimiento), bocatoma, obras de captación o distribución y monitoreo, tipo de sistema de acumulación, características y mantención general, proyectos de riego, gestión del riego y necesidades requeridas.



 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA LIGUA Y PETORCA		Título PUNTOS VISITADOS EN APLICACIÓN DE ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO			
	Escala: 1:700.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19S	Fuente:	Fecha: Enero 2016	Lamina: 5	
 Universidad de Concepción			Dibujo: APB	Revisó: CLR		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 40. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS VISITADOS EN FICHA DE INSPECCIÓN.

En cuanto a la cantidad de usuarios que componen los canales, el 59% de los canales declara poseer más de 100 usuarios. En relación a los estados de derechos aprovechamiento de aguas, el 100% de los canales encuestados presentan necesidad de regularización de los derechos, mientras que uno de ellos (Canal Comunero Hierro Viejo), no posee inscripción de derechos de aprovechamiento ni una OUA constituida.

En cuanto a la capacidad de conducción aproximada, el 89% de los canales encuestados posee una capacidad igual o menor a $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Cerca del 91% de los canales presenta necesidades de revestimiento y/o mejoramiento de sectores y entubamiento de canales, sin embargo, de total de los canales el 59% cuenta con al menos un tramo de revestimiento o entubamiento y al menos 2 de ellos declara no tener necesidades en cuanto a revestimiento o entubación.

Respecto a los proyectos de revestimiento u obras de mejoras en los canales el 50% de los encuestados declara tener en ejecución o haber ejecutado proyectos de construcción de obras o revestimiento de canales, procedentes de distintas fuentes de financiamiento. Por otro lado, declaran tener problemas organizacionales al momento de presentar los proyectos, tales como: aporte de dinero de los beneficiarios, usuarios poco participativos y falta de comunicación entre instituciones. El mayor proyecto de los canales encuestados, es el revestimiento del canal matriz Alicahue perteneciente al río La Ligua, por un monto de MM \$1570.

Desde la figura 41, hasta la 47, se muestran algunas obras en los canales y representación fotográfica del estado de los mismos, donde se evidencia claramente la necesidad del mejoramiento de la infraestructura.



FUENTE: PROPIA

FIGURA 41. TOMA MATRIZ ALICAHUE Y TACO EN RÍO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 42. MAMPOSTERIA MATRIZ ALICAHUE



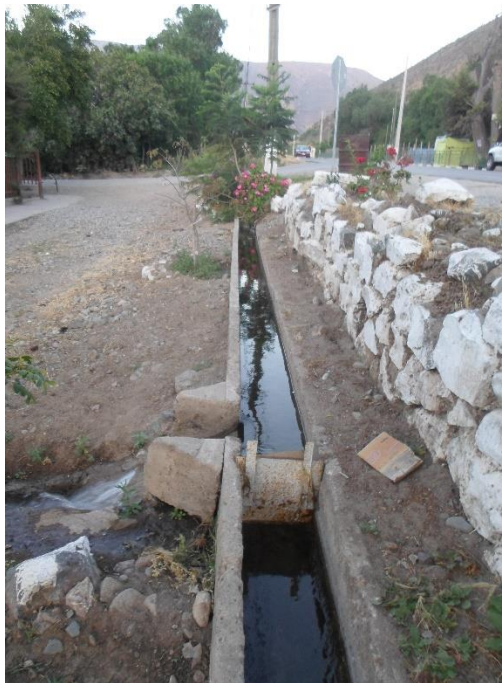
FUENTE: PROPIA

FIGURA 43. CANAL LAS CANCHAS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 44. CONDUCCIÓN COMUNERO HIERRO VIEJO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 45. COMPUERTAS EL ARBOLITO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 46. CONDUCCIÓN DESDE TOMA LAS PALMAS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 47. MARCO PARTIDOR PASANTE HIERRO VIEJO

Diagramas Unifilares

En el Apéndice "Infraestructura de Riego y Desarrollo Productivo" se adjuntan los diagramas unifilares elaborados en base al estudio denominado "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LIGUA"(DGA & AC Ingenieros Consultores, 1998).

4.3.2.3. Cuencas hidrográficas

Cuenca del Río Petorca y sus afluentes

De acuerdo a la información actualizada en este estudio, la cuenca hidrográfica del río Petorca se encuentra situada, entre las coordenadas UTM Norte:6.410.000 a 6.455.000 y las coordenadas UTM Este: 270.000 a 370.000. Cubre una extensión aproximada de 1.986 km². Limita al norte con la cuenca del Río Choapa y por el sur con la del río La Ligua. La hoya en estudio y el valle principal de la misma, tienen orientación generalizada NE-SW con longitud en dicho sentido de unos 90 km y ancho promedio, en dirección N-S del orden de 20 km; con esto resulta que la mayoría de los tributarios son de corto recorrido y especialmente aquellos que se originan en la vertiente Sur, donde también se desarrollan tributarios del río la Ligua.

Se inicia a 2.800 m.s.n.m con el nombre de río Sobrante. Al unirse al principal afluente, el estero Chalaco a la altura del pueblo de Chincolco (650 m.s.n.m), pasa a denominarse Petorca. Luego de un recorrido de 100 km. desemboca al mar, en el sector denominado Las Salinas de Pullally, cerca de la desembocadura del río La Ligua.

Los principales afluentes del río Sobrante son la quebrada La Laguna (donde se encuentra la Laguna del Sobrante), la quebrada Los Nacimientos y la quebrada El Chacay. Los principales tributarios del río Pedernal son el estero La Tejada y el estero Chacalo. Aguas abajo, el río Petorca recibe aguas del estero Las Palmas y del estero Ossandón, y de un conjunto de quebradas, entre las que destacan la quebrada de Castro, El Bronce y la Ñipa.

Cuenca del Río La Ligua y sus afluentes

La cuenca hidrográfica del río La Ligua se encuentra situada, entre las coordenadas UTM Norte:6.385.000 a 6.430.000 y las coordenadas UTM Este: 270.000 a 370.000. Cubre una extensión aproximada de 3.037 km². Limita al norte con la cuenca del río Petorca y por el sur con la del río Aconcagua. La hoya de este valle se desarrolla en su mayor extensión con la dirección aproximadamente NE-SW y su longitud es de orden de 90 km, en dicho sentido, con lo cual resulta un ancho promedio inferior a 23 km; por esta razón los tributarios, tienen necesariamente recorridos cortos, en especial dentro de la vertiente Norte del valle donde también se presentan los afluentes propios del río Petorca.

Se inicia a 4.100 m.s.n.m con el nombre de río Alicahue y en el sector medio de la cuenca se junta con el Estero los Ángeles. Algunos kilómetros aguas arriba del pueblo de Cabildo pasa a denominarse río La Ligua. Finalmente, desemboca en el mar en el sector denominado Las Salinas de Pullally, después de 90 km. de recorrido.

El sistema hidrológico del río La Ligua lo integran el estero Los Ángeles, las quebradas la Patagua y del Pobre de la ciudad de la Ligua y el estero Jaururo en las cercanías del cruce con la carretera Panamericana.

4.3.2.4. División administrativa de las cuencas de los ríos Ligua y Petorca.

Río Petorca

i. Sub-Cuenca Río Del Sobrante.

Del total de 15 canales derivados del río Del Sobrante, tres están organizados en Comunidades de Aguas, a partir de 1986. Dichas comunidades son:

TABLA 36. COMUNIDADES DE AGUA RIO SOBRANTE.

Nº	Nombre canal	Acciones	Superficie (há)
1	Guayacán	39	39
2	Vieira	83	83
3	Valle Los Olmos	97,5	103,7

FUENTE: PROPIA

También existe la Asociación de Canalistas denominada “**Asociación Canal Chicolco**”, formada por escrituras públicas de fechas 18 de diciembre de 1961 y 22 de marzo de 1962 y aprobadas por Decreto Supremo N°921 del Ministerio de Obras Públicas de fecha 24 de abril de 1962. Esta organización ejerce derechos sobre el río Del Sobrante que debe ser compartido con la sociedad Agrícola El Sobrante Ltda.

ii. Sub-cuenca Estero Chalaco:

Del total de 13 canales derivados del estero Chalaco, a la fecha seis de ellos se encuentran organizados. Dichas comunidades son:

TABLA 37. COMUNIDADES DE AGUAS ESTERO CHALACO.

Nº	Nombre Org.	Acción Fuente	Superficie (ha)
1	LA CHACRA	15,48	15,48
2	HACIENDA CHALACO	40,00	40,00
3	CALLE LARGA	17,50	17,50
4	DE LA PUNTILLA	17,30	17,30
5	POTRERO SECO	38,80	38,80
6	LOS COMUNES DE CHALACO	138,90	138,90

FUENTE: PROPIA

iii. *Sub-Cuenca Río Petorca:*

Del total de 51 canales derivados del río Petorca, a la fecha treinta y siete de ellos se encuentran organizados. Dichas comunidades son:

TABLA 38. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUAS DEL RÍO PETORCA.

N°	Nombre Org.	Acción Fuente	Superficie (há)
1	LA BOMBA	20,40	20,40
2	LA PIEDRA	1,04	1,04
3	EL ALAMO	25,00	25,00
4	RAMADILLA	52,00	52,00
5	LA CALERA	1,30	1,30
6	SANTA JULIA O CANELILLA	100,00	136,00
7	CHIMBA SUR ORIENTE	168,00	6,90
8	EL QUISCAL	144,45	144,45
9	BARRANCON	2,94	2,95
10	DEL PUENTE	58,70	54,70
11	POLCURA	30,70	30,70
12	SANTA ANA	72,22	71,74
13	SAN RAMON	75,00	75,00
14	TABLON SECO	5,30	5,30
15	LA MINA	4,00	0,80
16	AGUAS CLARAS	33,60	33,60
17	PULLANCON	107,85	107,85
18	PICHILEMU	121,68	122,65
19	TRAPICHE	194,18	194,18
20	SAN MANUEL O LAS VEGAS	157,40	157,40
21	LA ARENA O EL GUINDO	268,10	268,10
22	LA CANELA O LITAL	280,46	267,40
23	LA ENGORDA	324,85	300,25
24	JUNTA DE LOS RIOS	32,00	32,00
25	LOS COMUNES O LOS LOROS	49,80	49,80

26	LAS VEGAS	101,15	101,15
27	CHIMBA NORTE	88,53	92,61
28	BELLAVISTA	2,56	2,56
29	ZAPALLAR	29,90	29,90
30	HIERRO VIEJO	36,18	*
31	EL ESPINO	29,09	29,09
32	DONOSINO	59,34	60,34
33	EL ARBOLITO	7,35	7,35
34	ARTIFICIO	27,52	28,20
35	LAS PALMAS	120,00	146,00
36	EL NOGAL	15,15	15,15
37	CHIMBA SUR	153,32	142,82

(*) El Canal Hierro Viejo es un derivado del Canal Pedegua, en el balance se considerará dentro de lo que extrae el Canal Pedegua.

Río La Ligua:

i. Sub-cuenca Estero Alicahue:

De los 18 canales derivados del Estero Alicahue, a la fecha siete de ellos se encuentran organizados en comunidades de aguas. Las comunidades organizadas son:

TABLA 39. COMUNIDADES DE AGUAS ORGANIZADA DEL ESTERO ALICAHUE.

Nº	Nombre Org.	Acción Fuente	Superficie (há)
1	TOMAÑO POLO O TOMA LA ARENA	145,00	145,00
2	COLTAHUES	30,00	30,00
3	LOS ARRAYANES	34,52	39,52
4	SERRANO	41,80	41,80
5	EL SAUCE	146,78	84,09
6	EL MAITENAL	57,50	38,75
7	LAS CARDAS O LA BOMBA	83,20	47,65

FUENTE: PROPIA

Además, en la subcuenca del estero Alicahue existe La Asociación de Canalistas Alicahue (5 canales en el estero Alicahue y quebradas afluentes Los Rincones, Las Canchas y Paihuén) aprobada por Decreto Supremo N°936 del Ministerio de Obras Públicas de fecha 25 de septiembre de 1981.

ii. Sub-cuenca estero Los Ángeles:

De los 7 canales derivados del Estero Alicahue, a la fecha sólo uno de ellos se encuentra organizado y corresponde a **Canal El Quemado**, cuya dotación es de 52 acciones, para una superficie de 51 hectáreas.

iii. Sub-cuenca Río La Ligua:

En esta subcuenca existe la **Asociación de Canalistas El Ingenio**, aprobada mediante Decreto Supremo N°7 del Ministerio de Obras Públicas de fecha 17 de enero de 1994, con una dotación de 1000 acciones. También existe una Junta de Vigilancia (sección El Monte y la Vega), formalmente constituida en 1958, la que no se encuentra funcionando actualmente.

Además, existen veintisiete canales organizados en comunidades de aguas, las que se presentan a continuación:

TABLA 40. COMUNIDADES DE AGUAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

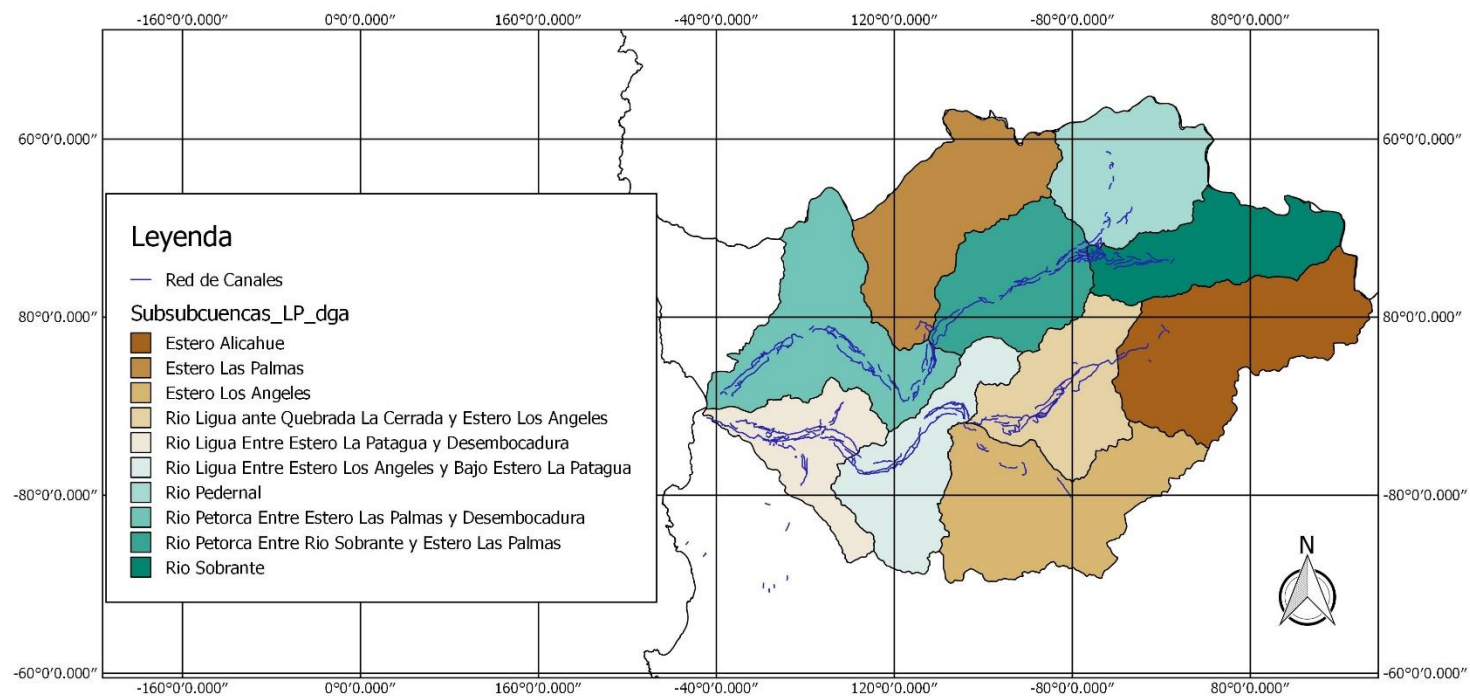
N°	Nombre OUA	Acción Fuente	Superficie (há)
1	DEL TRANQUE	12,00	12,00
2	LAS SALINAS	213,03	213,03
3	TOMA PUNTILLA	4,55	4,55
4	EX-SALINEROS	53,80	53,80
5	SANTA ANA O LAS GARZAS	168,00	43,60
6	LOBINO	112,60	112,60
7	BOMBA MAITENAL	63,50	56,50
8	VALLE HERMOSO	277,24	277,24
9	PRIETO	0,75	0,75
10	LAS BOMBAS DE QUEBRADILLA	2,60	2,00
11	TOMA LIGUENSES ORIENTE	1,56	1,05
12	TOMA REPRESITA	11,25	7,35
13	TOMA LIGUENSES PONIENTE	4,85	3,05
14	COMUNERO	243,68	234,23
15	LA PIRCA	11,00	9,00
16	LAS DIUCAS	17,80	17,80




17	EL MONTE	49,60	49,60
18	PULLALLY O ILLALOLEN	859,95	859,95
19	TOMA PIEDRA GRANDE	7,00	9,15
20	AGUAS CLARAS	93,55	99,00
21	QUEBRADILLA	278,85	278,85
22	DEL BAJO O DEL HAMBRE	89,70	134,53
23	LA LAJA	273,66	293,03
24	LOS LOROS DE LA LIGUA	160,00	143,60
25	LA PALMA	10080,00	301,70
26	MONTEGRANDE	312,00	581,03
27	DEL MEDIO	276,60	263,34

FUENTE: PROPIA

En Apéndice "Infraestructura de Riego y Desarrollo Productivo", se detalla el listado de todos los canales de las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua, de acuerdo al informe de evaluación de recursos hídricos superficiales de las cuencas preparado por el Ministerio de Obras Públicas (DGA,2013). En este listado se enumeran todos los canales incluyendo los que no están organizados legalmente.

La figura 48 muestra la distribución geográfica de estos canales para cada una de las cuencas.



 <p>Comisión Nacional de Riego</p>	<p>Estudio</p> <p>DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA LIGUA Y PETORCA</p>		<p>Título</p> <p>UBICACIÓN DE CANALES</p>			
	 <p>Universidad de Concepción</p>	<p>Escala:</p> <p>1:700.000</p>	<p>Sistema de Referencia:</p> <p>Elipsoide GRS80, Datum WGS84 Universal Transversal de Mercator, Zona 19S</p>	<p>Fuente:</p> <p>Levantamiento en Terreno</p>	<p>Fecha:</p> <p>Diciembre 2015</p>	
				<p>Dibujó: APB</p>	<p>Revisó: OLR</p>	

FUENTE: PROPIA

FIGURA 48. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CANALES DE RIEGO DENTRO DEL TERRITORIO DE ESTUDIO.

4.3.2.5. Bocatomas

De acuerdo a la Dirección General de Aguas (DGA, 2009) Las bocatomas u obras de toma, son estructuras hidráulicas que se construyen en un río o un canal, con el objetivo principal de captar, o desviar, una parte o el total del agua que escurre por el cauce.

Habitualmente, estas obras están destinadas a proveer de agua a la agricultura, la generación de electricidad, la población rural y urbana, la industria y la minería.

Pueden llegar a ser obras muy complejas, y en su diseño intervienen prácticamente todas las especialidades de la ingeniería civil. En muchos casos los diseños propuestos son verificados por medio de modelos a escala reducida (modelos físicos) debido a la complicación de los fenómenos.

Se pueden clasificar desde distintos puntos vista, ya sea por su envergadura, su objetivo, su permanencia en el tiempo, sus características particulares y los materiales de los que están hechas.

En cualquier caso, las bocatomas siempre deben cumplir, entre otras, con tres exigencias básicas:

- Deben ser capaces de extraer el caudal para el cual fueron diseñadas, con el mínimo nivel de agua en el cauce, siempre que ese caudal esté disponible.
- Deben permitir el paso de la crecida de diseño en caso de ocurrir ésta.
- Su operación no debe producir modificaciones de las condiciones del tránsito del agua y de los sólidos arrastrados, que puedan provocar daños en la propiedad privada, pública o en el medioambiente. Conceptualmente, y de manera muy simplificada, una bocatoma está compuesta por los siguientes elementos. Una barrera transversal, que puede ser total o parcial en el cauce, cuyo objetivo es contener el agua y peraltar su nivel para introducirla en un canal o zanja de aducción. La barrera debe permitir el paso de los excedentes de agua y de las crecidas. Cuando el nivel de agua en el cauce es suficientemente alto de manera natural, se prescinde de la barrera. Un canal o zanja de aducción, generalmente lateral, por el que se deriva el caudal captado. Una estructura de control (compuerta), que permite manejar el ingreso del agua desde el canal de aducción al canal que conduce finalmente las aguas a los puntos de consumo.

El costo de construcción de las bocatomas en ríos de gran tamaño es generalmente muy elevado, por cuando ese costo queda definido principalmente por el tamaño del río. Parte importante de ese costo corresponde a las barreras en el cauce por lo que, en general y en la medida en que las condiciones hidráulicas lo permiten, se prescinde de las barreras transversales totales en el cauce, como es habitual en las bocatomas del país. En suministros que requieren gran seguridad en su funcionamiento, como es el caso de la alimentación de centrales hidroeléctricas y el abastecimiento de agua potable para una población, el estándar de calidad de las bocatomas es superior, incluyéndose mayor cantidad de elementos de operación y control. Con el objetivo de disminuir los costos de construcción, y sin ser excluyente, en la agricultura se suele construir bocatomas más modestas por cuanto se puede permitir eventuales fallas de las obras por períodos cortos sin que eso

signifique una pérdida de la producción.

Se puede realizar una primera clasificación de las bocatomas con base en el concepto anterior, en el entendido de que existe un completo abanico que cubre toda la gama de posibilidades entre las dos que se caracterizan. Se describen en primer lugar las llamadas “Bocatomas Temporales” y posteriormente las “Bocatomas Definitivas”.

Clasificación de Bocatomas de Acuerdo con su Temporalidad

De acuerdo con lo expuesto, los dos casos que se presentan a continuación representan situaciones teóricas extremas de los tipos de bocatomas según esta clasificación, siendo que en la realidad en la mayoría de los casos corresponde a una combinación o mezcla entre ambas.

i. Bocatomas Temporales

También llamadas “Bocatomas Provisorias” o “Bocatomas Rústicas”, son obras que no son operables de forma continua, independiente de las condiciones climáticas que se presenten.

Requieren habitualmente labores importantes de mantenimiento entre una temporada y otra, por no disponer de los elementos que permiten manejar todos los fenómenos físicos y los requerimientos de operación que se presentan.

Como norma general, las bocatomas temporales o rústicas están destinadas al servicio de la agricultura.

Se identifican por la existencia de obras rústicas o carencias como las siguientes:

- Barrera en el cauce inexistente, o formada por pretilos hechos con material del cauce, pircas de piedra, palos, plásticos o “patas de cabra”. Estas últimas consisten en trípodes formados por rollizos de madera amarrados entre sí, que se clavan en el cauce y se afianzan con bolones, alambres, ramas, champas o cualquier material de que se disponga.
- Encauzamientos construidos con los mismos materiales anteriores.
- Estructura de control sencilla, formada habitualmente por una obra de albañilería de piedra u hormigón simple, en la cual se colocan tablones de madera en forma manual para conseguir el cierre. También se usan tacos de tierra, palos, champas o plásticos, en reemplazo de compuertas en la obra de control.
- Ausencia de protecciones de riberas, elementos de operación y control, revestimientos, etc. Las obras son parcial o totalmente destruidas con la ocurrencia de grandes crecidas, y deben ser reparadas o reconstruidas cada temporada. En general, la rehabilitación de este tipo de obras requiere del uso de maquinaria pesada, para manejar el material del cauce y reponer las condiciones iniciales de operación requeridas.

ii. Bocatomas Definitivas

Las bocatomas definitivas son aquellas cuyo estándar de construcción permite su operación de forma continua, de manera independiente de las condiciones climáticas que se presenten, y que persisten en el tiempo sin necesidad de hacer mantenimientos mayores

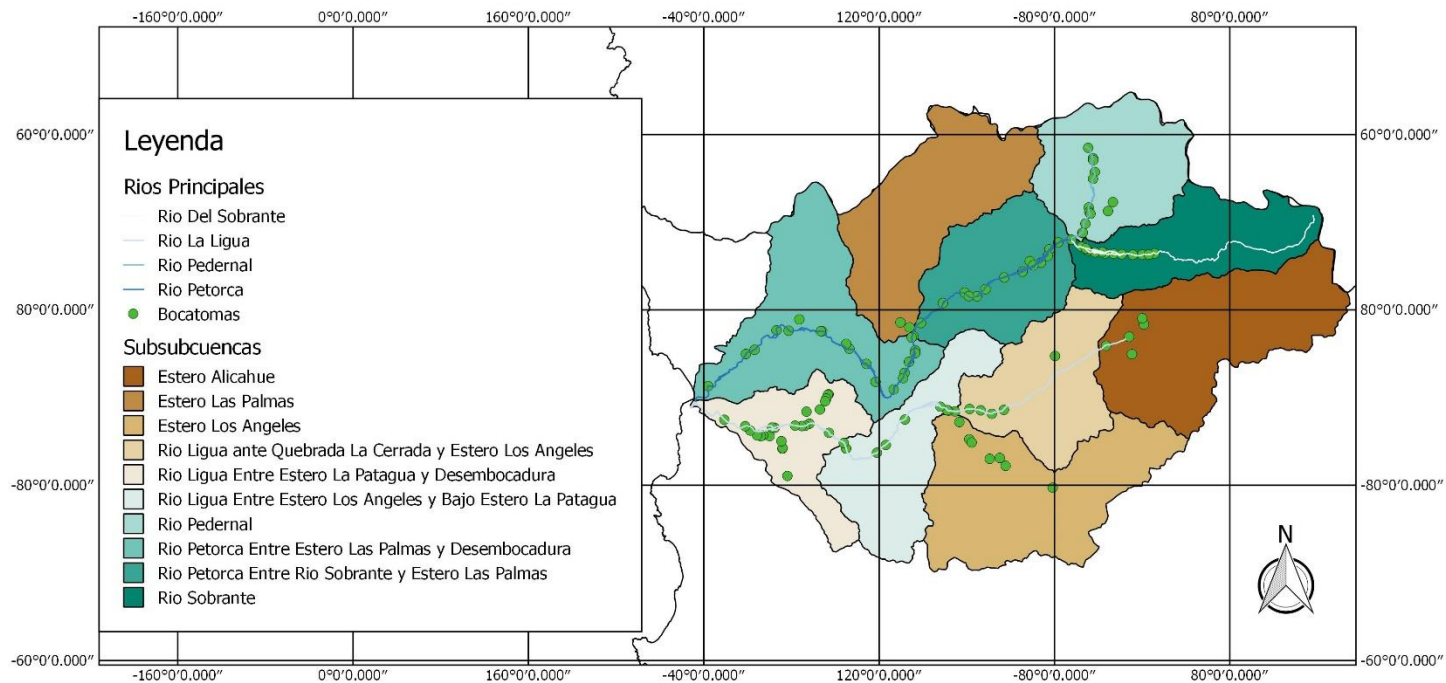
entre las distintas estaciones del año.



Para cumplir lo anterior, las bocatomas definitivas disponen de todos, o al menos de la mayoría de los elementos que se requieren para cubrir y resolver cada uno de los fenómenos físicos y requerimientos de operación que se presenten.

Se identifican por la existencia de obras civiles de importancia como muros y losas de hormigón, compuertas con mecanismos para su operación, barreras de hormigón o enrocados, protecciones de riberas con gaviones, enrocados o revestimientos de hormigón o albañilería de piedra.

El análisis de la información base utilizada, recorridos en el territorio y entrevistas con regantes de algunos canales de las cuencas analizadas, muestran que la infraestructura asociada a las bocatomas de los canales de riego es primaria. En su mayoría corresponde a bocatomas clasificadas como Temporales con construcciones Rusticas y Provisorias que, con material extraído principalmente del lecho del río o estero, desvían el flujo del caudal superficial a cada canal.

La figura 49 muestra la localización de las bocatomas para las cuencas del Río la Ligua y Río Petorca. La localización geográfica de las obras de toma de los canales es principalmente en el lecho de los ríos principales, aunque existen canales que tienen sus obras de captación en quebradas. Muchos de ellos, algunos desde la reforma agraria, tienen asociado al ejercicio de sus derechos superficiales suplementos de aguas subterráneas suministradas por pozos CORA, DOH o privados o bien comunitarios.



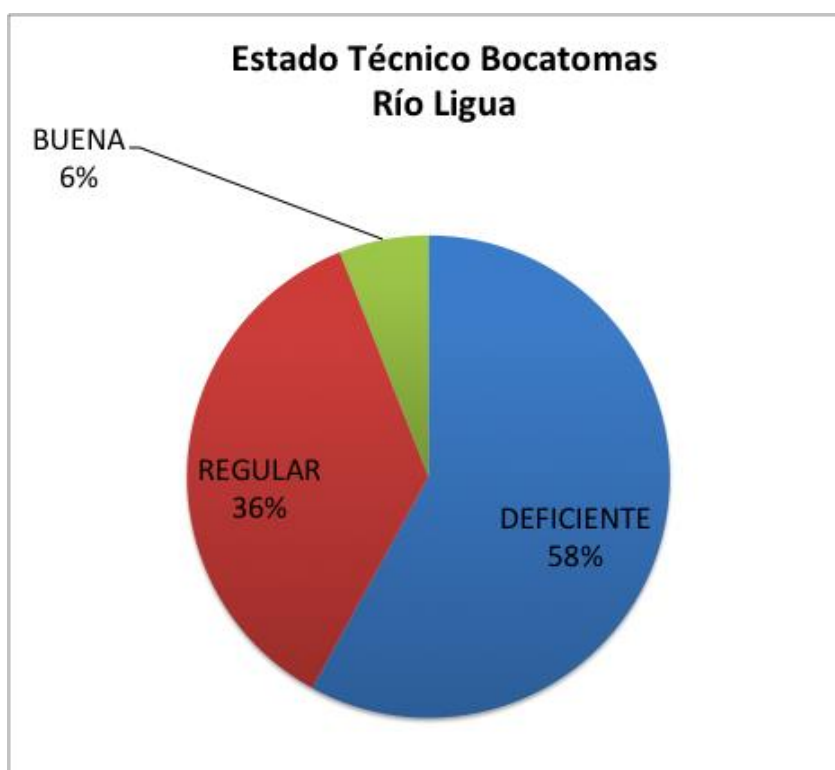
 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA LIGUA Y PETORCA		Título UBICACIÓN DE BOCATOMAS			
	Escala: 1:700.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19S	Fuente: Levantamiento en Terreno	Fecha: Diciembre 2015	Lamina: 2	
 Universidad de Concepción			Dibujo: AFB	Revisó: OLR		

FUENTE: PROPIA

FIGURA 49. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE BOCATOMAS AL INTERIOR DEL TERRITORIO DE ESTUDIO.

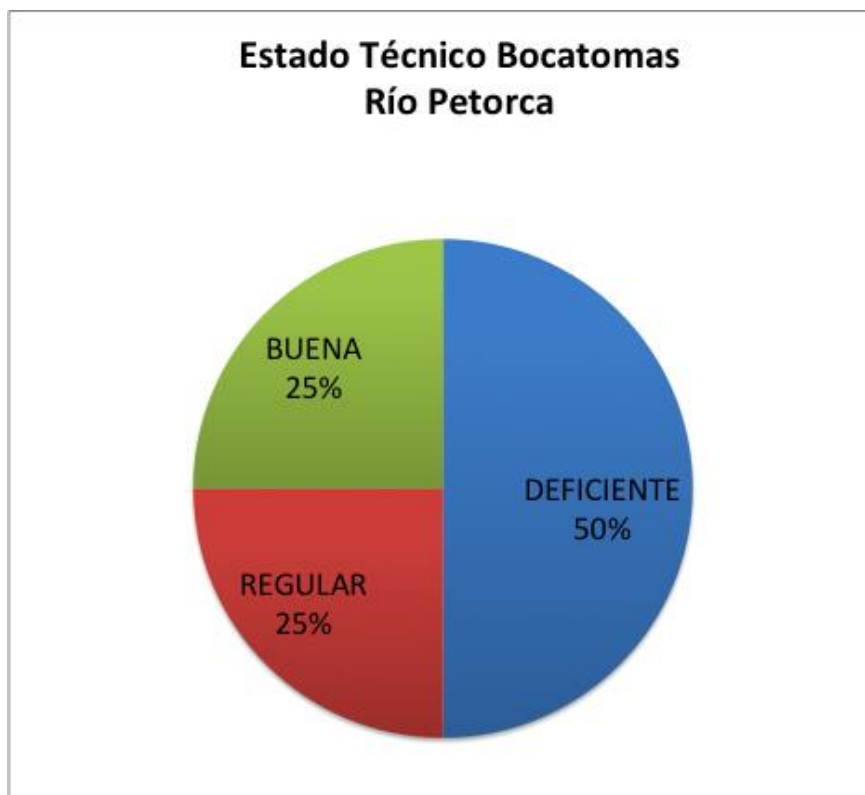
Información obtenida de un catastro de bocatomas de la cuenca del río la Ligua ejecutado por la Universidad de Concepción (2011) muestran que un total de 37 bocatomas evaluadas un 58% posee un estado técnico deficiente, un 36% regular y sólo un 6% fue clasificado como bueno. (Figura 50)

Para la cuenca del río Petorca se extendió este análisis en una muestra de 12 bocatomas del riego. Los resultados de esta evaluación mostraron que de las bocatomas evaluadas un 50 % posee un estado técnico deficiente, un 25% regular y sólo un 25% fue clasificado como bueno (Figura 51)



FUENTE: PROPIA

FIGURA 50. ESTADO TÉCNICO DE LAS BOCATOMAS DEL RÍO LA LIGUA.



FUENTE: PROPIA

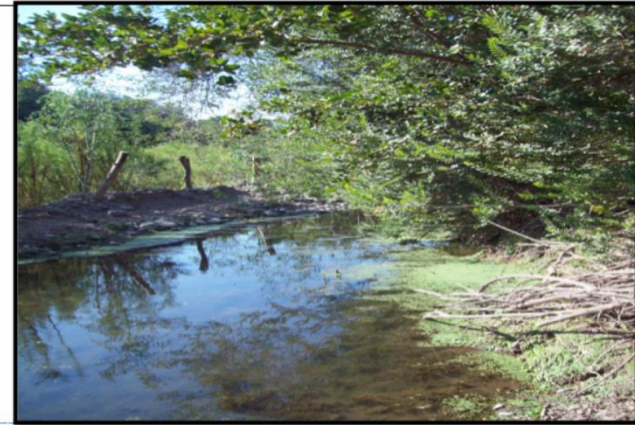
FIGURA 51. ESTADO TÉCNICO DE LAS BOCATOMAS DEL RÍO PETORCA.

A modo de ejemplo las figuras 52 y 53 muestran fichas tipo de diagnóstico de dos bocatomas de los ríos la Ligua y Petorca, respectivamente. En ambas figuras se aprecia la deficiencia de la infraestructura de este tipo de obras en ambas cuencas.

FICHA DE DIAGNOSTICO DE PUNTOS SINGULARES Y OBRAS

N° DE FICHA FECHA

SINGULARIDAD		DESCRIPCIÓN		OBSERVACIONES					
PUNTO SINGULAR	<input type="checkbox"/>	OBRA	<input checked="" type="checkbox"/>	MEDIANTE MAQUINARIA A COMIENZOS DE TEMPORADA DE RIEGO, EL AGUA DEL ESTERO LOS ANGELES ES DESVIADA HACIA EL CANAL LAS PUERTAS.BOCATOMA DE DIFICIL ACCESO					
UBICACION		BOCATOMA LAS PUERTAS							
CANAL	<input type="text" value="LAS PUERTAS"/>								
SECTOR	<input type="text" value="LAS PUERTAS"/>								
COORDENADAS UTM CON DATUM WGS 84 HUSO 19									
MODELO GPS	<input type="text" value="GARMIN 12"/>								
INICIO									
ESTE	<input type="text" value="318.081.000"/>					NORTE	<input type="text" value="6.402.960"/>		
TERMINO									
ESTE	<input type="text"/>					NORTE	<input type="text"/>		
CARACTERISTICAS				ESTADO					
TIPO	<input type="text"/>	PARAMETRO ESPECIFICO	FI	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	N[PI]
MATERIAL	<input type="text"/>	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO	0,50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,13"/>
		ESTADO ESTRUCTURAL	0,50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,13"/>
		FACTORES DE RIESGO	0,60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,45"/>
		FACILIDAD DE OPERACION	0,40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0,10"/>
		Puntaje técnico	0,25	DEFICIENTE					
		Puntaje gestión	0,55	REGULAR					
		FOTOGRAFIAS							




FUENTE: PROPIA

FIGURA 52. FICHA EJEMPLO ESTADO DIAGNÓSTICO DE BOCATOMAS, BOCATOMA CANAL LAS PUERTAS RÍO LA LIGUA.

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE PUNTOS SINGULARES Y OBRAS

Nº DE FICHA FECHA

SINGULARIDAD		DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
PUNTO SINGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	OBRA	<input type="checkbox"/>	
UBICACIÓN		BT de carácter rustico	BT que esta lejos del cause del río frutillar y se mantiene sin caudal. Posee 144,45 acciones. Longitud aproximada del canal 2.538 m	
CANAL	<input type="text" value="Las Palmas"/>			
SECTOR	<input type="text" value="Las Palmas"/>			
COORDENADAS UTM CON DATUM WGS 84 HUSO 19				
MODELO GPS	<input type="text" value="Garmin etrex 10"/>			
INICIO		ESTADO		
ESTE	<input type="text" value="303.025"/>	NORTE	<input type="text" value="6.423.302"/>	
TÉRMINO		PARÁMETRO ESPECÍFICO	<input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0.25"/> <input type="text" value="0.50"/> <input type="text" value="0.75"/> <input type="text" value="1.00"/> N P	
ESTE	<input type="text"/>	NORTE	<input type="text"/>	
CARACTERÍSTICAS		FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO	0.50 <input type="text" value="X"/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value="0.13"/>	
TIPO	<input type="text" value="RECTANGULAR"/>		ESTADO ESTRUCTURAL	0.50 <input type="text" value="X"/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value="0.13"/>
MATERIAL	<input type="text" value="Material de río"/>		FACTORES DE RIESGO	0.60 <input type="text" value="X"/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value="0.15"/>
		FACILIDAD DE OPERACIÓN	0.40 <input type="text" value="X"/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value="0.10"/>	
		Puntaje técnico	0,25 DEFICIENTE	
		Puntaje gestión	0,25 DEFICIENTE	
FOTOGRAFÍAS				
				

FUENTE: PROPIA

FIGURA 53. FICHA EJEMPLO ESTADO DIAGNÓSTICO BOCATOMAS, BOCATOMA CANAL LAS PALMAS, RÍO PETORCA.

4.3.2.6. Distribución, tecnología y monitoreo del agua

De acuerdo a la información base recopilada, las entrevistas realizadas y a recorridos del territorio, la distribución de agua de los canales de la cuenca es realizada principalmente por celadores sin ninguna tecnología de medición de caudal. En cuanto al monitoreo del caudal de los canales, no existe infraestructura de monitoreo o medición en canales, solo existen sistemas de aforo de los dos ríos de las cuencas y no en canales.

Según la encuesta aplicada en este estudio denominada “Ficha de inspección de Infraestructura de riego asociada a OUA de hecho y de derecho dentro del área de estudio”, en cuanto a sistema los sistemas de distribución y sistemas de aforo presentan necesidades como:

- Construcción de estructuras de aforos de medición, captación y control.
- Mejoramiento integral de la distribución a través de tubería.

Sólo el canal matriz Alicahue presenta obras catalogadas en “buen estado”, sin embargo, existe una brecha considerable de obras deficitarias o inexistentes.

4.3.2.7. Sistemas de acumulación mayores y menores

De acuerdo a la propuesta para enfrentar el desequilibrio hídrico descrito en la Política Nacional de los Recursos Hídricos (2015), se propone implementar un plan de construcción de pequeños embalses que tendrán una capacidad entre los 50.000m³ y los 5.000.000m³. La iniciativa contempla priorizar la construcción de 12 pequeños embalses para riego, beneficiando a las comunas de Cabildo y Petorca entre otras, todos en etapa de perfil.

TABLA 41. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.

Nombre	Localidad	Volumen (Hm ³)	Superficie Beneficiada (ha)	Número de Predios	Inversión (MM\$)
Los Graneros	Cabildo	0,1	2280	7	1631
Santa Marta la Engorda	La Ligua	0,1	2022	14	1132
Paihuen	Cabildo	0,1	137	13	1673
Pullali de Papudo	La Ligua	0,2	502	61	4780
Las Carditas	Petorca	0,3	80	9	2196
Pililen	Cabildo	0,3	257	20	1587
La patagua	La Ligua	0,4	1101	10	1345
Vitahue-La Viña	Cabildo	0,5	191	17	1612
El Sobrante	Petorca	0,5	971	67	5244
EL Guindo	Cabildo	0,5	157	59	4601
Chalaco	Petorca	0,6	165	65	5111
Los Álamos	Petorca	2,7	335	45	3562

FUENTE: PROPIA

En el marco de construcción de Grandes Embalses, La Política Nacional de los Recursos Hídricos menciona que se iniciará la construcción de 9 grandes obras a nivel nacional, entre las cuales en la provincia de Petorca destaca el embalse Las Palmas el cual se encuentra en etapa de diseño, con fecha de inicio de su construcción durante el año 2016.

TABLA 42. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.

Nombre	Localidad	Volumen (Hm ³)	Superficie Beneficiada (ha)	Número de Predios	Inicio /término
Las Palmas	Petorca	55	3281	1285	2016/2020

FUENTE: PROPIA

Dentro del plan de embalses de la Dirección de Obras Hidráulicas y según el “Estudio de factibilidad obras de regulación para los valles de La Ligua y Petorca” (DOH & MOP, 2009) se encuentra:

Embalse Alicahue: El proyecto está localizado en la zona central del país, en la V Región de Valparaíso, Provincia de Petorca, Comuna de Cabildo y el objetivo del proyecto embalse Alicahue es asegurar y extender el riego en el valle del Río La Ligua. En la actualidad la cuenca del río La Ligua presenta grandes disminuciones del caudal en el período de verano,

por lo cual se hace necesario embalsar las aguas en invierno, ya que su capacidad resulta insuficiente para conducir el caudal correspondiente a los regantes de la zona. Por esto y para asegurar el abastecimiento de agua en la zona, la que se reduce en los meses de primavera y verano, período en que la demanda de agua para los cultivos es máxima, es que se construirá el Embalse Alicahue. Las comunas beneficiadas por el proyecto son: Cabildo, Petorca y La Ligua.

El proyecto del embalse Alicahue contempla la realización de un muro que permitirá almacenar un volumen de agua de aproximadamente 56 millones m³, para lo cual será necesario inundar una superficie de 170,6 ha.

Embalse Pedernal: El proyecto está localizado en la zona central del país, en la V Región de Valparaíso, Provincia de Petorca, Comuna de Petorca y el objetivo del proyecto embalse Pedernal es asegurar y extender el riego en el valle del Río Petorca. En la actualidad la cuenca del río Petorca presenta grandes disminuciones del caudal en el período de verano, por lo cual se hace necesario embalsar las aguas en invierno, ya que su capacidad resulta insuficiente para conducir el caudal correspondiente a los regantes de la zona. Por esto y para asegurar el abastecimiento de agua en la zona, la que se reduce en los meses de primavera y verano, período en que la demanda de agua para los cultivos es máxima, es que se construirá el Embalse Pedernal. Las comunas beneficiadas por el proyecto son: Cabildo, Petorca y La Ligua.

El Proyecto del embalse Pedernal contempla la realización de un embalse que permitirá almacenar un volumen de agua de aproximadamente 31 millones m³. El embalse se construirá en el río Pedernal, a unos 4 kilómetros aguas arriba de la localidad de Chicolco, en la comuna de Petorca, en la parte Nor-oriental de la V Región.

Embalse las Palmas: El proyecto está localizado en la zona central del país, en la V Región de Valparaíso, Provincia de Petorca, Comuna de Petorca y el objetivo del proyecto embalse Las Palmas es asegurar y extender el riego en el valle del Río Petorca. En la actualidad la cuenca del río Petorca presenta grandes disminuciones del caudal en el período de verano, por lo cual se hace necesario embalsar las aguas en invierno, ya que su capacidad resulta insuficiente para conducir el caudal correspondiente a los regantes de la zona. Por esto y para asegurar el abastecimiento de agua en la zona, la que se reduce en los meses de primavera y verano, período en que la demanda de agua para los cultivos es máxima, es que se construirá el Embalse Las Palmas. Las comunas beneficiadas por el proyecto son: Cabildo, Petorca y La Ligua.

El proyecto del embalse Las Palmas contempla la ejecución de un muro que permitirá almacenar un volumen de agua de aproximadamente 55 millones m³. El embalse se construirá en el estero Las Palmas, a unos 17 kilómetros al oeste de la ciudad de Petorca, en la comuna de Petorca.

La cota media aproximada de la base del muro es de 460 m.s.n.m. El muro tendrá una altura máxima de 70 m para completar el volumen de embalse.

Las condiciones del suelo de fundación y de los materiales existentes en la zona, han hecho elegir como solución para el embalse un muro de tierra, descartando la alternativa de

cualquier tipo de muro de hormigón (arco, gravitacional o contrafuerte), ya que se vería reflejado en un aumento considerable de los costos de obra e incluso algunos de estas alternativas no serían factibles desde el punto de vista técnico.

Por condiciones de operación, este embalse en años normales variará su nivel de agua entre su máximo y su mínimo (varía decenas de metros) en períodos relativamente breves (algunos meses).

Embalse los Ángeles: El proyecto está localizado en la zona central del país, en la V Región de Valparaíso, Provincia de Petorca, Comuna de Cabildo y el objetivo del proyecto embalse Los Ángeles es asegurar y extender el riego en el valle del Río La Ligua. En la actualidad la cuenca del río La Ligua presenta grandes disminuciones del caudal en el período de verano, por lo cual se hace necesario embalsar las aguas en invierno, ya que su capacidad resulta insuficiente para conducir el caudal correspondiente a los regantes de la zona. Por esto y para asegurar el abastecimiento de agua en la zona, la que se reduce en los meses de primavera y verano, período en que la demanda de agua para los cultivos es máxima, es que se construirá el Embalse Los Ángeles. Las comunas beneficiadas por el proyecto son: Cabildo, Petorca y La Ligua

El proyecto del embalse Los Ángeles contempla la realización de un muro que permitirá almacenar un volumen de agua de aproximadamente 51 millones m³, para lo cual será necesario inundar una superficie de 396 ha.

Para la realización de este embalse será necesario construir, en una angostura ubicada aproximadamente 2 km aguas abajo de la confluencia del estero Los Ángeles con el estero Guayacán, una presa cuya altura será aproximadamente de 41 m, dependiendo del volumen de agua que sea necesario almacenar.

Esta presa se apoyará en roca en los flancos y en sedimentos cuaternarios de más de 100 m de espesor en el piso del valle.

Tranques CORA

La Comisión Nacional de Riego (CNR) bajo el escenario de escasez hídrica que se ha vivido en los últimos años en las zonas norte, centro y centro sur del país, ha considerado imprescindible rehabilitar obras de acumulación de aguas ya existentes.

En el marco de una serie de diagnósticos regionales de tranques construidos y/o gestionados por la Corporación de la Reforma Agraria (CORA), la CNR actualmente está ejecutando el estudio denominado “Diagnóstico del estado actual de los tranques CORAV región”, cuyo objetivo es realizar un completo diagnóstico y catastro de tranques CORA, determinando las condiciones y el estado actual en que se encuentran estas obras, estimando además los costos de reparación y/o rehabilitación, con el fin de generar un listado priorizado de iniciativas para la región, que beneficien principalmente a pequeños productores y que puedan ser presentadas a futuros concursos de la Ley N° 18.450, concursos CNR-GORE u otro tipo de instrumento de financiamiento.

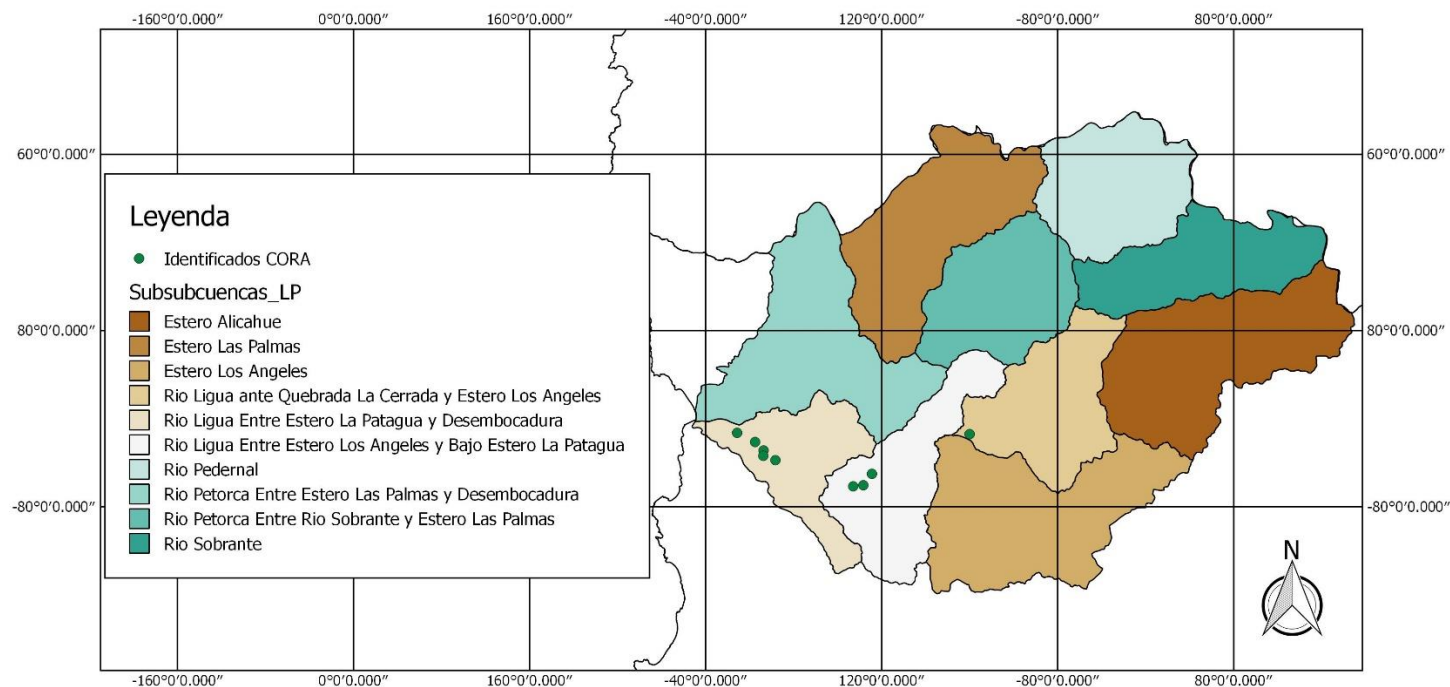
La ejecución está a cargo de la Universidad de Concepción, específicamente el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola que para tales efectos ha reunido un equipo con vasta experiencia en todas las materias que competen al estudio.




En la siguiente figura se muestran los tranques identificados en las comunas pertenecientes al área de influencia de las cuencas de los ríos Ligua y Petorca.

TABLA 43. TRANQUES PRESENTES EN LAS COMUNAS DE INFLUENCIA DE LA CUENCA DE LOS RÍOS LIGUA Y PETORCA

Comuna	Proyecto de Parcelación	Cantidad de tranques
Cabildo	Los molinos	2
	Unión Aconcagua	11
	San Lorenzo	1
La Ligua	Jaururo	1
	Santa Marta de Longotoma	7
	El Carmen	5
	Los Tigres	2
	La Higuera	3
Papudo	Las Salinas	2
	Pullally	2
Petorca	San Ramón	1
	Santa Carolina	1
Putendo	Bellavista de Putaendo	1
	La Redonda	1

FUENTE: PROPIA



 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR UN PLAN DE RIEGO EN CUENCA LIGUA Y PETORCA		Título TRANQUES CORA IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO "DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS TRANQUES CORA"			
	 Universidad de Concepción	Escala: 1:700.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19S	Fuente: Diagnóstico del estado actual de los tranques CORA (UDEP)	Fecha: Enero 2016	
			Dibujo: AFB	Revisó: OLR		

FUENTE: PROPIA

FIGURA 54. TRANQUES IDENTIFICADOS EN LAS COMUNAS PERTENECIENTES AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LIGUA Y PETORCA

Además, según lo levantado en la “Ficha de inspección de Infraestructura de riego asociada a OUA de hecho y de derecho dentro del área de estudio”, en cuanto a sistemas de acumulación se realizaron algunas observaciones cualitativas y se tiene que:

En relación a las obras de acumulación presente dentro de la envergadura de los canales encuestados, existen acumuladores de regulación nocturna, de fin de semana y acumuladores de temporada, en general no se realiza mantención en los sistemas, esto provoca una excesiva acumulación de sedimentos y por ende reducción de la capacidad de los acumuladores. En consecuencia, se identifican claras necesidades de mantención de obras y mejoramiento de los sistemas de distribución, al igual que rehabilitar los tranques ya existentes y actualmente inoperativos.

En el área beneficiada por el Canal matriz Alicahue existen 6 tranques del tipo CORA, los cuales tienen como principal necesidad su revestimiento y el mejoramiento de red de distribución.

Por último, según lo levantado en la encuesta todos manifiestan una especial necesidad de aumentar las obras de acumulación de aguas y mantención de las mismas.

Desde la figura 55, hasta la figura 58 se muestran como ejemplo fotografías de tranques pertenecientes a la cuenca.



FUENTE: PROPIA

FIGURA 55. TRANQUE SANTA JULIA, VISTA ORIENTE



FUENTE: PROPIA

FIGURA 56. ACUMULADOR INDAP EL SOBANTE (ALIMENTADO POR CANAL MATRIZ SOBANTE-CHINCOLO.



FUENTE: PROPIA

FIGURA 57. TRANQUE EL NARANJO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 58. TRANQUE LA PUNTILLA

4.3.2.8. Aguas subterráneas

Las fuentes de agua subterránea descritas en punto 3.3.2.2, son principalmente 12 acuíferos.

Luego de las visitas realizadas al territorio la mayoría de las captaciones poseen infraestructura de bombeo principalmente bombas trifásicas eléctricas conectadas a la red que luego son conectadas directamente al sistema de riego o a un tranque de acumulación.

Según el estudio “Mejoramiento de agua subterránea para riego Ligua y Petorca” (CNR & GCF INGENIEROS LTDA., 2013), el 78,4 % de las captaciones de aguas subterráneas (Pozos, norias, drenes, punteras, etc.) de la cuenca del río Petorca son destinadas para uso en riego, mientras que, en la cuenca del río Ligua el 71,6 % de las captaciones son destinadas para este fin.

Las figuras 59 y 60, muestran el detalle del balance hídrico subterráneo para las cuencas en cuestión (CNR & GCF INGENIEROS LTDA., 2013).

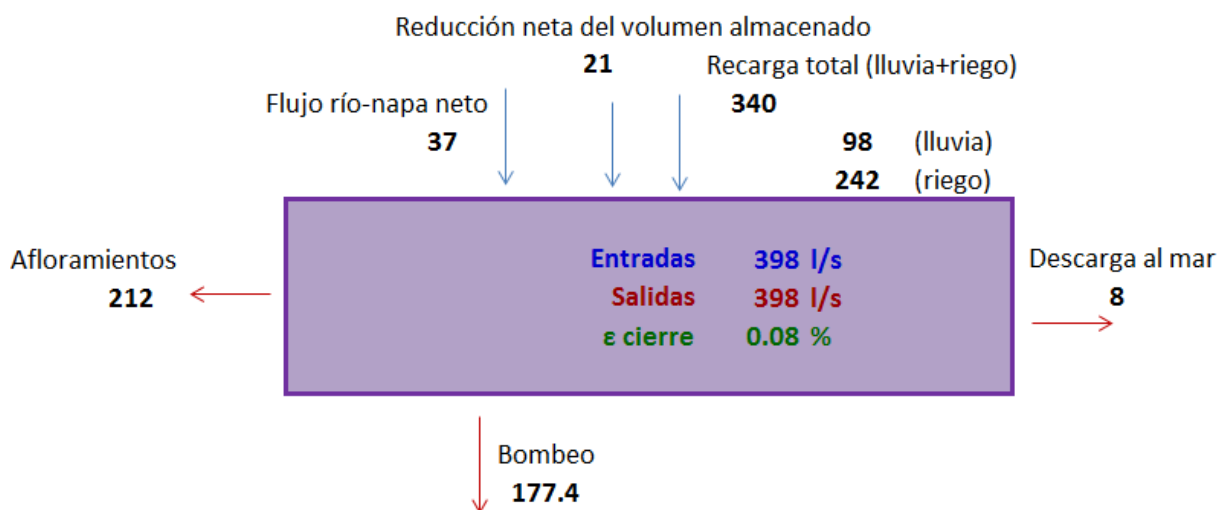


FIGURA 59. BALANCE SUBTERRÁNEO, PROMEDIO PERÍODO 1950-2010, ACUÍFERO RÍO PETORCA

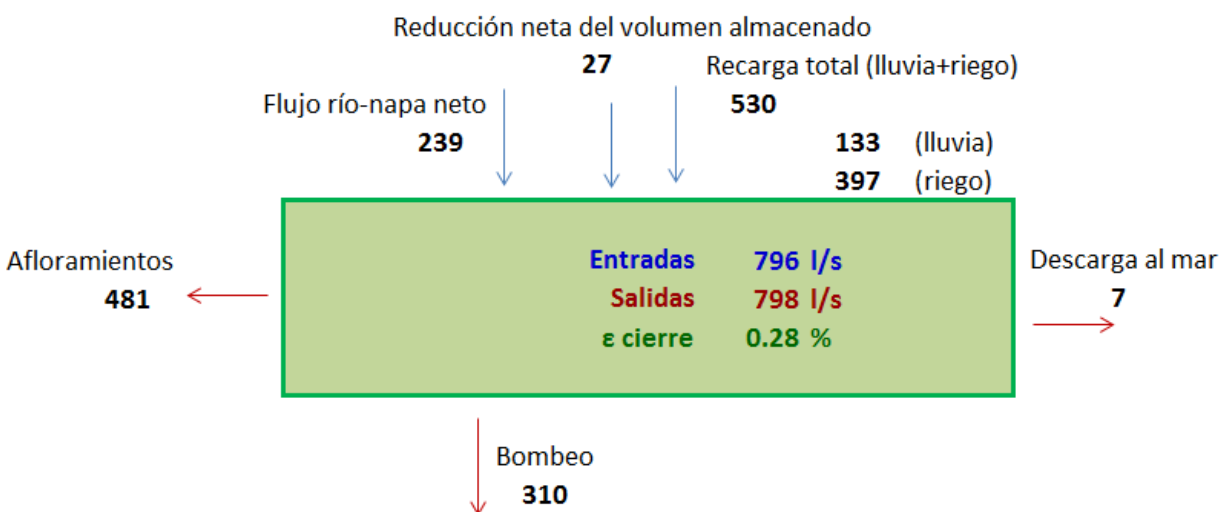


FIGURA 60. BALANCE SUBTERRÁNEO, PROMEDIO PERÍODO 1950-2010, ACUÍFERO RÍO LIGUA

4.3.2.9. Conclusiones del diagnóstico

De acuerdo con el numeral 6.3, letra f) de las bases técnicas de la licitación pública se realizó un diagnóstico de la infraestructura extrapredial de riego. Específicamente se analizaron aspectos en: estado de sistemas de canales de riego, bocatamos, sistemas de acumulación mayores y menores, métodos de distribución, tecnología y monitoreo del agua y aguas subterráneas.

Del análisis del estado de canales y bocatomas se observó que son obras precarias que requieren una fuerte componente de inversión en obras de captación, acumulación y conducción. Existen avances en revestimientos y obras de distribución en varios canales, pero aún existe un déficit importante de infraestructura, un programa de mejoramiento debería incluir estos aspectos de desarrollo. El monitoreo del caudal de los canales analizados es inexistente, no existen obras que permitan la medición de caudales en canales que permitan mejorar la gestión. La distribución de las aguas es normalmente realizada con compuertas u otras obras provisionales por “celadores” que requieren capacitación técnica que permita mejorar la eficiencia.

Realizando un contraste entre lo recopilado en el informe de la DOH, elaborado por CYGSA el año 2003 y lo que en esta consultoría se ha recabado en terreno, se tiene que el estado de las obras asociadas a los canales de riego (bocatomas, obras de arte, aforo, distribución y monitoreo), no ha cambiado significativamente, por lo cual como se ha mencionado existe un déficit importante en cuanto a infraestructura

En cuanto a grandes embalses y embalses menores existen iniciativas ya en curso que muestran un mayor grado de avance en este tipo de infraestructura. Probablemente esto ha ocurrido debido a la gran sequía de la zona que ha disminuido considerablemente la disponibilidad de recursos hídricos superficiales. Esta situación se ve reflejada en muchos canales que no han tenido disponibilidad de agua en los últimos años.

Actualmente la CNR en conjunto a la Universidad de Concepción a través del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, está desarrollando un diagnóstico del estado actual de la infraestructura de los tranques construidos en la época de la reforma agraria (Tranques CORA) en la región de Valparaíso y por lo tanto en las cuencas en cuestión, esto representa un claro avance en cuanto a resolver las necesidades en obras de acumulación. Es clara la real importancia de rehabilitar y mantener este tipo de obras, esto debido al actual escenario de sequía que se vive a lo largo de la zona norte del país, específicamente en la zona que este estudio abarca.

Con respecto a las aguas subterráneas, la disminución de los recursos hídricos superficiales ha provocado una gran presión en la explotación de estos recursos, obligando a agricultores a construir pozos profundos y provocar una sobre explotación de la napa subterránea. En general es un sector que requiere regulación y fiscalización.

En general se destaca la necesidad en disponibilidad del recurso mediante nuevas obras de acumulación. Las bocatomas y el mejoramiento en la conducción de agua en los canales son aspectos relevantes en el mejoramiento de la infraestructura de riego. Mejoras en las capacidades para una mejor gestión del agua son claves, capacitación y actividades de extensión asociadas a obras de monitoreo son aspectos relevantes para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos de riego.

Por último, para realizar un completo análisis de la infraestructura de riego, se recomienda llevar a cabo un catastro detallado de la infraestructura, para con ello definir los proyectos a impulsar de acuerdo a niveles de prioridad que se definan y lograr una carta de mejoramiento de infraestructura para cada canal y obras de acumulación existente.

4.3.3. Caracterización y análisis de la producción agropecuaria y proyecciones de desarrollo

4.3.3.1. Antecedentes generales

La caracterización y análisis de la producción agropecuaria se realizó mediante una recopilación de antecedentes en informes finales de estudios y programas realizados en el área además de actividades de participación con actores locales y recorridos por el territorio. Información del censo agropecuario (2007) del instituto Nacional de Estadísticas, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) y del Centro de Información de Recursos Naturales CIREN fueron las principales fuentes de información.

4.3.3.2. Características del agricultor

Según la información regional 2015 de la región de Valparaíso realizado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) manifiesta que: Si bien en la región de Valparaíso predomina la existencia de explotaciones con un tamaño inferior a 20 ha, que concentra el 80,7% del total de las explotaciones, esto equivale únicamente al 4,02% del total de la superficie explotada.

Caso contrario ocurre en las explotaciones de más de 100 ha, donde el número de explotaciones representa el 7,7% del total de estas, pero inversamente explica el 89,72% de la superficie explotada.

Por su parte, las explotaciones de 20 a 50 ha representan el 7,8% del total de explotaciones y el 3,02% de la superficie. Finalmente, las explotaciones con 50 a 100 ha explican el 3,8% del total de las explotaciones y el 3,24% de la superficie.

Por otro lado, y específicamente en el área en estudio, según el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal del año 2007, se informa que en la comuna de Petorca el 72% del número de explotaciones posee superficies menores a 5 ha y para las comunas de la Ligua, Papudo y Cabildo los porcentajes son 62 %, 67 % y 63% respectivamente con un promedio provincial de 66%.

El segundo grupo en importancia son tamaños de explotación entre 5 y 10 ha. Petorca posee un 9% del número total de explotaciones, en las restantes un 13.9 %, 20 % y 15.8 % para las comunas de la Ligua, Papudo y Cabildo respectivamente. A nivel provincial este valor promedio un 14.7 %. Es decir, en la provincia un 80% de las explotaciones corresponden a superficies de menos de 10 ha.

Las tablas 44 a 47, muestran el detalle de cada comuna para los diferentes rangos de tamaños de explotación. (Fuente: elaborado por Odepa a partir de la información del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal; ODEPA - INE, 2007).

TABLA 44. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE PETORCA.

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Número de explotaciones
Sin tierra	54
0,1 a 4,9	643
5 a 9,9	88
10 a 19,9	34
20 a 49,9	22
50 a 99,9	6
100 a 499,9	15
500 a 999,9	11
1.000 y más	19
Total general	892

TABLA 45. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE LA LIGUA.

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Número de explotaciones
Sin tierra	19
0,1 a 4,9	705
5 a 9,9	158
10 a 19,9	79
20 a 49,9	42
50 a 99,9	22
100 a 499,9	81
500 a 999,9	12
1.000 y más	18
Total general	1136

TABLA 46. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE PAPUDO.

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Número de explotaciones
Sin tierra	2
0,1 a 4,9	95
5 a 9,9	29
10 a 19,9	6
20 a 49,9	1
50 a 99,9	1
100 a 499,9	1
500 a 999,9	1
1.000 y más	4
Total general	140

TABLA 47. AGRICULTORES SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN PARA LA COMUNA DE CABILDO.

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Número de explotaciones
Sin tierra	38
0,1 a 4,9	584
5 a 9,9	147
10 a 19,9	46
20 a 49,9	47
50 a 99,9	10
100 a 499,9	32
500 a 999,9	5
1.000 y más	16
Total general	925

En términos de género a nivel país la participación en el rubro silvoagropecuario un 82% corresponde a productores hombres y un 18% de mujeres. A nivel provincial un 63% de los productores son hombres y un 22% mujeres. El restante porcentaje lo agrupan sucesiones, sociedades y comunidades indígenas.

La figura 61 muestra estas diferencias separadas por cada una de las comunas de la provincia.

De acuerdo al nivel de escolaridad, existe en la provincia y a nivel comunal un bajo nivel de escolaridad clasificado como "básico preparatoria".

En la comuna de Petorca este nivel representa el 51% del total general. En las comunas de la Ligua, Papudo y Cabildo estos valores son 55.5 %, 53% y 46,9 %. Respecto a la edad por productor la mayor concentración se encuentra en el rango de edad entre 60-70 años seguidos por el grupo entre 50-60 años.

Esta clasificación muestra una baja escolaridad con un importante número de productores de edad avanzada.

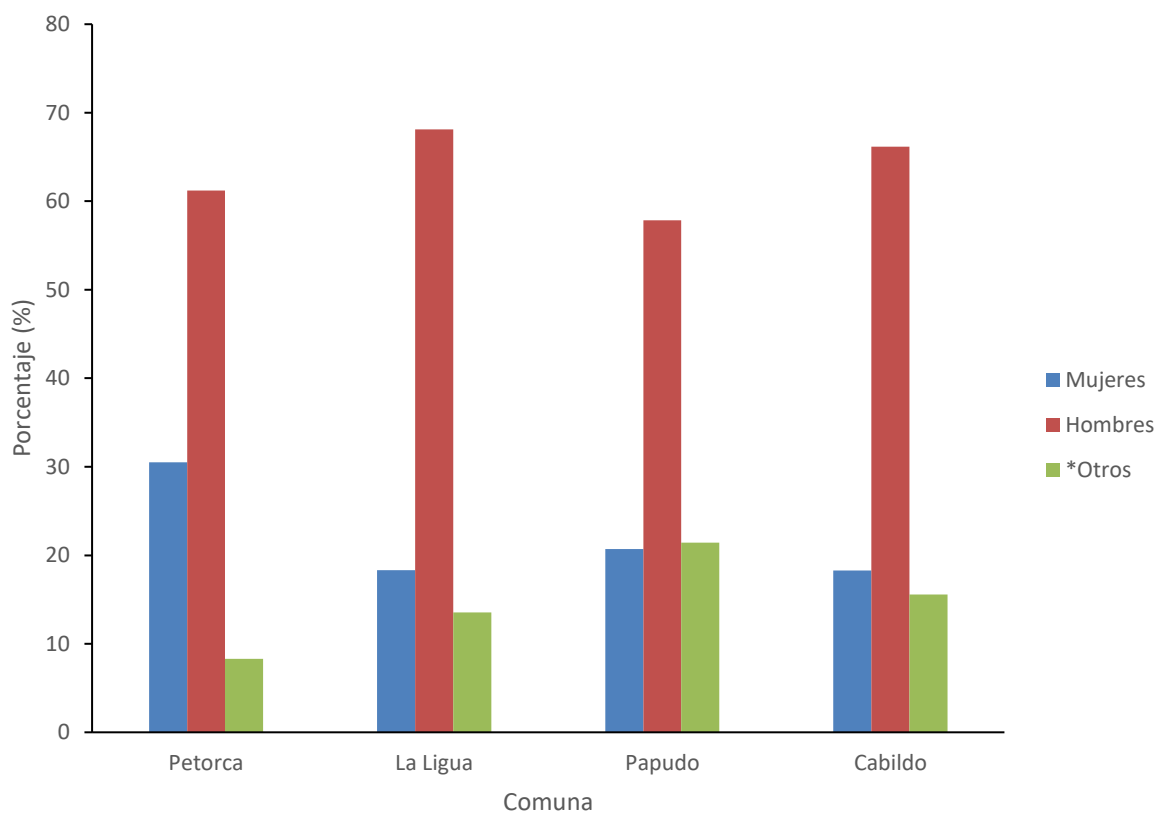


FIGURA 61. PRODUCTORES SEGÚN SEXO Y COMUNA (* SUCESIONES, SOCIEDADES Y COMUNIDADES INDÍGENAS).

Las tablas siguientes muestran el detalle para cada rango de edad discretizado cada 5 años y los diferentes niveles de escolaridad separados por comuna.

TABLA 48. PRODUCTORES Y EDAD PARA LA COMUNA DE PETORCA.

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	No Corresponde*	Total general
18 - 21	0	0	0	0	0	0	0
22 - 25	0	1	5	0	0	0	6
26 - 30	1	6	14	0	2	0	23
31 - 35	0	14	20	1	5	0	40
36 - 40	1	35	26	3	3	0	68
41 - 45	0	46	23	6	2	0	77
46 - 50	4	76	25	5	8	0	118
51 - 55	10	42	11	2	8	0	73
56 - 60	16	43	13	1	2	0	75
61 - 65	19	59	10	3	5	0	96
66 - 70	18	50	17	3	4	0	92
71 - 75	17	37	5	3	4	0	66
76 y más	24	52	4	1	3	0	84
No Corresponde*	0	0	0	0	0	74	74
Sin información	0	0	0	0	0	0	0
Total general	110	461	173	28	46	74	892

* corresponde a sucesiones, sociedades y comunidades indígenas.

TABLA 49. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE LA LIGUA.

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	No Corresponde*	Sin información	Total general
18 - 21	0	1	0	0	0	0	0	1
22 - 25	0	2	0	0	0	0	0	2
26 - 30	0	7	10	2	2	0	0	21
31 - 35	0	19	12	5	8	0	0	44
36 - 40	0	30	20	1	3	0	0	54
41 - 45	1	48	16	2	4	0	0	71
46 - 50	0	59	26	2	6	0	0	93
51 - 55	6	75	17	0	8	0	0	106
56 - 60	9	89	15	4	9	0	0	126
61 - 65	12	91	14	3	8	0	0	128
66 - 70	28	87	11	1	6	0	0	133
71 - 75	21	57	6	0	3	0	0	87
76 y más	42	66	3	0	2	0	0	113
No Corresponde*	0	0	0	0	0	154	0	154
Sin información	0	0	0	0	0	0	3	3
Total general	119	631	150	20	59	154	3	1136

* corresponde a sucesiones, sociedades y comunidades indígenas.

TABLA 50. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE PAPUDO.

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	No Corresponde*	Total general
18 - 21	0	0	0	0	0	0	0
22 - 25	0	0	0	0	0	0	0
26 - 30	0	0	1	0	0	0	1
31 - 35	0	1	1	0	0	0	2
36 - 40	1	2	3	1	1	0	8
41 - 45	0	1	1	0	0	0	2
46 - 50	0	6	0	0	0	0	6
51 - 55	0	6	1	1	1	0	9
56 - 60	1	7	0	0	0	0	8
61 - 65	0	10	4	0	1	0	15
66 - 70	3	8	5	0	0	0	16
71 - 75	3	12	0	0	0	0	15
76 y más	6	22	0	0	0	0	28
No Corresponde*	0	0	0	0	0	30	30
Sin información	0	0	0	0	0	0	0
Total general	14	75	16	2	3	30	140

* corresponde a sucesiones, sociedades y comunidades indígenas.

TABLA 51. PRODUCTORES SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EDAD PARA LA COMUNA DE CABILDO.

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	No Corresponde*	Total general
18 - 21	0	1	0	0	0	0	1
22 - 25	0	0	6	1	1	0	8
26 - 30	0	11	10	1	4	0	26
31 - 35	0	18	10	3	3	0	34
36 - 40	1	25	17	2	6	0	51
41 - 45	2	40	23	1	6	0	72
46 - 50	2	46	13	6	11	0	78
51 - 55	3	33	20	0	8	0	64
56 - 60	16	64	6	4	8	0	98
61 - 65	13	70	7	3	5	0	98
66 - 70	26	47	6	2	2	0	83
71 - 75	32	34	5	0	1	0	72
76 y más	40	45	8	0	3	0	96
No Corresponde*	0	0	0	0	0	144	144
Sin información	0	0	0	0	0	0	0
Total general	135	434	131	23	58	144	925

* corresponde a sucesiones, sociedades y comunidades indígenas.

4.3.3.3. Rubros (tipos de cultivos y su distribución).

En tabla 52 se encuentra separada la superficie provincial y comunal de acuerdo a los diferentes tipos productivos encontrados en la zona de estudio.

A nivel provincial se destaca claramente la superficie asociada a Frutales con 11.516 ha, seguida de la superficie destinada a Plantaciones forestales 2.452 ha y luego leguminosas y tubérculos con 1.079 ha. y hortalizas 830 ha.

A nivel comunal la comuna de Cabildo es quien posee mayor superficie, seguida por las comunas de La Ligua y Petorca. En todas ellas se mantiene destacada la proporción de frutales frente a los otros sistemas de producción agropecuarios considerados en el estudio (Ver figura 62).

TABLA 52.SUPERFICIE PRODUCTIVA PROVINCIAL Y SEPARADA POR COMUNA.

	Cereales (ha)	Leguminosas y tubérculos (ha)	Cultivos ind. (ha)	Hortalizas (ha)	Flores (ha)	Plantas forrajeras (ha)	Frutales (ha)	Viñas y parronales viníferos (ha)	Viveros (ha)	Semilleros (ha)	Plantaciones forestales (ha)
PROVINCIA	218,30	1.079,10	0,00	830,63	114,75	763,70	11.516,80	20,94	13,50	24,20	2.452,10
LA LIGUA	96,40	269,50	0,00	511,12	81,39	59,70	3.009,50	0,00	6,10	4,40	963,87
CABILDO	62,50	732,90	0,00	190,77	1,20	133,00	5.104,40	0,00	0,80	14,20	95,83
PAPUDO	21,40	37,20	0,00	98,20	30,42	207,20	22,50	0,00	0,00	5,60	1.322,80
PETORCA	35,00	28,40	0,00	25,94	0,54	261,30	3.223,40	4,10	6,60	0,00	16,50
ZAPALLAR	3,00	11,10	0,00	4,60	1,20	102,50	157,00	16,84	0,00	0,00	53,10

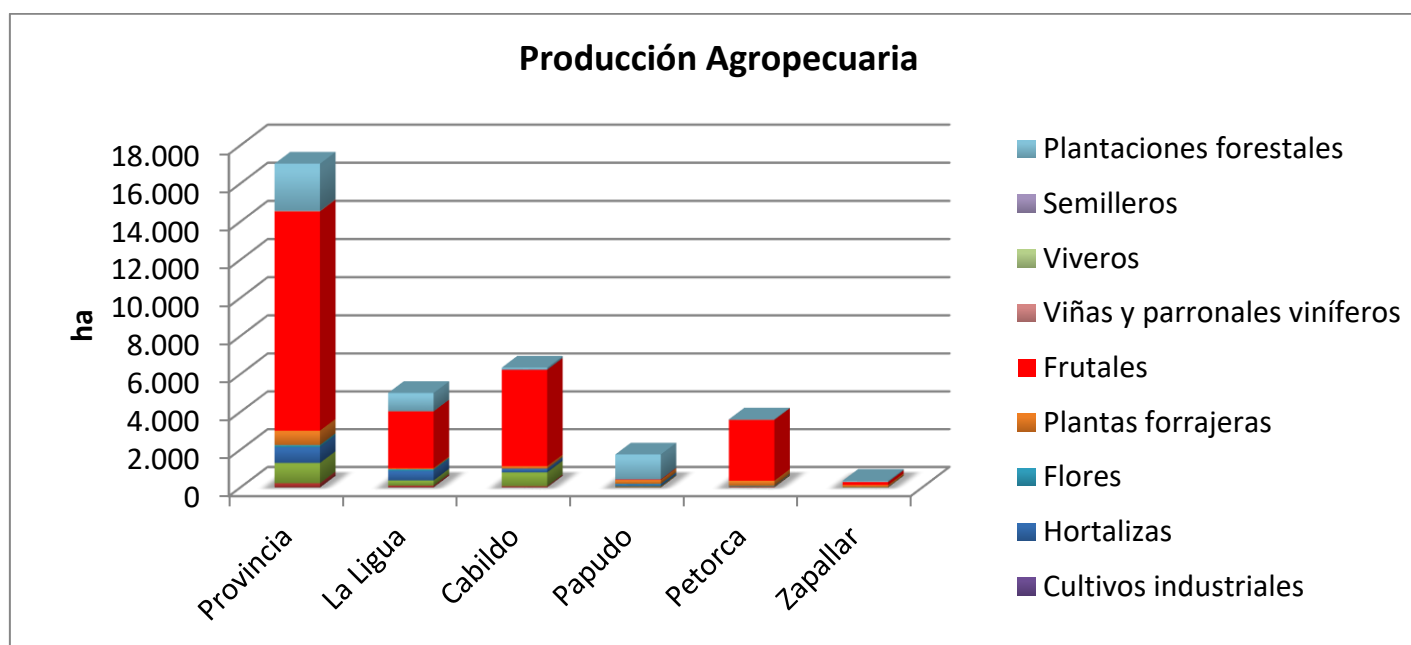


FIGURA 62. PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, PROVINCIAL Y COMUNAL.

La superficie total destinada a frutales (11.516 ha en la provincia) separadas por especie se muestran en la tabla 63. En orden de importancia destaca la superficie destinada a Paltos con el 72,5% de la superficie, Limoneros y Naranjos con 7,1% y 4,6% respectivamente, seguidos muy de cerca con Olivos (4,4 %).

TABLA 53.SUPERFICIE PRODUCTIVA EN FRUTALES PROVINCIAL Y SEPARADA POR ESPECIE (2007).

	Superficie (ha)	%
PETORCA	11.516,80	
ALMENDRO	220,30	1,9
ARÁNDANO	40,50	0,4
CEREZO	6,20	0,1
CHIRIMOYO	61,40	0,5
CLEMENTINA	54,00	0,5
DURAZNERO CONSUMO FRESCO	14,40	0,1
DURAZNERO TIPO CONSERVERO	23,00	0,2
HUERTO CASERO	66,80	0,6
LIMONERO	819,70	7,1
LÚCUMA	67,10	0,6
MANDARINA	37,80	0,3
NARANJO	531,80	4,6
NÍSPERO	7,30	0,1
NOGAL	312,80	2,7
OLIVO	512,00	4,4
OTROS FRUTALES	298,70	2,6
PALTO	8.347,20	72,5
PERAL EUROPEO	55,30	0,5
TUNA	40,50	0,4

La figura 63 muestra la importancia proporcional del Palto con respecto a los otros frutales presentes en la zona. Importante es mencionar que estas superficies han sufrido cambios

importantes producto de la disminución de superficies provocada por la sequía de los últimos años.

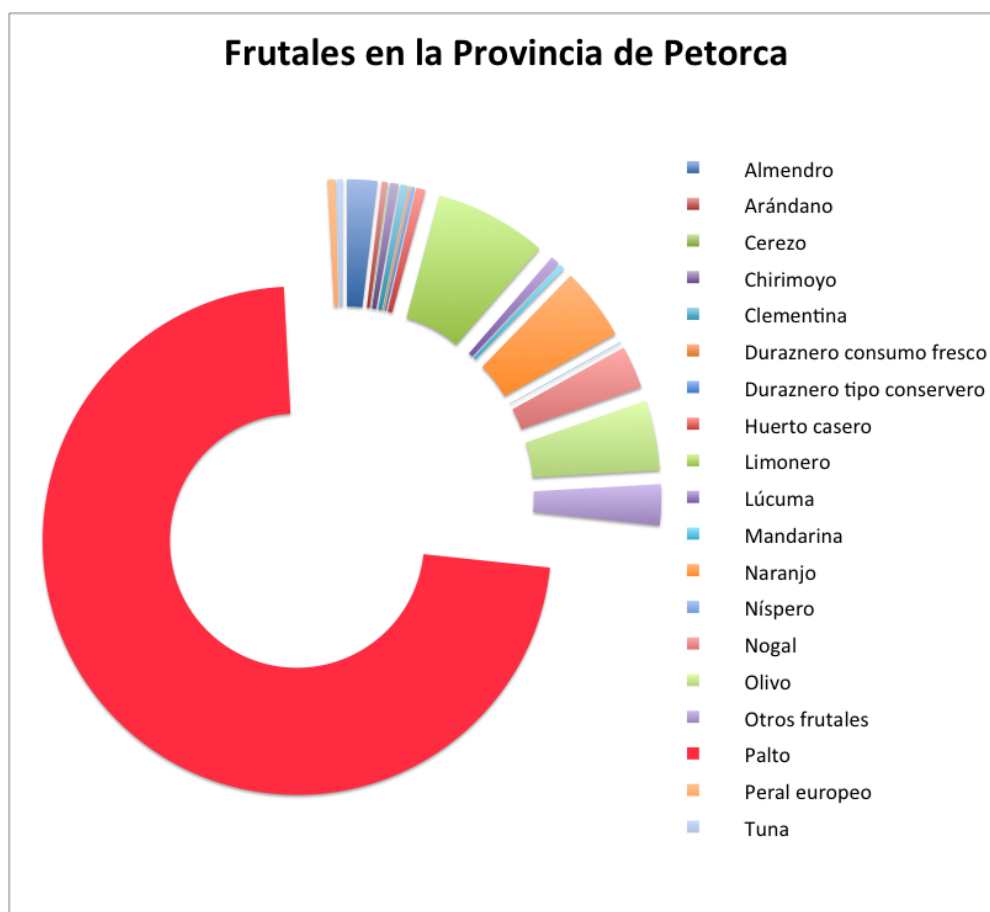


FIGURA 63. Distribución de la superficie productiva con frutales.

De acuerdo al catastro frutícola realizado por CIREN (2014) en la provincia de Petorca, la superficie total disminuyó a 8.680 ha aproximadamente, superficie que representa un 75% de la superficie reportada en 2007 (Tabla 64).

Se mantiene la importancia de los paltos con un 64% de la superficie total seguido por Nogales y Limoneros con 8,6% y 7,7% respectivamente, los sigue el almendro con 5,9% y Olivos con el 3,5% de la superficie total.

Desde la figura 64 a la 68, es posible observar la distribución de los distintos cultivos para cada una de las comunas de la provincia, según Catastro Frutícola Región de Valparaíso, 2014.

TABLA 54. SUPERFICIE PRODUCTIVA EN FRUTALES PROVINCIAL Y SEPARADA POR ESPECIE (2014).

	Superficie (ha)	%
PETORCA	8679,91	
ALMENDRO	513,91	5,9%
ARÁNDANO	42,26	0,5%
CEREZO	35,66	0,4%
CHIRIMOYO	60,75	0,7%
CLEMENTINA	0	0,0%
DURAZNERO CONSUMO FRESCO	0,02	0,0%
DURAZNERO TIPO CONSERVERO	13	0,1%
LIMONERO	665,6	7,7%
LÚCUMA	76,58	0,9%
MANDARINA	226,62	2,6%
NARANJO	256,55	3,0%
NÍSPERO	8,23	0,1%
NOGAL	743,41	8,6%
OLIVO	306,63	3,5%
OTROS FRUTALES	112,83	1,3%
PALTO	5594	64,4%
PERAL EUROPEO	4,9	0,1%
TUNA	18,96	0,2%

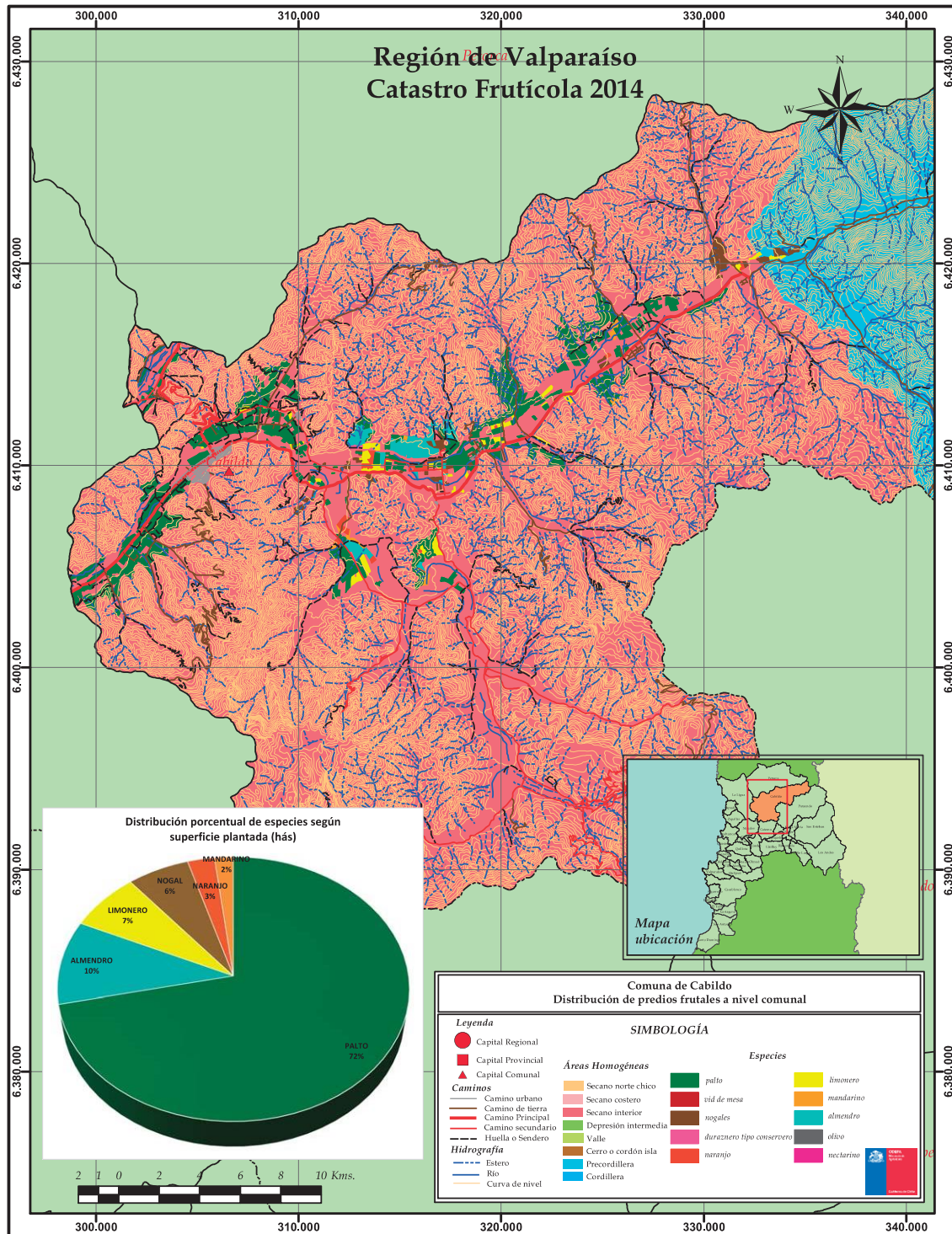


FIGURA 64. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE CABILDO.

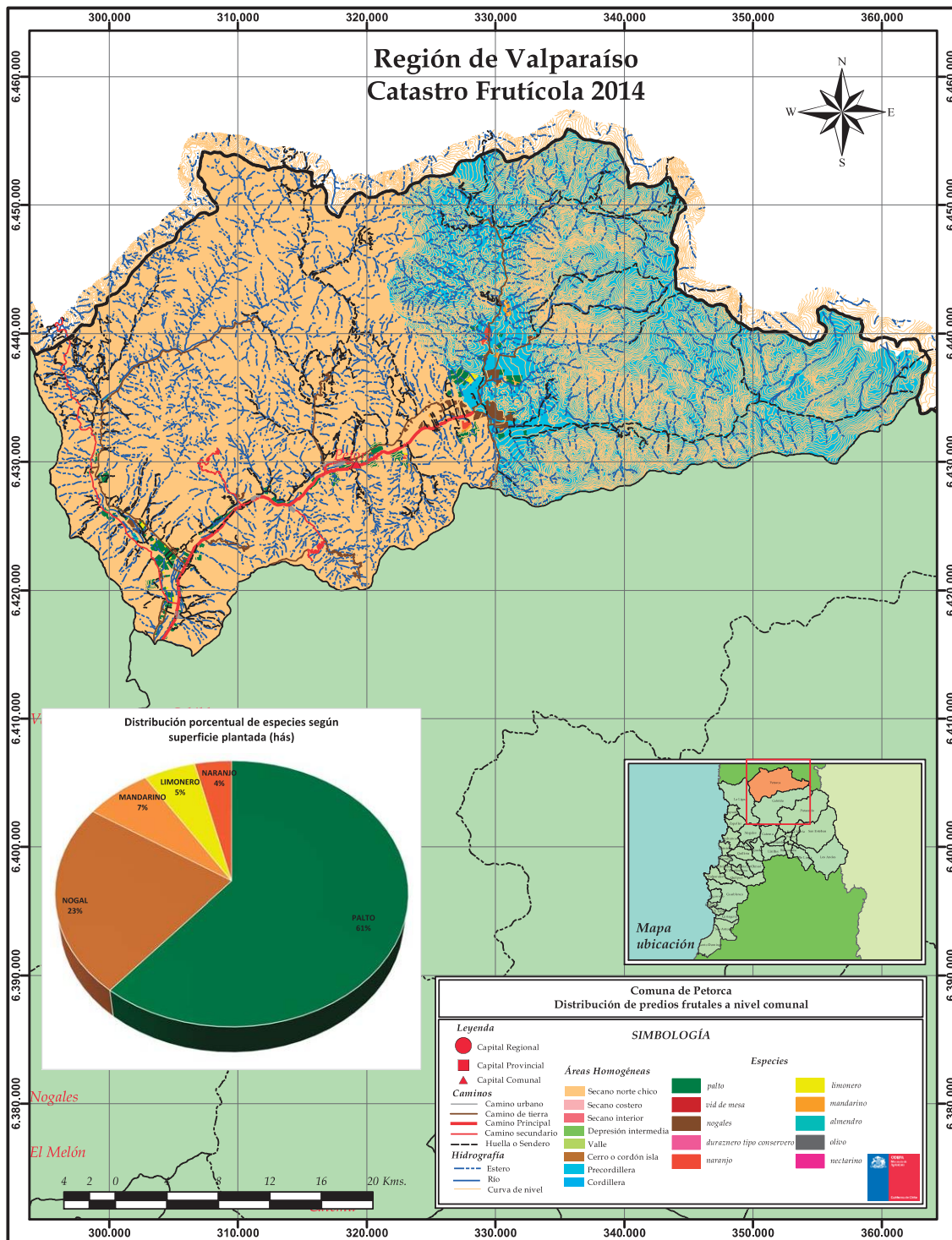


FIGURA 65. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE PETORCA.

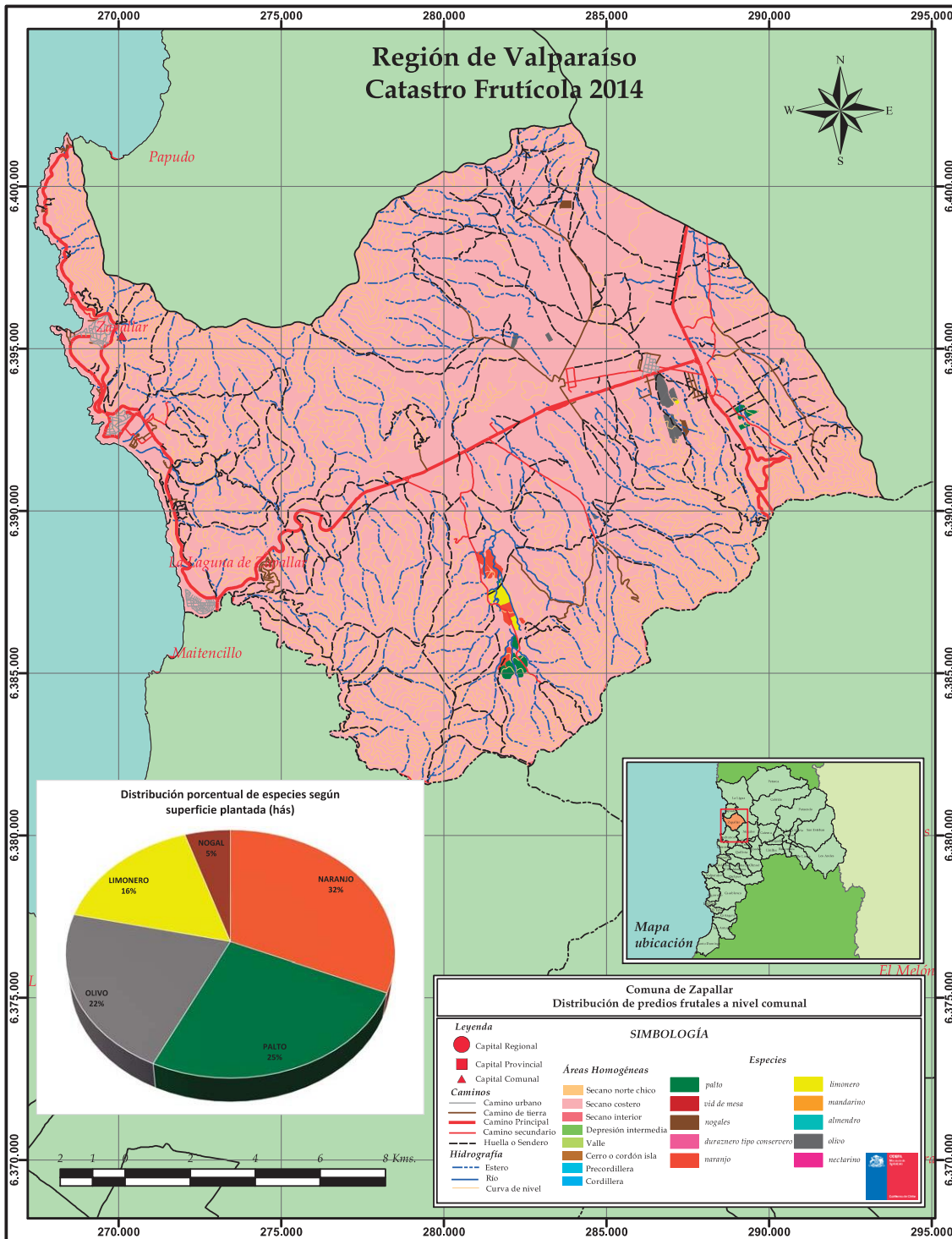


FIGURA 66. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE ZAPALLAR.

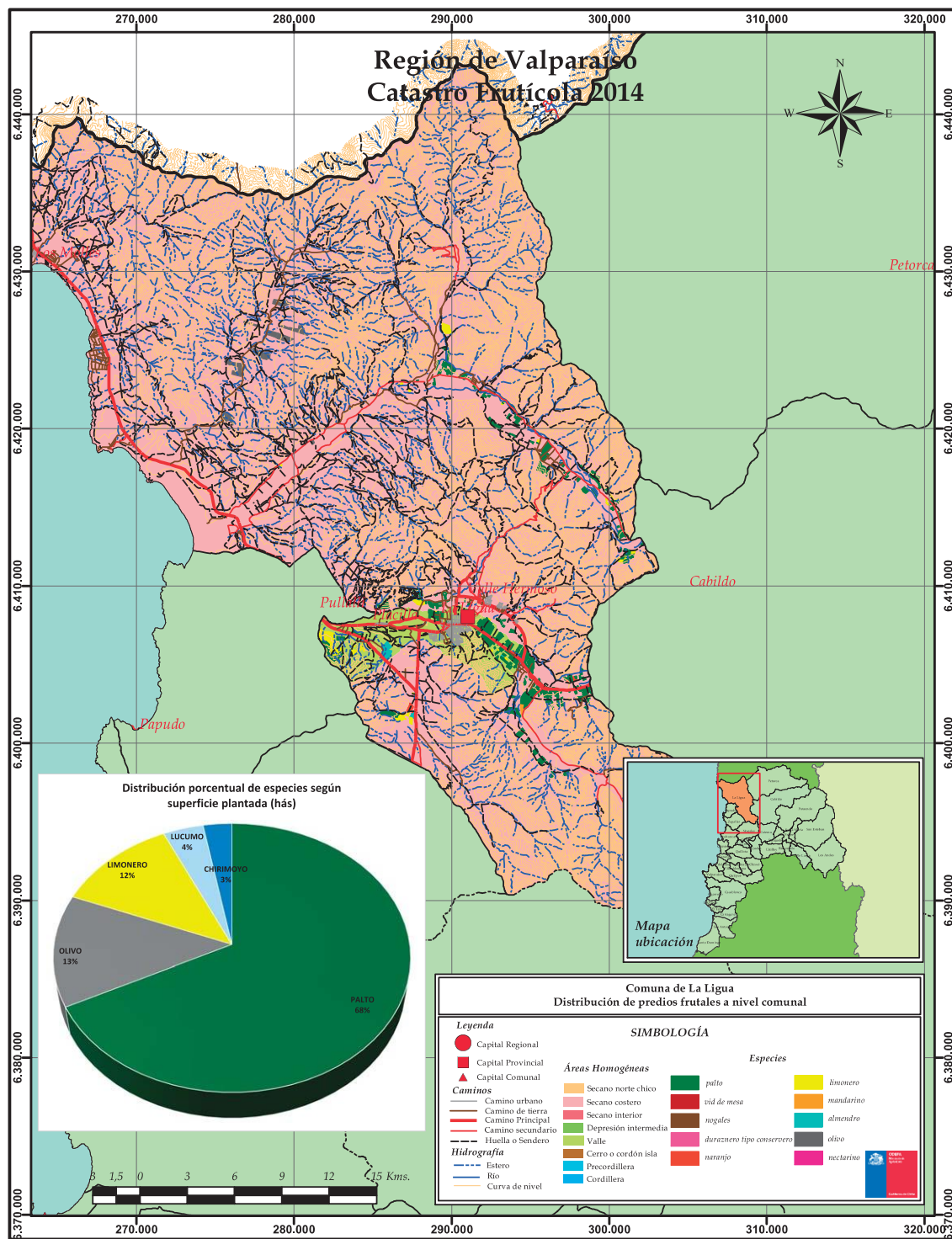


FIGURA 67. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE LA LIGUA.

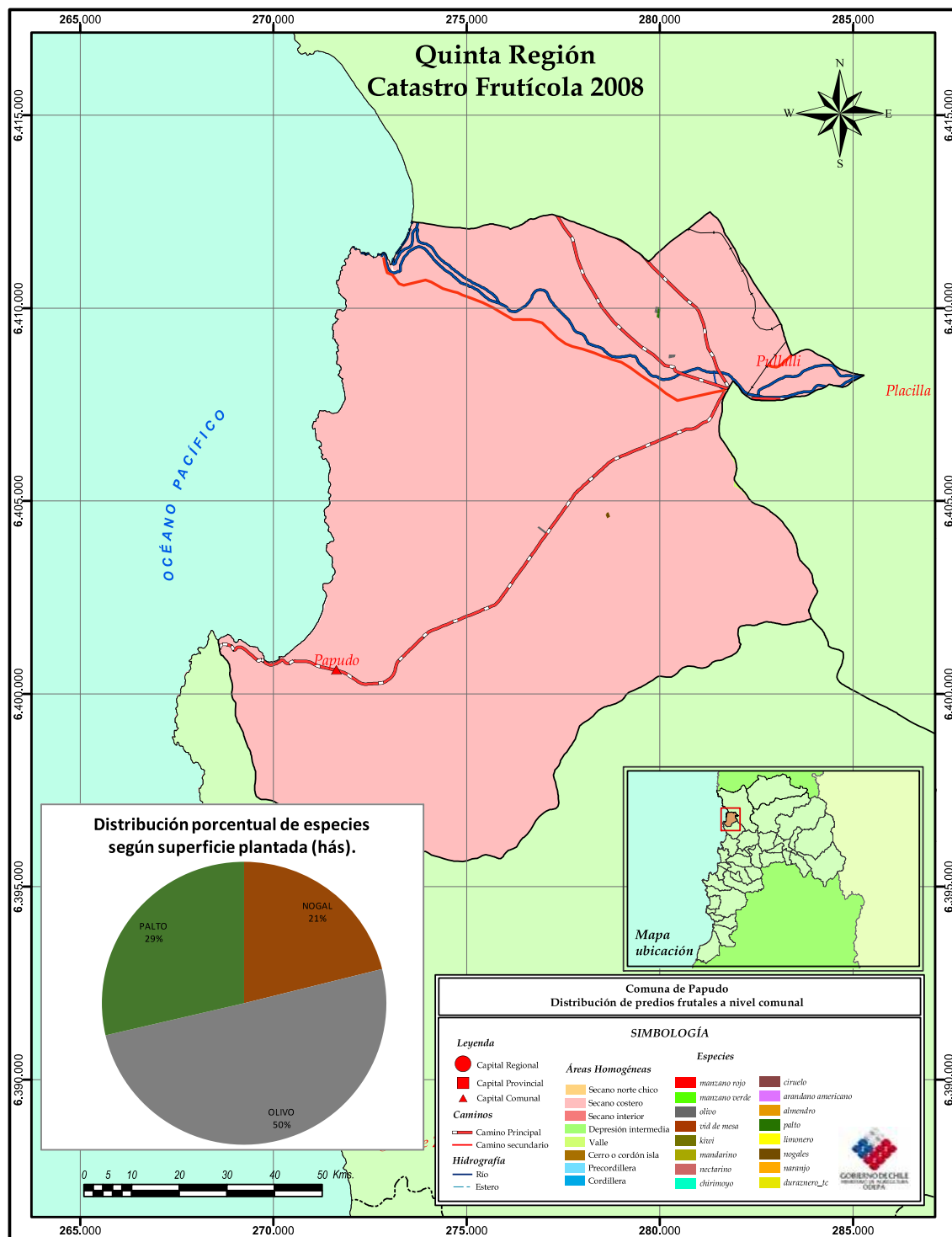


FIGURA 68. CATASTRO FRUTÍCOLA 2014 COMUNA DE PAPUDO.

4.3.3.4 Sistemas de riego y su distribución

De acuerdo a la información del último Censo Agropecuario y Forestal del Instituto Nacional de Estadísticas INE (1997), la superficie provincial bajo riego alcanza las 14.032 hectáreas. La tabla 55 muestra la superficie provincial total separada por comuna y por método de riego. Destacan por su importancia en superficie las comunas de Cabildo y Petorca con 5.906 y 3.610 hectáreas respectivamente.

TABLA 55. SUPERFICIE REGADA PROVINCIAL SEPARADA POR COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO.

	Superficie Regada (ha)	Riego Gravitacional (ha)	Mecánico Mayor (ha)	Microriego (ha)
PROVINCIA	14.032,69	3.391,47	82,16	10.559,06
LA LIGUA	3.852,19	1.064,80	14,36	2.773,03
CABILDO	5.906,60	1.293,70	44,40	4.568,50
PAPUDO	411,23	370,15	0,00	41,08
PETORCA	3.610,67	585,22	23,40	3.002,05
ZAPALLAR	252,00	77,60	0,00	174,40

En la Figura 69 se muestra la proporción de las superficies asociadas a los métodos de riego. Claramente en orden de importancia destacan los sistemas de microriego con 10.559 ha, riego superficial con 3.391 ha y con una superficie muy menor el método mecánico mayor o aspersión.

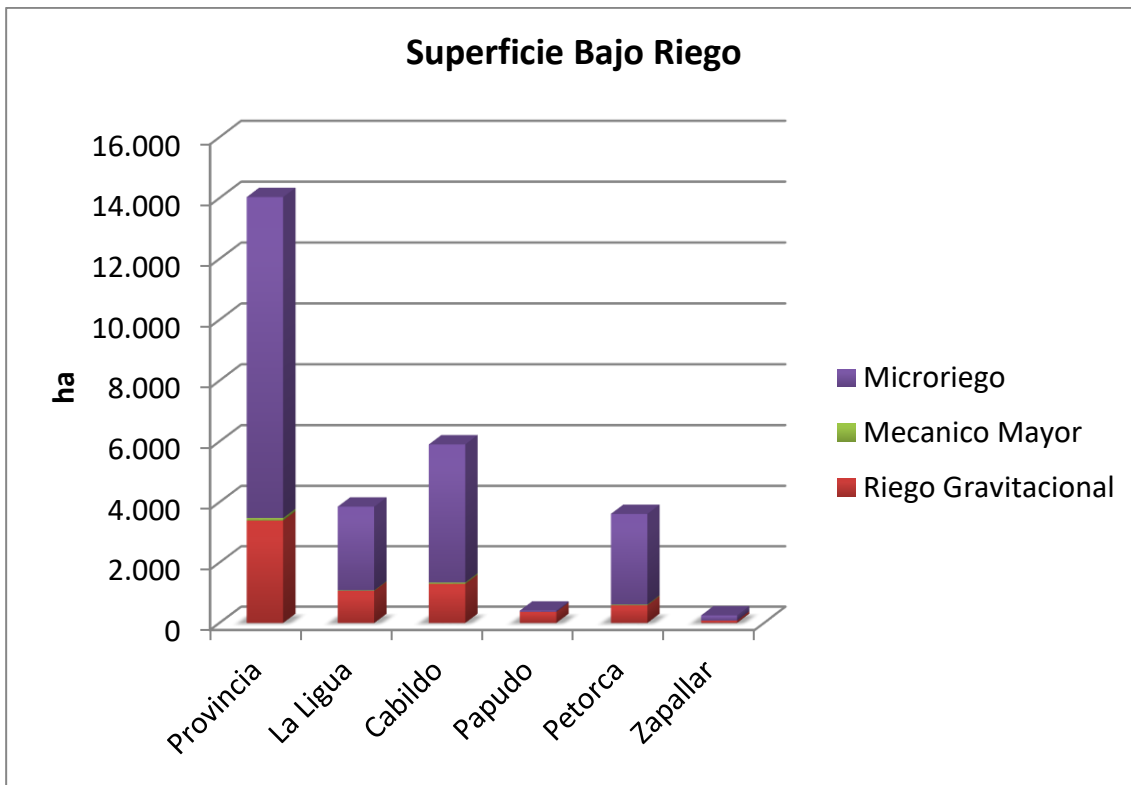


FIGURA 69. SUPERFICIE BAJO RIEGO PROVINCIAL Y COMUNAL.

Los métodos de riego gravitacional son posibles de ser divididos en método de riego gravitacional tendido y método de riego gravitacional por surcos. A nivel provincial existe una mayor superficie de sistemas de riego Tendido que regados con Surcos, 1.832 ha versus 1.436 ha, sin embargo, la diferencia es menor (Tabla 56).

TABLA 56. SUPERFICIE PROVINCIAL REGADA GRAVITACIONALMENTE SEPARADA POR COMUNA.

	Tendido (ha)	Surco (ha)	Otro (ha)
PROVINCIA	1.832,07	1.436,53	122,87
LA LIGUA	436,15	541,78	86,87
CABILDO	587,00	689,10	17,60
PAPUDO	257,50	111,75	0,90
PETORCA	481,12	86,60	17,50
ZAPALLAR	70,30	7,30	0,00

Las comunas de Cabildo y la Ligua son aquellas a nivel provincial que poseen mayores superficies asociadas a estos métodos, seguidas por Petorca, Zapallar y Papudo respectivamente (Figura 70).

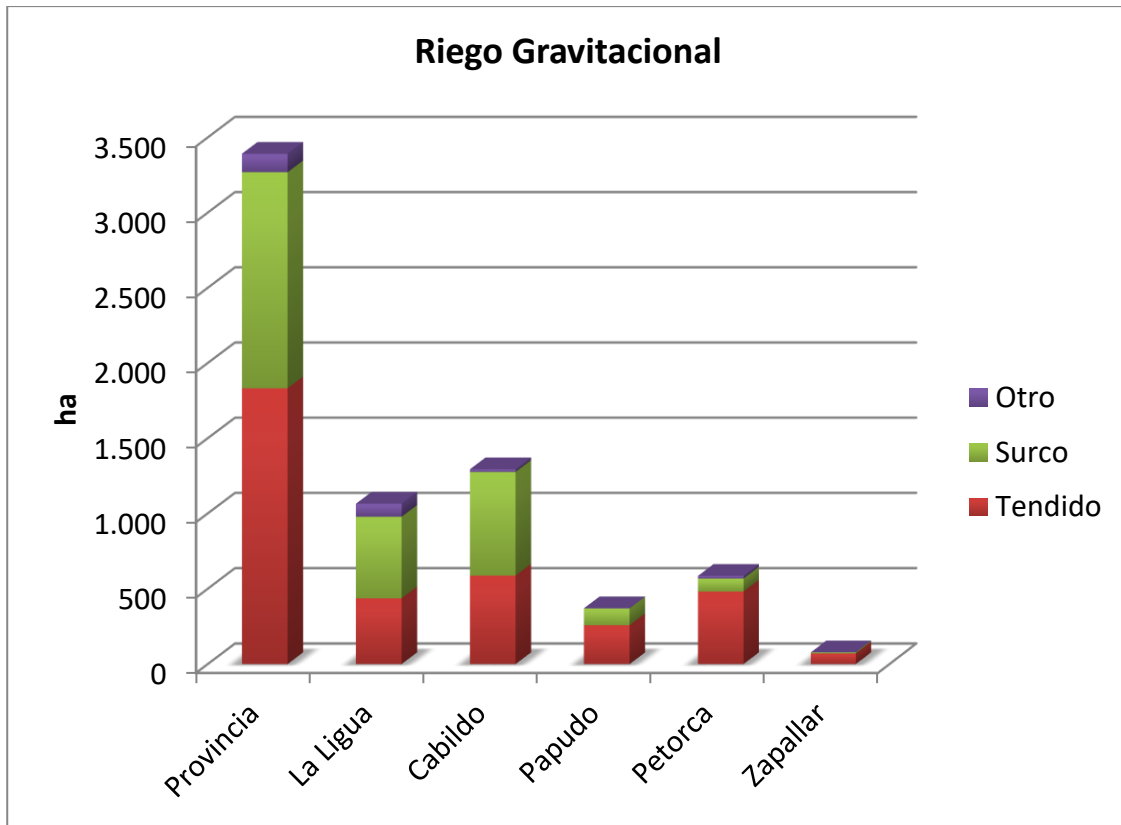


FIGURA 70. Superficie bajo riego gravitacional, provincial y comunal.

Similarmente a los métodos gravitacionales, la superficie provincial regada por Microriego puede ser separada en riego por Goteo-Cinta y Riego por Microaspersión-Microjet. A nivel provincial existe una mayor superficie de sistemas de riego con sistemas de microaspersión-Microjet con 6.853 ha versus 1.436 ha regadas con Goteo-Cinta (Tabla 57).

TABLA 57. SUPERFICIE PROVINCIAL REGADA POR MICRORIEGO SEPARADA POR COMUNA.

	Goteo y Cinta (ha)	Microaspersión y Microjet (ha)
PROVINCIA	3.705,95	6.853,11
LA LIGUA	1.335,93	1.437,10
CABILDO	1.222,80	3.345,70

PAPUDO	38,53	2,55
PETORCA	1.058,79	1.943,26
ZAPALLAR	49,90	124,50

Las comunas de Cabildo, Petorca y La ligua son aquellas a nivel provincial que poseen mayores superficies asociadas a estos métodos, seguidas por Zapallar y Papudo respectivamente (Figura 71). La mayor proporción de sistemas de Microaspersión-Microjet sobre Goteo-Cinta está asociada principalmente a la distribución de la superficie de frutales en la Provincia.

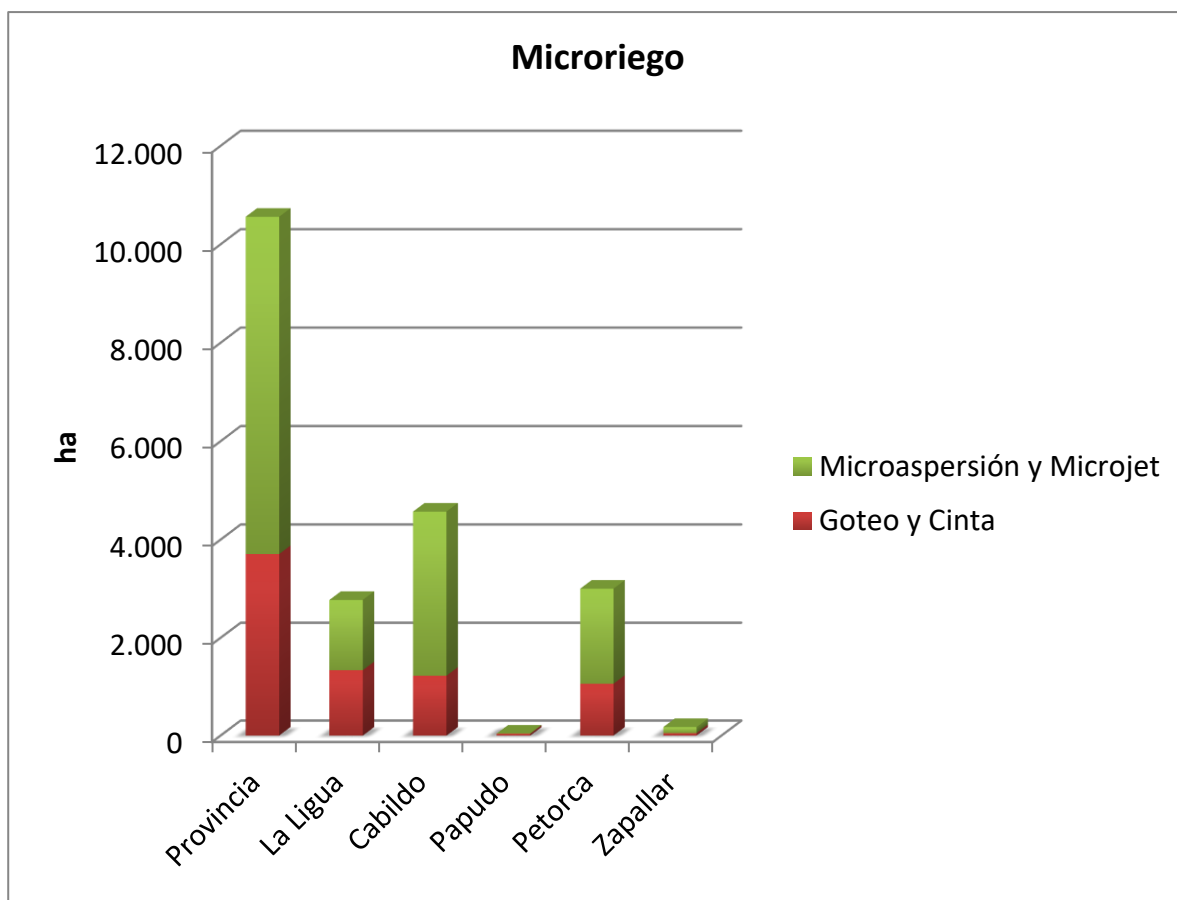


FIGURA 71.SUPERFICIE BAJO MICRORIEGO, PROVINCIAL Y COMUNAL.

4.3.3.5. Volúmenes empleados para riego.

De acuerdo a los antecedentes de demanda de agua o evapotranspiración de la zona en estudio, la Cartografía de la Evapotranspiración potencial de Chile (1997) muestra valores de evapotranspiración entre 1100 y 1300 mm año⁻¹ para la provincia de Petorca, siendo Cabildo y Petorca las comunas con mayor demanda, mientras que Zapallar y Papudo las comunas con menores requerimientos.

Si se considera la temporada de riego entre mediados de septiembre a mediados de marzo se totalizan entre 750 - 890 mm /temporada (Tabla 58).

TABLA 58. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ANUAL (MM/AÑO), DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL MENSUAL (%) Y ACUMULADA SEPT-MAR (MM/AÑO).

Comuna	ETr Anual (mm/año)	SEP	OCT	NOV	DIC %	ENE	FEB	MAR	ETr Temp (mm/año)
LA LIGUA	1200	3,3	9,2	11,2	14,0	14,5	11,8	4,9	826,0
CABILDO	1300	3,5	9,6	11,4	13,8	13,6	11,2	4,9	883,4
PAPUDO	1100	3,3	9,2	11,2	14,0	14,5	11,8	4,9	757,1
PETORCA	1300	3,5	9,6	11,4	13,8	13,6	11,2	4,9	883,4
ZAPALLAR	1100	3,3	9,2	11,2	14,0	14,5	11,8	4,9	757,1

Conociendo las superficies estimadas para sistemas de riego Gravitacional, Mecánico Mayor (aspersión) y Microriego (Tabla 59), Los principales cultivos asociados a estos sistemas y asumiendo eficiencias de aplicación de 50%, 75% y 85% para riego gravitacional, aspersión y microriego es posible estimar volúmenes requeridos por comuna por temporada de riego.

La tabla 68 muestra el volumen de la demanda de agua (en m³) separado por comuna, se destaca Cabildo como la comuna con mayores requerimientos. Al totalizar los volúmenes requeridos de toda la provincia y la superficie total regada es posible estimar la demanda de agua promedio en 9.175 m³ por hectárea.

TABLA 59.VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDA POR TEMPORADA (MM/AÑO), POR COMUNA.

Comuna	ETr Temp (mm/año)	Volumen		
		Gravitacional	Aspersión (m ³)	Microriego
LA LIGUA	826,0	17589644	158144	18862215
CABILDO	883,4	21370889	488968	31075044
PAPUDO	757,1	6114582	0	279427
PETORCA	883,4	9667366	257700	20420015
ZAPALLAR	757,1	1281890	0	1186273
	Total MMm3	56,02	0,90	71,82
			MM m3	128,75
			m3/ha	9175,16

4.3.3.6. Conclusiones generales.

De acuerdo con el numeral 6.3, letra f) las bases técnicas de la licitación pública, se realizó un diagnóstico relacionado con situación actual agroproductiva, específicamente se analizaron aspectos como: Caracterización de los productores, caracterización y análisis de la producción agropecuaria, superficie bajo riego, tipos de cultivos y su distribución, superficie de riego, incluyendo recursos superficiales y/o subterráneos, métodos de riego empleados, tecnificación del riego y volúmenes empleados para riego.

De acuerdo a la caracterización de los productores en la provincia un 80% de ellos posee superficies de menos de 10 ha, y un 66 % son menores a 5 ha, en su mayoría los productores son hombres con un nivel de escolaridad calificado “Básico” de edades concentradas entre los 60-70 años.

En cultivos es clara la importancia de los frutales, principalmente el Palto con un 72% de la superficie en el año 2007. Posteriormente a esa fecha y producto de la sequía, la superficie total disminuyó un 25% y de acuerdo a información de CIREN aparecieron nuevos frutales alternativos a Paltos y Limoneros principalmente Nogales y Almendros.

En riego las comunas relevantes son Cabildo, La Ligua y Petorca con gran importancia de los sistemas de microriego asociados a los frutales con mayor presencia en la zona.

En general a partir de esta caracterización es posible establecer la línea base para el Plan de desarrollo del riego en la cuenca, las estrategias de fortalecimiento y capacitación y actividades de extensión y/o investigación.

4.4. Caracterización de la cuenca en función de la gestión del riego

4.4.1. Introducción

Para la caracterización de la cuenca en función de la gestión del riego, se obtiene información primaria de las entrevistas realizadas a los distintos actores sociales relevantes. Además, se recopiló información de distintas fuentes, según la temática desarrollada.

En ese sentido, los DAA inscritos en el CPA que lleva la DGA y los que se encuentran en trámite, se obtuvieron de la misma Dirección General de Aguas, los primeros en la información disponible en la página web de la institución, mientras que los DAA pendientes fueron solicitados a través del sistema Gobierno Transparente, teniendo una respuesta por vía e-mail con fecha 23 de noviembre de 2015.

Una vez obtenida la información se procedió a contabilizar los derechos de agua según su fuente de abastecimiento, ya sea superficial o subterránea, el tipo de ejercicio del derecho, ya sea continuo, discontinuo o alternado, para los casos de derechos permanentes, eventuales, consuntivos y no consuntivos.

Por otro lado, se aclara que no existe información de DAA vinculados a juntas de vigilancia debido a que en el territorio no existen juntas de vigilancia constituidas legalmente. No obstante, según

informes técnicos de la Dirección General de Aguas de los años 2012³ y 2013⁴ se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales asociados a organizaciones de usuarios del agua del territorio en cuestión. Además, se presentan derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas asociados a las 12 comunidades de aguas subterráneas, según informes de la propia Dirección General de Aguas del proceso de constitución.

El análisis de las organizaciones de usuarios del agua se basó en los informes de la Dirección General de Aguas mencionados anteriormente, mientras que, para la sistematización y análisis del mercado del agua, se revisaron inscripciones de DAA subterráneos de los Conservadores de Bienes Raíces de Petorca y La Ligua que fueron obtenidos en el proceso de constitución de las comunidades de aguas subterráneas.

Por su parte, para el análisis de del nivel tecnológico aplicado en cultivos y necesidades de investigación, se obtuvo información del último Censo Nacional Agropecuario, mientras que la descripción de la gestión institucional pública se realiza en base de información proporcionada por las páginas web de cada organismo y cuerpos legales vigentes (Constitución Política de Chile, Código de Aguas, Código Civil, Convenio 169 de la OIT, ley 18.450, DFL N°1.123 y Ley General de Bases del Medioambiente)

Finalmente, para el análisis de políticas, programas y proyectos, se utiliza como fuente de información secundaria los informes finales de los programas: (1) Manejo del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Petorca; (2) Manejo, Gestión y Administración del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río La Ligua, para la conformación de la junta de vigilancia; (3) Apoyo a la Constitución de las Comunidades de Aguas Subterráneas de los Acuíferos de los ríos La Ligua y Petorca; y (4) Gestión Hídrica del Río Petorca. Además, se obtuvo información histórica de los resultados de la aplicación de la ley de Riego y Drenaje en el territorio en cuestión.

La información obtenida (primaria y secundaria) es analizada y sistematizada en el informe que se presenta a continuación.

4.4.2. Derechos de Aprovechamiento de Aguas

4.4.2.1. Introducción y metodología

Para realizar el diagnóstico se recopiló información del Catastro Público de Aguas de los derechos superficiales y subterráneos otorgados.

Respecto de los derechos que se encuentran en estado pendiente, estos fueron solicitados a la DGA teniendo una respuesta por vía e-mail con fecha 23 de noviembre de 2015.

³ PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO DE TITULARES DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS DE LOS ACUÍFEROS DE RÍO LA LIGUA Y PETORCA. EJECUTADO POR LABORATORIO DE ANÁLISIS TERRITORIAL DEPARTAMENTO DE CS. AMBIENTALES Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES, U. DE CHILE. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. DICIEMBRE 2012.

⁴ DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2013. ACTUALIZACIÓN INFORME EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES DE LAS CUENCAS DEL RÍO PETORCA Y RÍO LA LIGUA REGIÓN DE VALPARAÍSO.

Adicionalmente se aclara que no existe información de DAA vinculados a juntas de vigilancia debido a que en el territorio no existen juntas de vigilancia constituidas legalmente.

Sin embargo, de informes y bases de datos de estudios y programas antes mencionados; y de información de los Conservadores de Bienes Raíces correspondientes, se recopiló información para derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneos pertenecientes a OUA's existentes en el territorio.

4.4.2.2. DAA inscritos por DGA en el CPA

Respecto de los derechos otorgados por la DGA, se realizó una revisión de la base de datos de los derechos de aprovechamientos de aguas registrados en el Catastro Público de Aguas (CPA) actualizados al 30 de septiembre de 2015, teniendo como resultado un total de 3.555 DAA los que principalmente corresponden a DAA subterráneos con un 93% y un 7% de DAA superficiales.

Estos DAA se observan en la Tabla 60, distribuidos en los cuatro sectores: La Ligua, Petorca, Costeras Ligua- Aconcagua y Costeras Quilimarí- Petorca.

TABLA 60. NÚMERO DE DAA REGISTRADOS EN EL CPA POR SECTOR.

Sector	N° de Derechos Concedidos		Total
	Subterráneos	Superficiales	
La Ligua	1.706	48	1.754
Costeras Ligua- Aconcagua	527	110	637
Petorca	999	92	1.091
Costeras Quilimarí- Petorca	63	10	73
Total	3.295	260	3.555

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

En relación con el tipo de derecho y ejercicio, respecto de los DAA subterráneos se tiene sólo un derecho no consuntivo de ejercicio permanente y continuo en La Ligua, en tanto que, del total de derechos consuntivos, el 97% son de ejercicio permanente y continuo con un total de 3.197 DAA. La distribución por sector, tipo y ejercicio se observa en la Tabla 61.

Por otro lado, respecto de los DAA superficiales todos corresponden a DAA consuntivos destacando un 83, 8% de ejercicio permanente y continuo con 218 DAA. La distribución según ejercicio y por sector se observa en la Tabla 62.

El listado detallado con toda la información, características (localización, equivalencias, etc.) de cada DAA entregado por la DGA se encuentra en el Anexo digital: "Gestión del Riego, Derechos Concedidos al 30-9-2015".

TABLA 61. NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS SEGÚN TIPO Y EJERCICIO POR SECTOR.

Sector	Consuntivo/Permanente				No Consuntivo/ Permanente	Total
	Continuo	Alternado	Discontinuo	Continuo y Provisional	Continuo	
La Ligua	1.650	4	15	36	1	1.706
Costeras Ligua- Aconcagua	508	1	1	17	0	527
Petorca	976	2	8	13	0	999
Costeras Quilimarí-Petorca	63	0	0	0	0	63
Total	3.197	7	24	66	1	3.295

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

TABLA 62. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES SEGÚN EJERCICIO POR SECTOR.

Sector	Permanente			Eventual			Total
	Continuo	Alternado	Discontinuo	Continuo	Alternado	Discontinuo	
La Ligua	35	0	1	9	0	3	48
Costeras Ligua- Aconcagua	103	0	0	5	0	2	110
Petorca	79	5	0	4	2	2	92
Costeras Quilimarí-Petorca	1	0	3	0	0	6	10
Total	218	5	4	18	2	13	260
Porcentaje	83,8%	2%	1,5%	7%	0,7%	5%	100%

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

4.4.2.3. Expedientes de solicitud de DAA en trámite DGA

Respecto de los derechos que se encuentran en estado pendiente en la DGA, se realizó una revisión de la base de datos de los derechos de aprovechamientos de aguas que se encuentran en ese estado según información proporcionada por la DGA, los que han sido actualizados al 23 de noviembre de 2015, teniendo como resultado un total de 1.169 DAA superficiales y subterráneos, distribuidos en los cuatro sectores: La Ligua, Petorca, Costeras Ligua- Aconcagua y Costeras Quilimarí- Petorca, de acuerdo a lo que se observa en la Tabla 63.

TABLA 63. NÚMERO DE DAA PENDIENTES EN EL CPA POR SECTOR.

Sector	N° de Derechos Pendientes		Total
	Subterráneos	Superficiales	
La Ligua	380	45	425
Costeras Ligua- Aconcagua	224	107	331
Petorca	261	128	389
Costeras Quilimarí-Petorca	8	16	24
Total	873	296	1.169

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

En relación con el tipo de derecho y ejercicio, respecto de los DAA subterráneos no consuntivo existen sólo dos DAA de ejercicio permanente y continuo, uno perteneciente a La Ligua y el otro a Petorca. En tanto que, del total de derechos consuntivos, el 99% son de ejercicio permanente y continuo con un total de 864 DAA. La distribución por sector, tipo y ejercicio se observa en la Tabla 64.

Por otro lado, respecto de los DAA superficiales el 95% corresponden a DAA consuntivos destacando un 85% de ejercicio permanente y continuo con 238 DAA. La distribución según ejercicio y por sector se observa en la Tabla 65.

El listado detallado con toda la información, características (localización, equivalencias, etc.) de cada DAA en estado pendiente entregado por la DGA se encuentra en el ANEXO DIGITAL: "Gestión del Riego, Derechos Pendientes al 23-11-2015".

TABLA 64. NÚMERO DE SOLICITUDES DE DAA PENDIENTES, SUBTERRÁNEOS SEGÚN TIPO Y EJERCICIO POR SECTOR.

Sector	Consuntivo/Permanente				No Consuntivo/ Permanente	Total
	Continuo	Alternado	Discontinuo	Continuo y Provisional	Continuo	
La Ligua	375	3	1	0	1	380
Costeras Ligua- Aconcagua	221	0	0	3	0	224
Petorca	260	0	0	0	1	261
Costeras Quilimarí-Petorca	8	0	0	0	0	8
Total	864	3	1	3	2	873

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

TABLA 65. NÚMERO DE SOLICITUDES DE DAA PENDIENTES, SUPERFICIALES Y CONSUNTIVOS, SEGÚN EJERCICIO Y POR SECTOR.

Sector	Consuntivo					No Consuntivo		Total
	Permanente			Eventual		Permanente	Eventual	
	Continuo	Alternado	Discontinuo	Continuo	Discontinuo	Continuo	Continuo	
La Ligua	29	0	0	9	0	5	2	45
Costeras Ligua- Aconcagua	87	0	2	18	0	0	0	107
Petorca	107	4	0	9	0	7	1	128
Costeras Quilimarí- Petorca	15	0	0	0	1	0	0	16
Total	238	4	2	36	1	12	3	296

Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por DGA.

4.4.2.4. DAA vinculados a inscripciones de junta de vigilancia

Como fue mencionado anteriormente, no existe información de DAA vinculada a juntas de vigilancia debido a que en el territorio no existen juntas de vigilancia constituidas legalmente. Sin embargo, de informes y bases de datos de estudios y programas antes mencionados; y de información de los Conservadores de Bienes Raíces correspondientes, se recopiló información para derechos de aguas superficiales y subterráneos pertenecientes a OUA's existentes en el territorio.

Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Río La Ligua

Según la DGA (2013), las tres subcuencas del Río La Ligua cuentan con un total de 36 OUA's de las cuales según DGA (2012) el número de DAA originales y actuales corresponden a los que se indican en la Tabla 66, donde se observa un total de 2.012 DAA originales y que producto de las mutaciones de los titulares y de las transferencias parciales de los DAA ha aumentado en 380, teniendo un total de 2.392 DAA. Además, se tiene que el mayor número de DAA se encuentra en la AC Alicahue perteneciente a la subcuenca Estero Alicahue y las CA Valle Hermoso, Pullally, La Palma y Montegrande; pertenecientes a la subcuenca del Río La Ligua.

TABLA 66. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES DE LAS OUA'S PERTENECIENTES AL RÍO LA LIGUA.

N°	OUA	Nombre	Acciones	N° DAA Originales	N° DAA Actuales
1	Comunidad de Aguas	Toma Ño Polo o Toma La Arena	145	5	8
2	Comunidad de Aguas	Coltahues	30	5	6
3	Comunidad de Aguas	Los Arrayanes	34,52	15	26
4	Comunidad de Aguas	Serrano	41,8	20	32
5	Comunidad de Aguas	El Sauce	146,78	46	55
6	Comunidad de Aguas	El Maitenal	57,5	10	11
7	Comunidad de Aguas	Las Cardas o La Bomba	83,2	20	25
8	Asociación de Canalistas	Alicahue	2640	244	244
Subtotal Estero Alicahue				365	407
9	Comunidad de Aguas	Quemado	52	5	6
Subtotal Estero Los Ángeles				5	6
10	Comunidad de Aguas	Del Tranque	12	S/I	S/I
11	Comunidad de Aguas	Las Salinas	213,03	49	49
12	Comunidad de Aguas	Toma Puntilla	4,55	15	15
13	Comunidad de Aguas	Ex-Salineros	53,8	5	8

14	Comunidad de Aguas	Santa Ana o Las Garzas	168	4	4
15	Comunidad de Aguas	Lobino	112,6	39	42
16	Comunidad de Aguas	Bomba Maitenal	63,5	11	12
17	Comunidad de Aguas	Valle Hermoso	277,24	295	312
18	Comunidad de Aguas	Prieto	0,75	9	9
19	Comunidad de Aguas	Las Bombas de Quebradilla	2,6	2	4
20	Comunidad de Aguas	Toma Liguenses Oriente	1,56	8	8
21	Comunidad de Aguas	Toma Represita	11,25	29	29
22	Comunidad de Aguas	Toma Liguenses Poniente	4,85	15	15
23	Comunidad de Aguas	Comunero	243,68	108	108
24	Comunidad de Aguas	La Pirca	11	5	5
25	Comunidad de Aguas	Las Diucas	17,8	2	2
26	Comunidad de Aguas	El Monte	49,6	14	17
27	Comunidad de Aguas	Pullally o Illalolen	859,95	132	314
28	Comunidad de Aguas	Toma Piedra Grande	7	13	13
29	Comunidad de Aguas	Aguas Claras	93,55	37	37
30	Comunidad de Aguas	Quebradilla	278,85	66	112
31	Comunidad de Aguas	Del Bajo o Del Hambre	89,7	50	50
32	Comunidad de Aguas	La Laja	273,66	152	161
33	Comunidad de Aguas	Los Loros de La Ligua	160	29	29
34	Comunidad de Aguas	La Palma	10080	248	291
35	Comunidad de Aguas	Montegrande	312	225	225
36	Comunidad de Aguas	Del Medio	276,6	80	108
Subtotal Río La Ligua				1.647	1.985
Total				2.012	2.392

Fuente DGA (2013).

Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Río Petorca

Según DGA (2013) la tres subcuencas del Río La Ligua cuentan con un total de 47 OUAs de las cuales según DGA (2012) el número de DAA originales y actuales corresponde al que se indica en la Tabla 67, donde se observa un total de 1.677 DAA originales y que producto de las mutaciones de los titulares y de las transferencias parciales de los DAA ha aumentado en 154, lo que hace un total de 1.831 DAA. Además, se tiene que el mayor número de DAA se encuentra en la AC Canal

Chincolco perteneciente a la subcuenca Río del Sobrante y las CA La Engorda, Chimba Norte, Hierro Viejo y El Arbolito; pertenecientes a la subcuenca del Río Petorca.

TABLA 67. NÚMERO DE DAA SUPERFICIALES DE LAS OUA PERTENECIENTES AL RÍO PETORCA.

N°	OUA	Nombre	Acciones	N° DAA Originales	N° DAA Actuales
1	Comunidad de Aguas	Guayacán	39	2	2
2	Comunidad de Aguas	Vieira	83	4	4
3	Comunidad de Aguas	Valle Los Olmos	97,5	87	90
4	Asociación de Canalistas	Chincolco	S/l	171	171
Subtotal Río del Sobrante				264	267
5	Comunidad de Aguas	La Chacra	15,48	2	2
6	Comunidad de Aguas	Hacienda Chalaco	40	3	6
7	Comunidad de Aguas	Calle Larga	17,5	S/l	S/l
8	Comunidad de Aguas	De La Puntilla	17,3	5	5
9	Comunidad de Aguas	Potrero Seco	38,8	10	10
10	Comunidad de Aguas	Los Comunes de Chalaco	138,9	11	22
Subtotal Estero Chalaco				31	45
11	Comunidad de Aguas	La Bomba	20,4	10	10
12	Comunidad de Aguas	La Piedra	1,04	2	2
13	Comunidad de Aguas	El Álamo	25	5	7
14	Comunidad de Aguas	Ramadilla	52	14	16
15	Comunidad de Aguas	La Calera	1,3	2	3
16	Comunidad de Aguas	Santa Julia o Canelilla	100	18	24
17	Comunidad de Aguas	Chimba Sur Oriente	168	11	11
18	Comunidad de Aguas	El Quiscal	144,45	15	22
19	Comunidad de Aguas	Barrancón	2,94	8	8
20	Comunidad de Aguas	Del Puente	58,7	35	35
21	Comunidad de Aguas	Polcura	30,7	24	33
22	Comunidad de Aguas	Santa Ana	72,22	81	81
23	Comunidad de Aguas	San Ramón	75	9	21
24	Comunidad de Aguas	Tablón Seco	5,3	4	4

25	Comunidad de Aguas	La Mina	4	2	2
26	Comunidad de Aguas	Aguas Claras	33,6	4	5
27	Comunidad de Aguas	Pullancón	107,85	23	23
28	Comunidad de Aguas	Pichilemu	121,68	29	42
29	Comunidad de Aguas	Trapiche	194,18	74	93
30	Comunidad de Aguas	San Manuel o Las Vegas	157,4	S/I	S/I
31	Comunidad de Aguas	La Arena o El Guindo	268,1	11	11
32	Comunidad de Aguas	La Canela o Lital	280,46	92	92
33	Comunidad de Aguas	La Engorda	324,85	119	166
34	Comunidad de Aguas	Junta de los Ríos	32	28	28
35	Comunidad de Aguas	Los Comuneros o Los Loros	49,8	26	27
36	Comunidad de Aguas	Las Vegas	101,15	S/I	S/I
37	Comunidad de Aguas	Chimba Norte	88,53	237	238
38	Comunidad de Aguas	Bellavista	2,56	6	6
39	Comunidad de Aguas	Zapallar	29,9	23	24
40	Comunidad de Aguas	Hierro Viejo	36,18	146	149
41	Comunidad de Aguas	El Espino	29,09	19	22
42	Comunidad de Aguas	Donosino	59,34	51	52
43	Comunidad de Aguas	El Arbolito	7,35	146	146
44	Comunidad de Aguas	Artificio	27,52	25	25
45	Comunidad de Aguas	Las Palmas	120	14	22
46	Comunidad de Aguas	El Nogal	15,15	11	11
47	Comunidad de Aguas	Chimba Sur	153,32	58	58
Subtotal Río Petorca				1.382	1.519
Total				1.677	1.831

Fuente (DGA, 2013), DGA (2012)

Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas.

Según la información correspondiente al programa que desarrolla actualmente la DGA y cuya finalidad es la constitución de 12 comunidades de aguas subterráneas en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común definidos, 5 sectores de Petorca y 7 de La Ligua, se originan comunidades de aguas formadas por los titulares de DAA pertenecientes a esos sectores.

- *Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas Cuenca Río La Ligua*

Los DAA subterráneos comprendidos en los 7 sectores hidrogeológicos de La Ligua se observan en la Tabla 68. Estos DAA se encuentran expresados en diferentes unidades de medida tales como (l/s), acciones, (%), caudal-acción y sin unidad de medida (_), por lo que sólo es posible sumar el caudal de los sectores donde sólo se expresan en l/s como son: Estero Pataguas con un total de 137,499 l/s y Río La Ligua Costa con 316,45 l/s.

TABLA 68. NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS POR UNIDAD DE MEDIDA EN CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

Sector	Número de DAA				Total DAA
	(l/s)	(Q%)	Acciones	(_)	
Estero Alicahue	16	1	0	0	17
Estero Los Ángeles	170	45	4	2	221
Estero Pataguas	134	0	0	0	134
Río La Ligua Oriente	366	1	0	0	367
Río La Ligua Costa	98	0	0	0	98
Total	784	47	4	2	837

Fuente (DGA,2015)

Para los sectores Río La Ligua Cabildo y La Ligua Pueblo aún no se confirma quienes formarán parte de las comunidades de aguas porque se encuentran a la espera de la sentencia del Juez, sin embargo, tendrían aproximadamente 864 y 443 DAA respectivamente.

La información de cada DAA correspondiente a los sectores antes mencionados se encuentran en el ANEXO DIGITAL “Gestión del riego, Listados definitivos CASUB L-P”.

- *Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas Cuenca Río Petorca*

Los DAA subterráneos comprendidos en los 5 sectores hidrogeológicos de Petorca corresponden a los que se observan en la Tabla 79. Estos DAA se encuentran expresados en diferentes unidades tales como: caudal (l/s), acciones, caudal (%), caudal-acción y caudal y en cada sector fueron agrupados por cada unidad, sin embargo, se hace imposible tener la información del caudal total en l/s. Por lo tanto, sólo en los casos en los que todos los DAA estaban expresados en caudal (l/s) se tiene el caudal total, como es el caso de los sectores Río Sobrante con un total de 103,63 l/s Y Estero Las Palmas con 232,16 l/s total.

TABLA 69: NÚMERO DE DAA SUBTERRÁNEOS POR UNIDAD DE MEDIDA EN CUENCA DEL RÍO PETORCA.

Sector	Número de DAA				Total DAA
	(l/s)	(Q%)	Acciones	(_)	
Río Sobrante	41	-	-	-	41
Estero Las Palmas	108	-	-	-	108
Río Petorca Poniente	846	273	4	0	1.123
Total	995	273	4	0	1.272

Fuente (DGA,2015)

Para los sectores Río Pedernal y Río Petorca oriente, aún no se confirma quienes formarán parte de las comunidades de aguas porque se encuentran a la espera de la sentencia del Juez, sin embargo, tendrían aproximadamente 93 y 336 DAA respectivamente.

La información de cada DAA correspondiente a los sectores antes mencionados y las copias de las inscripciones se encuentran en el Apéndice Digital “Gestión del riego, Listados definitivos CASUB L-P”.

4.4.2.5. Análisis de información

Una de las principales características del territorio, dice relación con la importancia que tienen los derechos de aprovechamiento subterráneos en desmedro de los superficiales, que sólo se hacen efectivos en la parte alta de las cuencas hidrográficas en cuestión, debido a condiciones físicas del territorio, como la escasez de precipitaciones y falta de acumulación de nieve en los sectores cordilleranos.

Esta situación ha conducido a los diferentes actores sociales relevantes en materia de recursos hídricos a trabajar en función de las aguas subterráneas, las que han sido fuertemente presionadas en cuanto a su uso, generando una serie de conflictos entre algunos de estos actores.

Por esta misma razón, la Dirección General de Aguas declaró área de restricción al acuífero del río Petorca en el año 1997 y el acuífero del río La Ligua en el año 2004, lo que permitió frenar el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. Además, el año 2014, modifica os sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, transformándolos en 12 sectores (5 sectores la cuenca del río Petorca y otros 7 la cuenca del río La Ligua).

A pesar de esta situación, aún quedan solicitudes en trámite, algunas de las cuales corresponden a regularizaciones que son tramitadas en los tribunales competentes y se debe esperar las sentencias para conocer si se incorporan al CPA, según lo indica la legislación vigente.

Otra de las características del territorio es la inexistencia de juntas de vigilancia organizadas legalmente, lo que, sin lugar a dudas, dificulta la correcta gestión de las aguas y principalmente el manejo y solución de conflictos. No obstante, lo anterior, a nivel de cauces artificiales, existen

organizaciones de usuarios de aguas superficiales en las cuencas de Petorca y La Ligua (Comunidades de Aguas y Asociaciones de Canalistas), lo que no garantiza un funcionamiento óptimo a nivel de cuenca hidrográfica ni entrega herramientas de gestión que pueden reducir la vulnerabilidad de los usuarios o el manejo de conflictos entre diferentes sectores del mismo territorio.

Finalmente, en cuanto a las aguas subterráneas, el nivel de conflictos y las dificultades en la gestión de las aguas a nivel de todo el territorio son y han sido abundantes durante los últimos años y van en aumento, lo que gatilló la iniciativa por parte de la DGA de organizar legalmente a las 12 comunidades de aguas subterráneas que se originan en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común definidos el año 2014.

El desafío para los próximos años es la constitución legal de las juntas de vigilancia, y que en sus estatutos incorporen o permitan la incorporación de las comunidades de aguas subterráneas, de modo de facilitar el mejoramiento en la gestión de las aguas a nivel de ambas cuencas hidrográficas.

4.4.3 Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA's)

4.4.3.1 Antecedentes generales

El territorio en estudio se caracteriza por una deficiente organización en cuanto a los recursos hídricos se refiere, toda vez que la legislación chilena concentra las funciones relacionadas con la gestión de las aguas en la organización de usuarios del agua (OUA), las que están prácticamente ausentes en toda la provincia. Sólo se han organizado algunas comunidades de agua y asociaciones de canalistas que administran pequeñas partes de sistemas mucho más grandes y complejos.

Esta ausencia de OUA, sumado: (1) al prolongado periodo de escasas hídrica; (2) al sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA); (3) a la creciente demanda del recurso; y (4) al otorgamiento de DAA provisionales (actualmente sin efecto) han generado un escenario de conflicto permanente en torno del recurso hídrico, muchos de los cuales son de connotación pública. Algunos de estos conflictos denuncian la existencia de pozos clandestinos, drenes para hacer usurpación de aguas, aprovechamiento de usuarios con mayor poder económico, tráfico de influencias y muchos otros conocidos por la opinión pública a nivel nacional.

Este complejo escenario hace fuerte presión sobre las autoridades, pero principalmente hacen más necesaria la constitución de OUA que se hagan cargo y enfrenten el problema.

En función de dicho escenario, la institucionalidad pública ha desarrollado durante la última década una serie de iniciativas destinadas a la constitución de OUA.

4.4.3.2 Clasificación OUA's de acuerdo a su funcionamiento y estado de constitución legal

Para la clasificación de las OUA del territorio, se ha utilizado el modelo propuesto por la CNR el año 2003 que considera la siguiente caracterización:

De acuerdo con la situación legal, se clasifican en: organizadas y no organizadas.

Las comunidades de aguas **organizadas** son aquellas que se encuentran registradas en el CPA que lleva la DGA.

Las comunidades de aguas **no organizadas** son aquellas que operan de hecho, sin haber concluido su organización legal.

Por su parte, desde un punto de vista de la gestión realizada por la organización, se pueden clasificar en 7 niveles progresivos de acuerdo con el desarrollo de capacidades, estos son:

1. No operativa

Es aquella organización que no realiza ninguna de las actividades que le es propia. Pueden ser usuarios de algún derivado administrado por alguna Asociación de Canalistas que tienen la intención de formar una Comunidad de Aguas, pero no han desarrollado las capacidades necesarias para lograrlo. En algunos casos han iniciado algún proceso de organización (reducir a Escritura Publica el acta de la primera asamblea), de modo que se le permita postular a algún concurso de la ley 18.450.

Existen comunidades organizadas con sus respectivos registros en la Dirección General de Aguas, que no realizan ninguna actividad como comunidad de aguas, en algunos casos podrían no estar informados de su situación legal, creyendo que forman parte de otra organización.

2. Básica

Es aquella Comunidad de Aguas que realiza sólo aquellas funciones básicas, es decir, distribuyen las aguas conducidas por el canal matriz y se preocupan de la mantención del canal (limpieza).

No se ocupa de ordenar el accionar de los derivados, dejando la administración de estos en manos de los regantes entre los que pueden incluso generarse conflictos de importancia. No cuenta con un presupuesto, rara vez se preocupan de mejorar el sistema de riego que administran, son frecuentes los conflictos entre usuarios, en especial en los derivados y no se observa una participación efectiva, incluso en algunos casos los socios sienten rechazo hacia su organización o no perciben beneficios de pertenecer a la comunidad de aguas.

3. Operativa

Se caracteriza porque además de realizar las funciones básicas, se preocupa de mejorar la infraestructura existente, para lo cual ha desarrollado *cierta* capacidad de propuesta y cuenta con un presupuesto anual que les permite operar los sistemas de captación, conducción y

distribución. No obstante, pueden existir problemas con deudores morosos. En general, los usuarios perciben beneficios de estar organizados.

Estas organizaciones aún no ordenan la información interna relacionada con los derivados, registros de usuarios y las acciones correspondientes, tampoco han desarrollado normas claras que regulen el accionar de la organización.

4. Ordenada

Es una organización que conoce su sistema de riego, identifica los derivados y el número de acciones que les corresponde, cuenta con un registro ordenado de comuneros, lo que le facilita el cobro de las cuotas. Cuenta con normas claramente establecidas y algunos mecanismos para la solución de conflictos.

Carece de participación efectiva, muchos de sus usuarios sólo asieron a la asamblea anual y paga sus cuotas, no se observa una renovación sustancial de sus directores y carece de mecanismos para mejorar su gestión.

5. Funcional

Una organización funcional se caracteriza por el cumplimiento cabal de las normas legales y por una buena operación de los sistemas de captación, conducción, distribución y uso de las aguas disponibles. Los usuarios están relativamente bien informados sobre sus derechos y obligaciones y “reciben el agua que les corresponde”. Los problemas señalados se refieren a la vulnerabilidad del sistema de captación, conducción y distribución del agua, la falta de acumulación y la falta de alternativas productivas.

6. Dinámica

Una organización dinámica se caracteriza por una participación activa de los usuarios en la organización y por su capacidad de tomar iniciativas para seguir fortaleciéndose. Es capaz de generar propuestas y proyectos que permiten seguir mejorando su infraestructura de riego, su organización interna y la proyección productiva de sus integrantes.

7. Integrada

Una organización integrada se caracteriza por haber desarrollado, además de todo lo anterior, lazos efectivos con los servicios estatales y privados pertinentes, garantizando así, para todos sus integrantes, un aprovechamiento óptimo de las aguas a su disposición mediante un desarrollo productivo competitivo basado en la agricultura bajo riego.

A continuación, se describe la existencia y funcionamiento de las OUA's del territorio y se clasifican según lo mencionado anteriormente.

- Organizaciones OUA's a nivel de cauces naturales

El caso del río Petorca es muy particular, toda vez que mediante Escritura Pública otorgada ante el Notario Público de Petorca Sra. Estefanía Pobrete P., de fecha 24 de febrero de 1953 y 31 de octubre de 1956, se constituyó la “JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO PETORCA SECCIÓN EL MONTE Y LA VEGA”. Luego, a través del Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas N° 1.648, de

fecha 25 de julio de 1958, se aprobó la constitución y estatutos de la referida organización de usuarios, decreto que fue publicado en el Diario Oficial N° 24.125, de fecha 20 de agosto de 1958.

Finalmente, por Resolución Exenta de la Dirección General de Aguas N° 646, de fecha 12 de abril de 2007, se ordenó el registro y declaró organizada la referida junta de vigilancia, la cual se encuentra vigente y anotada a fojas 41, de fecha 16 de abril de 2007, en el Libro Primero del Registro de Juntas de Vigilancia.

Desde un punto de vista funcional, la Junta de Vigilancia referida no se encuentra en funcionamiento, de hecho, nunca funcionó ni contó con dirigentes, la Junta General de Usuarios tampoco se ha reunido, obviamente no cuenta con funcionarios, por lo que no realiza ninguna de las funciones que encomienda la legislación vigente, con todos los perjuicios que ello conlleva.

En ese contexto, el año 2008 el Gobierno Regional (GORE) de Valparaíso y la Ilustre Municipalidad de Petorca iniciaron la ejecución de un programa de gestión de recursos hídricos que entre sus metas se estableció la constitución legal de la junta de vigilancia del río Petorca (JVPR), considerando toda la cuenca hidrográfica. La existencia de esta organización en el sector Monte y La Vega ralentizó el proceso que actualmente se encuentra en proceso judicial, pero aún sin sentencia.

Por su parte, el río La Ligua no cuenta con una junta de vigilancia, y dada la necesidad de su existencia, la Ilustre Municipalidad de Cabildo, con financiamiento del GORE de Valparaíso inició un proceso de constitución de la junta de vigilancia del río La Ligua (JVRL) que quedó inconcluso, sin siquiera llegar al comparendo. Actualmente la I. Municipalidad de Cabildo se encuentra en conflicto judicial con la consultora que debía realizar los trabajos de organización de la JVRL.

En consecuencia, desde un punto de vista funcional, la junta de vigilancia del río Petorca y la junta de vigilancia del río La Ligua no están en funcionamiento; y desde un punto de vista del estado de constitución legal, la junta de vigilancia del río Petorca está en la etapa de registro en el Catastro Público de Aguas y la junta de vigilancia del río La Ligua no ha iniciado el proceso judicial de constitución (no se ha presentado una solicitud de constitución al juez competente).

- OUA's a nivel de cauces artificiales

En ambas cuencas hidrográficas existen comunidades de agua superficiales y asociaciones de canalistas que administran algunos canales, de los cuales la mayoría no cuenta con agua desde hace varios años, producto del prolongado periodo de escases. Estas organizaciones realizan sólo algunas funciones básicas, cuando corresponde.

Según la DGA (2013), en la cuenca del río La Ligua existe un total de 190 canales, de los cuales 35 están organizados como comunidades de agua y 1 como asociación de canalistas (ver Tabla 70).

Por su parte, en la cuenca del río Petorca existe un total de 107 canales, de los cuales 46 se han organizado como comunidades de agua y 1 como asociación de canalistas (ver Tabla 71).

Debido a la ausencia de aguas superficiales durante los últimos años, conlleva el hecho de que los canales que no tienen organizaciones constituidas legalmente no cuentan con incentivos para

hacerlo, de hecho, no se conocen iniciativas públicas o privadas destinadas a constituir comunidades de aguas superficiales.

En consecuencia, desde un punto de vista del estado de constitución legal, no hay organizaciones de usuarios de aguas superficiales en cauces artificiales que hayan iniciado su constitución y se encuentran en vías de hacerlo.

Por su parte, las organizaciones constituidas legalmente han completado sus tramitaciones y se encuentran organizadas legalmente.

TABLA 70. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DEL AGUA CONSTITUIDAS EN CAUCES ARTIFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA.

N°	Subcuenca	OUA	Nombre	Acciones
1	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	Toma Ño Polo o Toma La Arena	145
2	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	Coltahues	30
3	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	Los Arrayanes	34,52
4	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	Serrano	41,8
5	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	El Sauce	146,78
6	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	El Maitenal	57,5
7	Estero Alicahue	Comunidad de Aguas	Las Cardas o La Bomba	83,2
8	Estero Alicahue	Asociación de Canalistas	Alicahue	2640
9	Estero Los Ángeles	Comunidad de Aguas	Quemado	52
10	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Del Tranque	12
11	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Las Salinas	213,03
12	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Toma Puntilla	4,55
13	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Ex-Salineros	53,8
14	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Santa Ana o Las Garzas	168
15	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Lobino	112,6
16	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Bomba Maitenal	63,5
17	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Valle Hermoso	277,24
18	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Prieto	0,75
19	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Las Bombas de Quebradilla	2,6
20	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Toma Liguenses Oriente	1,56

21	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Toma Represita	11,25
22	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Toma Liguenses Poniente	4,85
23	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Comunero	243,68
24	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	La Pirca	11
25	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Las Diucas	17,8
26	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	El Monte	49,6
27	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Pullally o Illalolen	859,95
28	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Toma Piedra Grande	7
29	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Aguas Claras	93,55
30	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Quebradilla	278,85
31	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Del Bajo o Del Hambre	89,7
32	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	La Laja	273,66
33	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Los Loros de La Ligua	160
34	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	La Palma	10080
35	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Montegrande	312
36	Río La Ligua	Comunidad de Aguas	Del Medio	276,6

TABLA 71. ORGANIZACIONES DE USUARIOS DEL AGUA CONSTITUIDAS EN CAUCES ARTIFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

N°	Subcuenca	OUA	Nombre	Acciones
1	Río Del Sobrante	Comunidad de Aguas	Guayacán	39
2	Río Del Sobrante	Comunidad de Aguas	Vieira	83
3	Río Del Sobrante	Comunidad de Aguas	Valle Los Olmos	97,5
4	Río Del Sobrante	Asociación de Canalistas	Chincolco	S/I
5	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	La Chacra	15,48
6	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	Hacienda Chalaco	40
7	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	Calle Larga	17,5
8	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	De La Puntilla	17,3
9	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	Potrero Seco	38,8
10	Estero Chalaco	Comunidad de Aguas	Los Comunes de Chalaco	138,9

11	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Bomba	20,4
12	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Piedra	1,04
13	Río Petorca	Comunidad de Aguas	El Álamo	25
14	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Ramadilla	52
15	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Calera	1,3
16	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Santa Juliao Canelilla	100
17	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Chimba Sur Oriente	168
18	Río Petorca	Comunidad de Aguas	El Quiscal	144,45
19	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Barrancón	2,94
20	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Del Puente	58,7
21	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Polcura	30,7
22	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Santa Ana	72,22
23	Río Petorca	Comunidad de Aguas	San Ramón	75
24	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Tablón Seco	5,3
25	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Mina	4
26	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Aguas Claras	33,6
27	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Pullancón	107,85
28	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Pichilemu	121,68
29	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Trapiche	194,18
30	Río Petorca	Comunidad de Aguas	San Manuel o Las Vegas	157,4
31	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Arena o El Guindo	268,1
32	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Canela o Lital	280,46
33	Río Petorca	Comunidad de Aguas	La Engorda	324,85
34	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Junta de los Ríos	32
35	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Los Comuneros o Los Loros	49,8
36	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Las Vegas	101,15
37	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Chimba Norte	88,53
38	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Bellavista	2,56
39	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Zapallar	29,9
40	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Hierro Viejo	36,18
41	Río Petorca	Comunidad de Aguas	El Espino	29,09

42	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Donosino	59,34
43	Río Petorca	Comunidad de Aguas	El Arbolito	7,35
44	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Artificio	27,52
45	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Las Palmas	120
46	Río Petorca	Comunidad de Aguas	El Nogal	15,15
47	Río Petorca	Comunidad de Aguas	Chimba Sur	153,32

No se han identificado comunidades de aguas ni asociaciones de canalistas en las cuencas costeras de Quilimarí-Petorca o La Ligua-Aconcagua.

Desde un punto de vista del funcionamiento o desarrollo de habilidades, todas las comunidades de aguas se encuentran en un nivel básico, es decir, realizan sólo las funciones básicas para su funcionamiento, estas son: la limpieza del canal, la captación, conducción y distribución de las aguas, sólo en los momentos de existencia de agua.

Por su parte, las asociaciones de canalistas se encuentran en un nivel operativo, es decir, además de las funciones básicas, se reúnen según lo indican sus estatutos, eligiendo directorios, desarrollan presupuesto de gastos y se preocupan del mejoramiento de la infraestructura y la gestión de su organización.

- OUA's a nivel de acuíferos

Debido a la importancia relativa que tienen las aguas subterráneas, también se hace fundamental la constitución de comunidades de aguas subterráneas. En este sentido la DGA está desarrollando un programa cuya finalidad es la constitución de 12 comunidades de aguas subterráneas en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común definidos.

En este sentido, los acuíferos del río La Ligua y del río Petorca se encuentran definidos como áreas de restricción, según Resolución D.G.A. N° 204, de fecha 14 de mayo de 2004 y la Resolución D.G.A. N° 216, de fecha 15 de abril de 1997, respectivamente. Dando, en ambos casos, origen a comunidades de aguas formadas por todos los titulares de DAA comprendidos en cada uno de ellos.

No obstante, lo anterior, durante el 2014 se tramitaron la: (1) Resolución N°31 de 14 de abril de 2014 que modifica la Resolución N° 216 de 1997 en el sentido de dividir el acuífero del río Petorca en 5 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común; y (2) la Resolución N° 32 de 14 de abril de 2014 que modifica la Resolución N° 204 de 2004 en el sentido de dividir el acuífero del río La Ligua en 7 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común. En los 12 casos se da origen a comunidades de aguas formadas por todos los titulares de DAA comprendidos en cada uno de los sectores (figura 72).

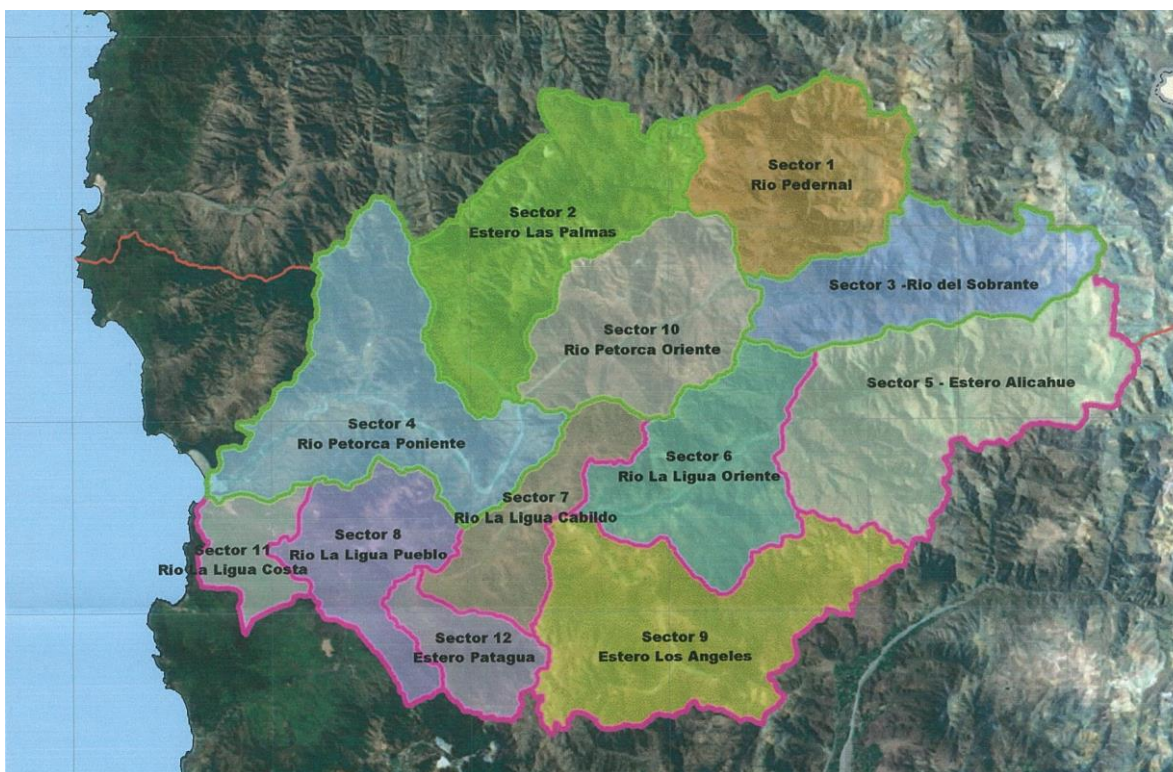


FIGURA 72. SECTORES HIDROGEOLÓGICOS DE APROVECHAMIENTO COMÚN EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS PETORCA Y LA LIGUA

Desde el año 2005, con la promulgación de la ley 20.017 que modifica el Código de Aguas de 1981, las juntas de vigilancia tienen competencias sobre la administración de las aguas subterráneas, lo que hace necesario que una vez constituidas las juntas de vigilancia, incorporen en su rol de usuarios a las comunidades de aguas subterráneas que actualmente se encuentran en proceso de constitución.

No se identifican comunidades de aguas subterráneas en proceso de organización en las cuencas costeras Quilimarí-Petorca o La Ligua-Aconcagua.

En consecuencia, desde un punto de vista del estado de constitución legal, las 12 comunidades de aguas subterráneas se encuentran organizadas legalmente, mientras que, desde un punto de vista de su funcionamiento o desarrollo de habilidades, se encuentran en un estado no operativo, toda vez que sólo cuentan con directorios provisionales que no se han reunido para iniciar las gestiones de cada comunidad.

Finalmente, en la Tabla 72 se presentan las distintas organizaciones de usuarios del agua según la fuente de abastecimiento, el tipo de organización según su estado de gestión y una descripción de los mecanismos utilizados actualmente y las necesidades que se deberían abordar en futuras intervenciones para su fortalecimiento.

TABLA 72: CLASIFICACIÓN DE LAS OUA, MECANISMOS ACTUALES Y NECESIDADES DE FORTALECIMIENTO.

OUA	Clasificación según capacidad de gestión	Funcionamiento/Mecanismos actuales	Necesidades de fortalecimiento
Cauces naturales (Junta de vigilancia del río La Ligua; Junta de vigilancia del río Petorca)	No operativa	No constituidas legalmente. No se reúnen, no toman acuerdos, no funcionan como organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución legal. • Fortalecimiento integral, en todos los aspectos. • Profesionalización de la organización.
Aguas subterráneas (5 comunidades de aguas subterráneas del acuífero del río Petorca y 7 del río La Ligua)	No operativa	Recién constituidas legalmente (2015). No se reúnen, no toman acuerdos, no funcionan como organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento integral, en todos los aspectos. • Implementación de sistema de control de extracciones. • Profesionalización de la organización.
Cauces artificiales (comunidades de agua)	Básica	No todas están constituidas legalmente. No se reúnen anualmente, no toman acuerdos, no funcionan como organización. Desde hace más de una década no hay escorrentía superficial que incentive su funcionamiento. En aquellos momentos en que hay disponibilidad de agua, funcionan de manera de emergencia, limpiando el canal y haciendo turnos según personas que están en capacidad de utilizar las aguas disponibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento organizacional, principalmente en lo referente a legislación relacionada a la organización. • Participación en junta de vigilancia respectiva.
Cauces artificiales (asociaciones de Canalistas)	Operativa	Están constituidas legalmente. Realizan las funciones básicas de una OUA (Captación de las aguas, conducción y distribución a los miembros). Además, limpian los canales y se preocupan de la mantención de las obras, se relacionan con la institucionalidad pertinente y cuentan con personas contratadas para la administración de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento integral, en todos los aspectos. • Participación en junta de vigilancia respectiva.

4.4.3.3 Estado actual de la gestión de las OUA's

- Oposiciones

En relación con las oposiciones, durante la formación de las Juntas de Vigilancia de los Ríos La Ligua y Petorca y de las 12 comunidades de aguas subterráneas de la provincia, no se presentaron oposiciones formales en los procesos judiciales de constitución.

En el caso del Río la Ligua hubo un conflicto por incumplimiento de contrato que se encuentra en los tribunales de justicia y que tiene detenido el proceso, lo que probablemente tendrá que continuar por otras vías para llegar a su fin. En el caso del Río Petorca, la junta de vigilancia se encuentra en proceso de registro en la DGA.

En el caso de las comunidades de aguas subterráneas de La Ligua y Petorca, no se presentaron oposiciones formales en el proceso de constitución, sin embargo hubieron grupos de usuarios que estaban en contra del proceso de constitución argumentando que la división de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común no eran técnicamente coherentes y que debieron ser constituidas solamente dos CA subterráneas según las resoluciones originales de la DGA, mencionadas anteriormente, que declaraban zona de restricción en dos acuíferos, La Ligua y Petorca. Estas demandas de los usuarios fueron manifestadas en algunas reuniones durante el proceso de constitución de las CA pero no se materializaron ante los juzgados competentes en los comparendos ni en las instancias judiciales de oposición.

- Calidad del agua

Según la Dirección General de Aguas (2012), ambos ríos presentan buena calidad para su uso en agua potable en cuanto al contenido de sales y elementos constituyentes, tanto en sus aguas superficiales como en las subterráneas.

Los elementos y/o indicadores que presentan mayores concentraciones y superan la norma NCh 409/1Of.2005 para agua potable, corresponden al Hierro y Nitratos, en aguas subterráneas, y el pH en aguas superficiales. El hecho de que los nitratos superen la norma en algunos lugares, plantea la posibilidad de que sea un compuesto que pudiese tomar relevancia en el futuro pues la presencia de éstos en las aguas subterráneas se asocia a la fertilización que se realiza en la agricultura, actividad que se ha intensificado en los últimos años.

Para su uso en riego, las aguas presentan buenas condiciones, encontrándose la mayoría de los parámetros bajo lo que indica la norma NCh 1.333 Of.1978 (modificada en 1987) exceptuando el Boro. Destaca la ausencia de sustancias químicas altamente peligrosas como el Cianuro libre y Plomo (CNR, 2011).

En general, las OUA no realizan acciones tendientes a monitorear o mejorar la calidad de las aguas disponibles.

- Uso de ERNC, hidrogenación eléctrica, herramientas de gestión del agua de riego y estrategias de las OUA's para épocas de déficit hídrico.

Las organizaciones de usuarios del agua presentes en el territorio, no manifiestan el uso de energías renovables no convencionales. Recientemente el equipo consultor se ha informado que la AC de Alicahue está estudiando con un socio el negocio de la hidrogenación a partir de 4 desniveles potenciales en el Canal Matriz.

Debido al bajo nivel en cuanto a las habilidades observadas, las organizaciones no cuentan con herramientas de gestión y la estrategia de manejo del agua en período de déficit hídrico (que se ha transformado en la situación habitual en el territorio) sólo se traduce en sistemas de turnos para la distribución de las aguas.

4.4.3.4 Nivel tecnológico (Utilización modelos, herramientas o sistemas)

Las organizaciones de usuarios del agua presentes en el territorio, no cuentan con modelos, herramientas o sistemas tecnológicos para una mejor gestión de las aguas y/o administración de la organización.

En general, la ausencia de esorrentía que se ha manifestado desde hace más de una década conlleva que las organizaciones de usuarios en cauces artificiales no realicen las funciones características de ellas. Además, las organizaciones en torno de cauces naturales no se han constituido legalmente y tampoco operan como tal, sólo las asociaciones de Canalistas organizadas en las partes altas realizan funciones propias de una organización de usuarios, como lo es la limpieza del canal, mantención de algunas obras y la distribución de las aguas que se materializa mediante compuertas y la vigilancia de un celador o dirigente sólo en el periodo estival.

Por su parte, las comunidades de aguas subterráneas, aún no inician acciones relacionadas con la administración de sus organizaciones, por lo que no se asocia ningún tipo de nivel tecnológico asociado a ello.

4.4.4 Mercado del Agua

4.4.4.1 Aspectos generales

Melo y Retamal (2012) señalan que la legislación actual considera la libre transferencia de los derechos de aprovechamiento, así como la independencia del derecho de un uso específico, estableciendo así las bases para que la reasignación de las aguas entre los diversos usos se efectuara a través del mercado, dejando atrás sistemas centralizados, como lo era el Código de 1967 (que consideraba derechos administrativos caducables y para reasignación se consideraba la “tasa de uso racional y beneficioso”).

La mayoría de los derechos de aprovechamiento ya habían sido asignados, surgiendo así la necesidad de establecer un sistema de reasignación que permitiera abrir un espacio al abastecimiento de las nuevas demandas emergentes.

En consecuencia, la reasignación de los derechos de aprovechamiento se efectúa mediante la simple compraventa de derechos a través de los mecanismos de mercado. Ello significa que se espera que los derechos se radiquen en aquellos usos que presentan, desde la perspectiva de los interesados, un mayor beneficio. Cabe advertir, que el modelo económico asume que la forma de actuar del Estado para hacerse cargo de las consideraciones de carácter social es a través de subsidios explícitos, principalmente el agua potable y riego.

Con el propósito de crear un mercado, los DAA se caracterizan por la independencia que tiene respecto de un uso específico, además, poseen las mismas características de protección que los derechos de propiedad sobre cualquier bien y tienen la posibilidad de establecer servidumbres de acueducto forzosas, para permitir el uso de los canales por cualquier interesado.

Es importante tener presente que esta opción se dio en un contexto en el cual la libre transferencia de derechos se practicaba entre los regantes bajo legislaciones anteriores, y que en buena parte del país los derechos ya estaban constituidos, surgiendo en consecuencia la necesidad ineludible de establecer un sistema de reasignación que permitiera abrir un espacio al abastecimiento de las nuevas demandas, ambas condiciones objetivas que facilitaban el éxito de una iniciativa de esta naturaleza en la realidad del país.

4.4.4.2 Comportamiento habitual y en situaciones críticas

Las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca se encuentran en permanente escasez hídrica por lo que para el análisis del mercado del agua se ha considerado la constante falta de agua por déficit de lluvias y la mala gestión del vital elemento, ha afectado no solo el ámbito productivo sino también el consumo humano. En ese contexto, respecto de las ventas de DAA se analizan las inscripciones de venta que dieron origen a las comunidades de aguas subterráneas que se están constituyendo en las cuencas de los Ríos La Ligua y Petorca que se encuentran entre los años 2001 y 2013 y que indican la cantidad de agua transferida en unidad de l/s. Por otro lado, se informa respecto de la venta de agua informal y de las autorizaciones por parte de la DGA para el cambio de punto de captación de DAA subterráneos en el territorio en estudio.

- Ventas de DAA en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca

Se analizan las inscripciones de venta que dieron origen a las comunidades de aguas subterráneas que se están constituyendo en las cuencas de los Ríos La Ligua y Petorca las que se realizaron entre los años 2001 y 2013 y que indican la cantidad de agua transferida en unidad de l/s y que no incluían otros bienes en su valor y se registraron antecedentes disponibles de las ventas (ver apéndice digital “Gestión del riego, Mercado del Agua”).

Se registró la siguiente información para cada una de las compraventas realizadas en el periodo:

- Número de orden
- Nombre del Titular que compra
- Cantidad de agua transada

- Ubicación Captación
- Datos de inscripción en CBR (Fs, N°, año)
- Precio de la transacción (\$)
- Fecha
- Precio de la transacción (UF)
- Valor UF para esa fecha (\$)
- Precio Actual de la transacción (\$) 9 de noviembre de 2015
- Precio Actual del l/s (\$) 9 de noviembre de 2015
- Precio del l/s (UF)

En el río La Ligua se analizaron 57 inscripciones con un monto total transferido de 41.980,78 UF. Además, En la Tabla 73 se observan los precios de promedio para cada año, donde los más altos corresponden a los años 2009 y 2011 con 232,18 UF y 175,73 UF respectivamente en tanto que el menor valor promedio es del año 2002 con 40,82 UF por unidad de caudal (l/s).

Por otro lado, El máximo cancelado fue 841,34 UF, mientras que el valor mínimo fue de 4,55 UF por unidad de caudal (l/s).

TABLA 73. NÚMERO DE VENTAS, MONTO TRASFERIDO Y PRECIO DEL LITRO/SEGUNDO EN RÍO LA LIGUA.

Año	N° Ventas	Monto Total (UF)	Precio del Q(l/s) (UF)	Precio del Q(l/s) (\$) al 9-11-2015
2002	2	79,6	40,82	\$ 1.042.163
2003	1	2528,81	50,58	\$ 1.291.230
2004	3	430,44	79,20	\$ 2.021.950
2006	2	192,04	44,45	\$ 1.134.929
2007	5	3126,66	144,35	\$ 3.685.388
2008	6	1081,92	47,94	\$ 1.223.829
2009	1	928,73	232,18	\$ 5.927.626
2010	4	3450,98	78,97	\$ 2.016.132
2011	12	21286,21	175,73	\$ 4.486.535
2012	7	5960,03	99,12	\$ 2.530.548
2013	14	2915,35	57,95	\$ 1.479.433
Total	57	41980,78	108,98	\$ 2.782.392

En el río Petorca se analizaron 60 inscripciones con un monto total transferido de 14.151,99 UF. Además, en la Tabla 74 se observan los precios de promedio para cada año, donde los más altos corresponden a los años 2008 y 2012 con 108,11 UF y 193,44 UF respectivamente.

Por otro lado, El máximo cancelado fue 327,94 UF, mientras que el valor mínimo fue de 3,84 UF por unidad de caudal (l/s).

TABLA 74. NÚMERO DE VENTAS, MONTO TRASFERIDO Y PRECIO DEL LITRO/SEGUNDO EN RÍO PETORCA

Año	N° Ventas	Monto Total (UF)	Precio del Q(l/s) (UF)	Precio del Q(l/s) (\$) al 9-11-2015
2001	1	307,45	3,84	\$ 98.116
2005	1	219,76	17,44	\$ 445.282
2006	4	716,03	22,13	\$ 565.083
2008	9	1553,52	108,11	\$ 2.760.052
2009	22	4476,98	29,73	\$ 758.958
2010	8	1364,02	97,84	\$ 2.497.954
2011	11	1419,07	67,26	\$ 1.717.198
2012	4	4095,16	193,44	\$ 4.938.639
Total	60	14151,99	40,89	\$ 1.043.847

De la muestra analizada se puede concluir que el precio de venta de aguas subterráneas tiene un mayor valor en la cuenca del Río La Ligua con un 108,98 UF por unidad de caudal (l/s), en tanto en la cuenca del Río Petorca el valor promedio es de 3,84 UF.

- Ventas de agua informal.

El vendedor de agua mencionado frecuentemente por los distintos actores locales entrevistados, como se hace referencia en el informe 1, corresponde a personas que venden el agua a ESVAL S.A o a la gobernación de Petorca con la finalidad de suplir las necesidades de consumo de agua para las cooperativas de agua potable como las Agua potable rural (APR) de la provincia, que tiene dificultad para abastecer de agua a sus socios o usuarios.

De la información entregada en entrevista a un vendedor, la forma de venta se realiza de empresa como ESVAL S.A. que por medio de un contratista busca a un agricultor que dispone de un pozo de agua. Así la empresa se acerca al lugar en el que se emplaza el pozo y procede a tomar una muestra para determinar si sus aguas cumplen con la norma de calidad de agua. Una vez aceptada la calidad del agua del pozo, se realiza el trato con el contratista y este a su vez con el agricultor. Posteriormente el agricultor extrae el agua y la deposita en acumuladores para después ser

transportados a los camiones aljibes que los llevan a los depósitos de la empresa, la que procede a tratarla para consumo humano a través de las redes de distribución del agua hacia los distintos sectores, en este caso, de la ciudad de Cabildo.

De acuerdo a la entrevista realizada a un vendedor se tiene que el monto pagado por la empresa contratista o transportista es de \$600 por metro cúbico, en tanto que la información entregada a la empresa que compra el agua, es de \$1.800 por metro cúbico que es pagado al contratista o transportistas y luego este le cancela al vendedor de agua.

Según lo indicado por el vendedor entrevistado, no ha sido posible tener un acuerdo entre los vendedores de agua respecto del monto por metro cúbico a cobrar, probablemente debido a que es un trato informal.

- Cambios de Punto de Captación.

De la información entregada por la DGA actualizado al 30 de septiembre de 2015 se tienen las autorizaciones de cambio de punto de captación para un total de 454 DAA subterráneos con fecha de resolución entre los años 1988 y 2015. La distribución de número de autorizaciones por sector se observa en la Tabla 75, donde se destaca que el 52% de autorizaciones de cambio de punto de captación pertenecen a La Ligua y un 39% a Petorca.

TABLA 75: NÚMERO DE AUTORIZACIONES DE CAMBIO DE PTO. DE CAPTACIÓN POR SECTOR.

Sector	Total	Porcentaje
La Ligua	237	52%
Costeras Ligua- Aconcagua	34	7%
Petorca	176	39%
Costeras Quilimarí-Petorca	7	2%
Total	454	100%

Por otro lado, al analizar los años de fecha de resolución de las autorizaciones de cambio de punto de captación se observa un incremento significativo desde el año 2010 hasta el año 2014 con el 70% de todas las autorizaciones registradas en el CPA de la DGA, alcanzando el mayor número en los años 2012 y 2013 con 72 DAA para cada año. La distribución por año se puede observar en la figura 73.

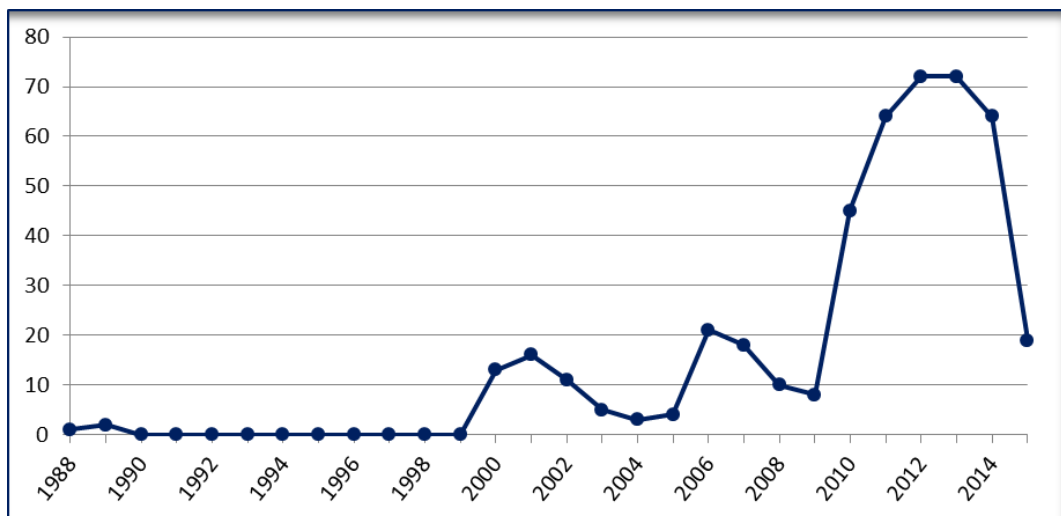


FIGURA 73. DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE AUTORIZACIONES DE CAMBIO DE PUNTO DE CAPTACIÓN POR AÑO

Cabe destacar que uno de los principales problemas que detectó la DGA en el territorio, eran los cambios de punto de captación desde la parte baja de la cuenca a la parte alta para ambos acuíferos, La Liga y Petorca, generando una serie de dificultades en la administración de las aguas, siendo este uno de los motivos principales para la modificación de las resoluciones correspondientes al año 2014, antes mencionadas, y que declaran áreas de restricción a ambos acuíferos. De esa manera, se dividió en 7 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común el acuífero de La Liga y en 5 sectores el acuífero de Petorca, generando 12 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común y teniendo como consecuencia con esta medida, que sólo se puedan realizar cambios de punto de captación dentro del mismo sector hidrogeológico. Lo anterior, podría explicar que, durante el año 2015, hasta el mes de septiembre, se había autorizado el cambio de punto de captación de 19 DAA en el territorio, marcando una disminución respecto de los años 2010 a 2014.

El listado detallado con toda la información, características (localización, equivalencias, etc.) de cada punto de captación autorizado por la DGA se encuentra en el ANEXO DIGITAL: “Gestión del Riego, Cambios de Punto de Captación al 30-9-2015”.

4.4.4.3 Análisis de uso y relación con usuarios y comunidad

Por razones ya descritas, el mercado del agua se ha desarrollado más fuertemente en las aguas subterráneas que en las superficiales, lo que en muchos casos conlleva el traslado en el punto de captación de las mismas, generando una serie de dificultades y conflictos en la Dirección General de Aguas que debe aprobar dichas solicitudes de cambio de punto de captación y en usuarios que se sienten perjudicados.

La argumentación dada respecto del perjuicio mencionado, es por el hecho de que se percibe que la persona compra un derecho en un punto del acuífero cuya disponibilidad es limitada y se traslada a otro punto donde es mayor, perjudicando a los usuarios cercanos a éste último.

Esta situación fue analizada por años y finalmente durante el 2014 se resuelve en parte, gracias a las resoluciones DGA que modificaron los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, debido a que ahora solo se pueden materializar cambios de punto de captación en un mismo sector.

Con respecto de los actores de la comunidad, el sistema de mercado del agua ha sido duramente tratado por organismos presentes en el territorio, principalmente el MODATIMA, que manifiesta públicamente su disconformidad con este mecanismo debido a que tiende a concentrar los derechos de agua en los usos y usuarios con mayor poder, en desmedro de los grupos más vulnerables, lo que es válido para todo el territorio nacional.

4.4.5 Diagnóstico del Nivel Tecnológico Aplicado en Cultivos de Riego y Necesidades de Investigación e Innovación

4.4.5.1 Aspectos generales

La necesidad de mejorar la eficiencia en el uso del agua hace concluir la necesidad de avanzar en cuanto a investigación de las reales eficiencias de aplicación de los métodos utilizados, toda vez que el sólo hecho de la tecnificación no implica un uso eficiente del recurso. Por otro lado, se requiere mayor conocimiento en cuanto a la calidad del riego utilizado, principalmente en lo que respecta a la uniformidad.

A nivel extrapredial, se hace necesario disminuir la cantidad de canales mediante la unificación de éstos o de tramos, disminuyendo así las pérdidas por conducción y evaporación.

Finalmente, también se ha concluido la necesidad de reconvertir la producción agrícola a cultivos menos demandantes de agua.

Todo lo descrito anteriormente, requiere de investigación, innovación y transferencia tecnológica.

4.4.5.2 Análisis de nivel y situación actual

Debido al prolongado periodo de escasas hídrica y a la demanda de agua para la producción agrícola, principalmente, las tecnologías de riego más eficientes se han desarrollado últimamente en el territorio bajo estudio. De hecho, sobre el 75% de la superficie regada se realiza mediante métodos tecnificados.

No obstante, lo anterior, aún existe un 25% de riego superficial, del cual sobre el 13% corresponde a riego por tendido con bajas eficiencias de aplicación (ver tabla 76).

TABLA 76. SUPERFICIE REGADA EN LA PROVINCIA DE PETORCA SEGÚN DIFERENTES MÉTODOS DE RIEGO.

Superficie regada Há.	Gravitacional			Microriego		Mecánico mayor
	Surcos	Tendido	Otro	Goteo y cinta	Micro asper. y microjet	
14.032,7	1.436,6	1.832,1	122,9	3.705,9	6.853,1	82,2
100%	10,2%	13,1%	0,9%	26,4%	48,8%	0,6%

Un mayor detalle a nivel de comunas, tipos de cultivos y otra información relevante se ha desarrollado cabalmente en el acápite "CARACTERIZACION DE LA CUENCA SEGÚN INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DESARROLLO ACTUAL AGROPRODUCTIVO".

4.4.6 Gestión Institucional Pública para el Apoyo al Riego

4.4.6.1 Introducción

Melo y Retamal (2012) señalan que de acuerdo con la legislación vigente y en materia de gestión de los recursos hídricos, es la DGA la institución que concentra las tareas que competen al Estado en cuanto a la medición, investigación y administración de los recursos hídricos. Además, es el organismo público estatal encargado de asignar los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, ejercer la vigilancia de los cauces naturales y fiscalizar las organizaciones de usuarios. No obstante, las facultades de este organismo son muy limitadas una vez que los derechos de aprovechamiento han sido asignados. Por ejemplo, con excepción de las épocas de sequía o escasez, no puede intervenir en la distribución del recurso (tarea que recae en las OUA), tampoco puede resolver conflictos de agua, los cuales deben ser resueltos por las propias organizaciones y en última instancia, por los Tribunales de Justicia. Por otra parte, la DGA no tiene ninguna injerencia en las transacciones de los derechos de aprovechamiento, las cuales se llevan a efecto libremente entre los interesados, aun cuando de tales actos jurídicos pudieran derivarse externalidades.

Las principales funciones que competen al Estado en la gestión de las aguas son:

1. La asignación original de los derechos de aprovechamiento de aguas.
2. La investigación y medición del recurso a través del Servicio Hidrométrico Nacional, el registro de la información y desarrollo de las bases de datos necesarias para una mejor gestión.
3. La conservación y protección de los recursos hídricos mediante el sistema de evaluación de impacto ambiental y la aplicación de la legislación vigente.

4. La regulación el uso del agua, evitando perjuicios a terceros y su sobreexplotación. Para este propósito debe analizar la concesión de nuevos derechos y el otorgamiento de variadas autorizaciones como vertidos, construcción de obras, cambio de puntos de extracción de las aguas y otras relevantes.

5. Regular servicios asociados como el saneamiento, agua potable y electricidad.

6. Apoyar la satisfacción de grupos vulnerables de la población, para lo cual ha implementado un sistema de subsidios directos.

7. Promover, gestionar y financiar grandes obras de riego, que por su envergadura no pueden ser asumidas por los particulares.

8. Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público o impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización competente.

9. Supervigilar el funcionamiento de las JV y la operación de obras de toma en cauces naturales y la construcción, mantención y operación de canales y acueductos.

Por su parte, las principales funciones que competen a los particulares o a la gestión de los usuarios a escala local, son las siguientes:

1. La reasignación de los derechos de aguas está en mano de los particulares, pudiendo transarse libremente en el mercado.

2. El estudio y financiamiento de los proyectos de desarrollo relacionados al agua está en manos de los particulares interesados y las OUA.

3. La captación, conducción y distribución de las aguas conforme a los derechos de aprovechamiento de cada usuario está a cargo de las OUA.

4. La mantención y mejoramiento de la infraestructura está en manos de los particulares interesados y las OUA.

5. La resolución de conflictos en primera instancia está a cargo de las OUA, sin perjuicio de la acción de los Tribunales de Justicia.

6. El registro de comuneros y su actualización está a cargo de las OUA. En este sentido la legislación incluye otros registros como el Catastro Público de Aguas que debe llevar la DGA y el de Propiedad de las Aguas que lleva el Conservador de Bienes Raíces.

Al considerar que la asignación originaria del agua se ha realizado en prácticamente la totalidad de las aguas consuntivas con respecto de la disponibilidad existente en el país, es posible concluir que las principales funciones de la gestión de las aguas en Chile están en manos de las OUA.

En cuanto al riego propiamente tal, es la Comisión Nacional de Riego, el órgano encargado de asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país, mediante la formulación, implementación y seguimiento de una Política Nacional de Riego que genere estudios, programas, proyectos y fomento al riego y drenaje, que contribuya al uso eficiente del recurso hídrico en riego, que propenda a mejorar la seguridad del riego y aporte al desarrollo de la agricultura

nacional, en un marco inclusivo, participativo, sustentable y equitativo de los/as agricultores/as y de las organizaciones de regantes.

Existen otros organismos como el INDAP, la Dirección de Obras Hidráulicas, los gobiernos locales que tienen o pueden tener atribuciones en materia de riego, los que serán descritos más adelante en este informe.

4.4.6.2 Contexto normativo nacional

La **Constitución Política** asegura a todas las personas el derecho de propiedad en sus diversas especies sobre toda clase de bienes corporales e incorporales (artículo 19 N° 24). Además, expresa que “Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgan a sus titulares la propiedad sobre ellos”.

También existe la garantía constitucional a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y le entrega al Estado la responsabilidad de velar por ello.

El **Código de Aguas** regula todo lo relacionado con las aguas terrestres. Sus disposiciones pueden ser clasificadas atendiendo a su naturaleza en normas sustantivas, procesales y administrativas.

El INDAP (2011) señala que las normas sustantivas, o sea aquellas que establecen y definen derechos y obligaciones sobre las aguas, ya sea entre los particulares entre sí, o entre éstos y el Estado, se encuentran contenidas principalmente en el Libro Primero, y en parte del Libro Segundo, como las que definen y regulan el derecho real de aprovechamiento de aguas (separado de la tierra), las servidumbres necesarias para el ejercicio del derecho, el sistema de administración de las aguas por las organizaciones de usuarios (Comunidades de Aguas, Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia), y régimen de propiedad inscrita aplicable a los derechos de aprovechamiento.

Las disposiciones de carácter procesal, se encuentran en el Libro Segundo, que establece como regla general en materia de juicios de aguas, el procedimiento sumario y el amparo judicial. También pueden indicarse como normas procesales aquellas que dicen relación con la formación judicial de las organizaciones de usuarios.

Por último, las disposiciones administrativas dicen relación con la actividad de la Dirección General de Aguas que interviene en las diversas materias consideradas por las normas sustantivas que se encuentran diseminadas a través del Código de Aguas. Podemos señalar entre ellas las autorizaciones, permisos y concesiones que constituyen las funciones propias del quehacer de dicho organismo público, las que se encuentran principalmente en el Libro Segundo.

El **Código Civil** contiene los principios fundamentales de la legislación privada. Sus normas regulan los contratos y las obligaciones civiles, la propiedad privada, la organización de la familia y la sucesión por causa de muerte.

En materia de aguas, los preceptos del Código Civil se aplican por disposiciones expresas del Código de Aguas, y se refieren a la transferencia, transmisión, arrendamiento o pérdida por prescripción de DAA. Además, a la inscripción de los DAA en los Conservadores de Bienes Raíces, a las acciones posesorias, amparo de aguas, y servidumbres.

Finalmente, en cuanto a las OUA, lo expresado en los artículos 22, 34, 69, 108, 109N°3, 116 N°3, 121, 128, 129, 196 inciso 3° y 258 inciso 2° del Código de Aguas).

Por su parte, la **Ley General de Bases del Medioambiente**, señala en su artículo 1°, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Ahora bien, el artículo 42 de la misma ley 19.300, dispone que el Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el organismo encargado por la ley de regular el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada, exigirá, la presentación y cumplimiento de planes de manejo de los mismos, a fin de asegurar su conservación. Estos planes incluirán, entre otras, consideraciones ambientales, la mantención de los caudales de aguas (caudal ecológico mínimo).

En este sentido, la Ley N° 20.017 (que modifica el Código de Aguas de 1981), agregó al artículo 129 bis 1, que estatuye que, al constituir derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo.

Finalmente, El artículo 10 letra a) de la Ley N° 19.300, dispone que los proyectos de acueductos, embalses, tranques y sifones deben ser aprobados por la DGA, acorde con el artículo 294, deben someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental.

El **convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)** surge durante 1989, con el objeto de proteger los derechos sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. El Congreso Nacional de Chile, lo aprobó y está vigente desde el 15 de septiembre de 2009.

En el caso de Chile, se aplica a quienes descienden de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales.

En este sentido, el gobierno de Chile debe asumir, con la participación de los pueblos indígenas, la responsabilidad de desarrollar acciones para proteger los derechos de estos pueblos y garantizar el respeto a su integridad. Estas acciones incluyen medidas que aseguren a los miembros de los pueblos indígenas gozar de manera igualitaria de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a todas las personas; promover la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones, y ayudar a los miembros de los pueblos a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás integrantes de la comunidad nacional de manera compatible con su forma de vida.

Se señala que se deberá consultar a los pueblos originarios, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente.

Finalmente, se debe destacar la obligación que tiene el Estado a establecer un mecanismo de consulta, que considere las instituciones representativas de los pueblos, para que puedan participar libremente en las decisiones que les afecten. Se establece que las consultas deberán

ser llevadas a cabo de buena fe, con el objeto de lograr el consentimiento o llegar a un acuerdo sobre la medida propuesta.

En cuanto al subsector riego, se pueden destacar: (1) la ley de fomento al riego y drenaje N° 18.450; y (2) EL DFL N° 1.123 de obras de riego.

La **ley 18.450** es un incentivo a la inversión privada en riego y drenaje, tanto para iniciativas comunitarias (obras civiles extra prediales para conducción y distribución del agua y para drenaje) como para obras individuales (tecnificación, puesta en riego y drenaje al interior del predio). La ley otorga subsidios a proyectos de riego cuyo costo no supere las 12.000 UF, en el caso de los proyectos individuales, ni sobrepase las 30.000 UF, en el caso de los proyectos presentados por organizaciones de usuarios cuya finalidad es el regadío. Con todo, el monto máximo de la bonificación a la que puede optar un proyecto es el 90 % de su costo total.

La asignación de las bonificaciones para proyectos se realiza a través de un sistema de concursos públicos para que los agricultores puedan optar al fomento estatal. A los proyectos que se adjudican los concursos se les entregan Certificados de Bonificación que pueden ser cobrados en la Tesorería General de la República una vez que la obra se ejecutó y recepción satisfactoriamente.

Para lograr lo anterior, cada año la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego define una distribución de los fondos disponibles entre los distintos concursos, de forma de lograr una focalización de las bonificaciones hacia pequeños y medianos agricultores, promoción de prioridades regionales, apoyo a la operatividad de grandes obras, promoción de áreas postergadas o que enfrentan problemas específicos, fomento de producción limpia, agricultura orgánica y utilización de aguas servidas tratadas, apoyo a comunidades indígenas, respuesta a emergencias, desarrollo de organizaciones de usuarios, etc.

Los proyectos deben elaborarse en virtud de las bases publicadas para cada concurso, los que se reciben y luego son revisados legal y técnicamente, estableciéndose la condición de: rechazado o aceptado. Para los proyectos aceptados se determina un puntaje de acuerdo con el porcentaje de aporte propio del postulante, la superficie equivalente beneficiada, el costo por beneficiario y si constituye o no pequeño productor. Se listan los proyectos y se otorga un Certificado de Bonificación a los proyectos beneficiados, según los recursos disponibles en el concurso.

Por su parte, el **Decreto de Fuerza de Ley N° 1.123** establece las normas de ejecución de obras de riego por parte del Estado, y es aplicado a las grandes obras de riego. El desarrollo de un proyecto tiene varias etapas: (1) pre factibilidad, que puede finalizar con la recomendación de pasar a la etapa de factibilidad, donde se realizan los estudios necesarios para garantizar la rentabilidad del proyecto, luego el consejo de ministros decide la materialización de la obra mediante este instrumento, momento en el que pasa a la etapa de diseño y luego su construcción.

4.4.6.3 Análisis instituciones

Según el Banco Mundial (2011), el primer órgano central de la Administración del Estado es la Dirección General de Aguas (DGA). Las potestades que, en general, ejerce la DGA consisten en un amplio abanico de áreas establecidas en diferentes artículos del CA (Vergara, 2010): (1)

conocimiento, medición, monitoreo e investigación de los recursos hídricos en el país; (2) planificación del recurso y formulación de recomendaciones para su aprovechamiento; (3) constitución y regularización de los DAA mediante la autorización de extracciones legítimas; (4) fijación de limitaciones y modificaciones a la extracción del agua; (5) policía y vigilancia de las aguas; (6) ejercicio de atribuciones decisorias o auxiliares a los tribunales; (7) supervisión del funcionamiento de las JdV; (8) seguimiento del funcionamiento de las asociaciones de canalistas y comunidades de aguas; (9) autorización de uso de cauces naturales y artificiales; y, (10) autorización de obras hidráulicas mayores.

Por su parte, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) es una unidad del MOP que tiene la función de coordinar y supervisar las funciones de las dos entidades. Mientras que la DGA es responsable de la gestión de los recursos hídricos, la DOH ejerce funciones que afectan la planificación del recurso incluida la construcción directa o indirecta (vía concesiones, por ejemplo) de las obras públicas hidráulicas mayores. Sus programas de inversión incluyen no sólo infraestructuras de riego y de manejo de cauces (relacionado con las funciones de la DGA), sino también infraestructuras primarias de aguas lluvias, de control aluvial, y de infraestructuras para servicios sanitarios rurales que no atañen a la DGA.

Otros órganos importantes centralizados son el Ministerio de Salud y la DIRECTEMAR; y entre las entidades orientadas a un sector económico se encuentran la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), y la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

En lo que respecta al riego, la entidad más importante es la Comisión Nacional de Riego (CNR) que elabora las políticas y programas del subsector del riego, que corresponde al mayor uso del agua en Chile. La CNR está compuesta por un Consejo de Ministros (conformado por los ministros de Agricultura, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Hacienda, de Obras Públicas, y de Planificación) para coordinar las instituciones involucradas en riego y drenaje; y una Secretaría Ejecutiva, que realiza estudios y ejecuta programas y proyectos con la finalidad de presentar propuestas al Consejo de Ministros.

La CNR es responsable de la administración de la Ley N° 18.450 que permite al sector privado obtener subsidios para acceder a infraestructura y sistemas de riego tecnificado con vistas a modernizar la agricultura y aumentar su competitividad internacional. La CNR tiene un convenio institucional con el INDAP, cuyo objetivo es contribuir a facilitar la postulación a la Ley N° 18.450 de los pequeños agricultores, agregando subsidios propios del INDAP a los subsidios de la CNR dentro de los mismos proyectos de inversión. En 2009, la Ley N° 20.401 modificó algunos artículos de la Ley N° 18.450. Entre los principales cambios están el aumento de las bonificaciones hasta un 90%, y la segmentación de los beneficiarios entre pequeños productores agrícolas y otros.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) fue creado en 1962 y tiene como principal objetivo fomentar y potenciar el desarrollo de la pequeña agricultura. Es un organismo público descentralizado, de duración indefinida, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con plena capacidad para adquirir, ejercer derechos y controlar obligaciones, bajo la súper vigilancia del Presidente de la República, a través del Ministerio de Agricultura.

Cuenta con variados instrumentos de fomento para el desarrollo del riego a nivel predial y extra-predial. Además de otros incentivos relacionados con el saneamiento, regularización de DAA, constitución de OUA y desarrollo productivo.

Acciones institucionales en el territorio bajo estudio

- **Comisión Nacional de Riego (CNR)**

En el territorio ha tenido presencia en cuanto a la ley 18.450 y estudios relacionados a la disponibilidad de agua subterránea, no habiendo desarrollado programas de transferencia tecnológica.

A nivel regional se organiza la Comisión Regional de Riego que reúne a los actores públicos para la coordinación efectiva de las materias relacionadas con la región.

Debido a su rol coordinador, la Comisión Nacional de Riego se relaciona con la totalidad de los actores relevantes el territorio.

- **Dirección General de Aguas (DGA)**

En el territorio su presencia es permanente, toda vez que ha desarrollado una serie de estudios destinados a conocer la disponibilidad de agua superficiales y subterráneos; y en los últimos años a la constitución de las comunidades de aguas subterráneas de las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca.

Debido a su rol en la gestión de las aguas, la DGA se relaciona con la totalidad de los actores relevantes del territorio.

- **Dirección de Obras Hidráulicas**

La DOH ha invertido en el territorio involucrado gracias a una ampliación de sus facultades debido a la declaración de zona de escasez hídrica del MOP, N°235 de fecha 10 de abril de 2014, al mismo tiempo que el decreto N° 129 del 14 de abril del 2015 y la coordinación a través del plan Petorca 2014.

Como se ha señalado el accionar del servicio apunta directamente a solucionar el problema de la escasez hídrica mediante acciones que apunten una mayor eficiencia del recurso hídrico. Las principales labores iniciativas que el servicio ha implementado son:

- Explotación de aguas subterráneas por pozos
- Encauzamiento de ríos
- Revestimiento de canales
- Construcción y reparación de estanques de Agua Potable Rural
- Estudios de factibilidad, impacto ambiental, diseño y, para algunos, construcción. Lo anterior en relación a los embalses de Chacarillas, Zapallar, Las Palmas, Los Ángeles, Alicahue y Pedernal.

Actualmente en la zona se encuentra desarrollando dos estudios hidrológicos cargo de las empresas consultora PROCIVIL en la cuenca Río Petorca a cargo del señor Croxattoy otro estudio en la cuenca del río La Ligua con la consultora EDWARDSA cargo del señor Leonardo Almagro. Ambos estudios hidrológicos que durante este año terminaran están orientados para la recarga artificial del acuífero.

También se están desarrollando estudios para la construcción de Grandes Embalses en ambas cuencas que aborda el plan, como son el embalse de lateral en el estero las Palmas en la cuenca del Río Petorca y en la cuenca del Río La Ligua el embalse lateral de estero Los Ángeles.

En el año 2008 durante el comienzo de la sequía la D.O.H realizó la construcción de 30 pozos provisionales para inyectar aguas a los canales de riego, en las comunas de La Ligua, Petorca y Cabildo con un costo aproximado de 1.200 millones de pesos. Durante los años 2010-2015 han realizado la operación de los pozos a la solicitud de las comunidades de aguas para la mejora del sistema del riego que durante los meses de diciembre a abril operan con los pozos, dependiendo de la disponibilidad de agua. Actualmente tienen en carpeta entubamientos para conducción de canales. En año 2015 el costo de la operación es de 600 millones de pesos anuales, donde han contado con el apoyo de los municipios. Además, existe la construcción de cuatro acumuladores, uno en el sector del Trapiche con una capacidad de 2000 m³, otro en el sector de Pullally con una capacidad de 700 m³ y canal Del Medio de Los Molinos con una capacidad de 600 m³.

Existe un programa de Pequeñas Obras de Embalses para la región de Valparaíso con un presupuesto de 350 millones de pesos para las 11 obras en las zonas de estudios de las cuencas de los Ríos La Ligua- Petorca, donde la capacidad de almacenaje de agua y seguridad de riego es desde los 50.000 m³ a 5.000.000 m³, llevado a cabo por la consulta ARCADIS. Los estudios tienen como fecha de término, enero 2016. Existe otro embalse, El Sobrante, que dispone de un presupuesto de 150 millones de pesos y su perfil⁵ está a cargo de una consultora española.

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)**

El Servicio Agrícola Ganadero S.A.G cuenta con oficinas ubicadas en la ciudad de la Ligua y su territorio de acción corresponde a toda la Provincia de Petorca.

En materia de riego, participa en un convenio con la CNR, para fiscalizar la permanencia de los equipos de riego que fueron obtenidos con aportes del estado en los programas de fomentos que tiene la CNR. Además, participa en el programa de suelo degradado que ayuda, mejorar o habilita suelos para ser productivos. La institución ha participado en algunos estudios realizados por ellos referidos a los efectos de los escasos hídricos y cultivos que se pueden adoptar a esta condición de escasos. Pues uno de los puntos más preocupantes y alarmante es que la masa animal ha disminuido en forma significativa ya que los agricultores en un principio han buscado una mejora de sus ingresos y un alto porcentaje se estableció con árboles frutales como son paltas, limones y naranjas. Pero también se han visto afectados en tanto la producción vegetal es uno de los más afectados productos de la baja disponibilidad hídrica.

⁵ Fuente: Plan Nacional para Los recursos Hídricos 2015. Delegación Presidencial de recursos Hídricos, Ministerio del Interior.

Por otro lado, el SAG ha tenido una participación destacada en cuanto a la regularización de DAA subterráneos, mediante las atribuciones referidas al artículo 5^{to} Transitorio del Código de Aguas.

- **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)**

En el territorio en estudio, se ha preocupado últimamente de realizar catastros de fuentes de agua y acumulación, para luego materializar el mejoramiento de las obras de acumulación y uso de energía fotovoltaica.

La coordinación de las materias relacionadas con el riego se realiza a nivel regional. Además, existen dos áreas en el territorio en cuestión, estas son: La Ligua y Petorca.

El INDAP trabaja con los agricultores y campesinos en dos temáticas diferentes: (1) fomento productivo donde se enfocan recursos a entregar equipos de trabajo, insumos, asesorías como son los SAT e infraestructura; y (2) el área crediticia donde los agricultores solicitan créditos con tasas preferenciales para invertir en sus unidades productivas donde son cancelados una vez finalizado la cosecha. Hay que mencionar que los Prodesal (programa desarrollo local), dependen del INDAP en cierta medida, pero será tratado más adelante como otro actor relevante.

Por otro lado, han participado en estudios y proyectos particulares en regularizaciones derechos de aguas y comunidades de aguas para los agricultores. Los apoyos han sido en los últimos años en la compra de insumos para el riego tecnificado donde algunos agricultores cuestionan en cierta medida la compra de los equipos o implementos a una sola empresa sin tener la posibilidad de comprar y comparar precio y calidad en otras lugares o tiendas del rubro. Ya que la compra se la entregan a cada uno de sus usuarios y no realizando compras en economía de escala. Debido a los escasos del agua se han visto disminuido el nivel del agua principalmente subterránea en donde han podido contratar una empresa dedicada a la ubicación de lugares donde se dispone de agua para realizar en forma posterior la excavación y encontrando agua siempre con el derecho inscrito y solo realizando el cambio de uso de captación del pozo sin agua al otro con agua.

Dentro del plan de acción en materia de riego es poder desarrollar el programa estratégico hasta el 2018, incorporara recursos propios y trabajar en forma conjunta con el gobierno regional y todos los actores publico relacionado con el tema.

El INDAP juega un rol fundamental en el apoyo a la pequeña agricultura y en riego pues los propios agricultores y campesinos mencionan que es la institución que más se relaciona y conoce respecto del riego ya sean en asesoramiento legal como en el apoyo económico y técnico para poder adquirir equipos de riego o mejoras en la infraestructura como son los acumuladores de agua, bombas, cintas, goteros, geomembrana, etc.

En el caso de Petorca, ha trabajado fuertemente con las sociedades agrícolas Chalaco, Pedernal y Del Sobrante y la comunidad agrícola La Polcura. Dentro de las intervenciones que trabajo el área fue los programas de riego asociativos. Además, participo en la formación de comunidades de aguas y el Plan estratégico nacional de riego.

El enfoque es seguir trabajando con riego asociativo, profundización de pozo y acumuladores. Esto acompañado con la tecnificación y conducción a través de tuberías para evitar pérdidas de agua en el trayecto desde la captación hasta el predio.

Finalmente, destacan la idea de vincular los temas relacionados al uso del agua con la reconversión a cultivos menos demandantes, como una forma de disminuir la demanda de agua en la cuenca hidrográfica. Además, trabajar fuertemente en dar seguridad de riego y aumentar la eficiencia y así contribuir así con demanda del cultivo y poder aumentar la productividad de los pequeños agricultores de la zona.

- **SEREMI de Obras Públicas**

La Secretaría regional Ministerial de Obras Públicas es un actor relevante en el territorio en tanto es el encargado, junto con el Ministerio, y otras reparticiones de nivel regional, especialmente el GORE. Conforme a sus atribuciones la SEREMI DE OOPP debe coordinar, supervigilar y fiscalizar los servicios regionales dependientes del Ministerio de Obras Públicas en la región, así como de las obras de infraestructura e inversiones. En este sentido la SEREMI DE OOPP se relaciona principalmente con los organismos que tiene a su cargo, así como con el Gobierno Regional para direccionar la inversión pública en la región.

Las principales acciones en materia de recursos hídricos implementados por la SEREMI MOP son los siguientes.

- Fiscalización conjunta con la DOH a los pozos construidos en las comunas de La Ligua y Petorca, al igual que el revestimiento del canal Alicahue.
- Denuncia ante el juzgado de letras de La Ligua por usurpación de aguas.
- Coordinación y direccionamiento de la inversión pública en conjunto con el Gobierno Regional.
- Supervisión e información del estado de la inversión al Ministerio de Obras Públicas (MOP).

- **Delegado Presidencial de los recursos hídricos**

El delegado presidencial de recursos hídricos es una figura relativamente nueva ya que se estableció durante el presente gobierno. En la región de Valparaíso se encuentran trabajando un coordinador regional de recursos hídricos, que está a cargo de todas las provincias de la región, y un encargado sólo para la provincia de Petorca. El trabajo de las delegaciones es de un año, aproximadamente, con distintos actores sean públicos o privado que tienen relación con la gestión del recurso hídricos.

Las principales iniciativas desarrolladas:

- La creación en materia de inversión referente al tema hídrico por parte del ministerio del interior desarrollada en el año 2014.
- La formación y coordinación de las mesas de agua a nivel provincial y local con los distintos actores que tiene relación con la gestión del agua.

- La conformación de uniones comunales de APR en las provincias de la región, para tener un diagnóstico mucho más exacto de las situaciones de agua de consumo por parte de la población.
- Apoyo en el diagnóstico de las APR por parte de la Universidad de Playa Ancha que se financia con recurso proveniente del gobierno regional (FNDR).
- Apoyo en la reutilización de aguas servidas por parte de Fundación Chile que se financia a través de un proyecto FIC regional.

Por otro lado, el trabajo de informar a los distintos actores públicos de la región como son intendentes, gobernadores, seremis y municipios de las medidas que se están realizando en materia de agua, verificar y coordinar los trabajos que se están realizando o se realizarán en materia de recursos hídricos como son el plan de grandes obras de embalses (Las palmas y Los ángeles), las plantas desalinizadora para consumo humano, la rehabilitación y mejoramientos de tranques para las organizaciones de usuarios de aguas, cosechas de aguas lluvias y el apoyo y formación de juntas de vigilancias para los ríos Petorca y La Ligua.

4.4.6.4 Propuestas de mejora

Una de las observaciones realizadas por diferentes actores sociales del territorio dice relación con la gran cantidad de organismos con competencias en materia de recursos hídricos y riego. Además, las instancias de coordinación existen y cuentan con procedimientos establecidos y una funcionalidad que permite o debiera permitir una buena articulación para el seguimiento del futuro plan de gestión del riego (PGR).

No obstante, lo anterior, y como una forma de mejorar la articulación, se propone que el seguimiento y evaluación del desarrollo del plan de gestión del riego esté a cargo de la Comisión Regional de Riego, pero que cada institución incorpore indicadores de evaluación que permitan dar un incentivo a los funcionarios en cuanto al desarrollo del plan.

4.4.7 Análisis de Políticas, programas y Proyectos

4.4.7.1 Introducción y metodología de análisis

En este acápite del informe se procederá a analizar y evaluar los principales programas desarrollados en el territorio y que generan impactos directos en cuanto al problema identificado, esto es programas para: (1) la constitución de organizaciones de usuarios del agua; y (2) el desarrollo del riego.

4.4.7.2 Evaluación de Políticas, Programas y Proyectos

1. PROGRAMAS DESTINADOS A LA CONSTITUCIÓN DE OUA.

PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO PETORCA.

Este programa fue licitado por la Ilustre Municipalidad de Petorca en abril de 2008 y adjudicado a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El financiamiento de dicho programa fue completamente del Gobierno Regional de Valparaíso.

El objetivo principal del programa fue la organización de la junta de vigilancia del río Petorca y de las comunidades de aguas que la conforman. Tuvo una duración de 2 años, es decir hasta el año 2010.

Los objetivos de dicho programa se cumplieron parcialmente, toda vez que se logró organizar a 9 comunidades de agua y capacitar a titulares de DAA en materias relacionadas al derecho de aguas y OUA; pero la junta de vigilancia del río Petorca no fue posible constituir debido a dos principales problemas enfrentados: (1) el poco tiempo disponible para la materialización de las acciones; y (2) la existencia de la junta de vigilancia del Monte y La Vega que ralentizó el proceso.

Actualmente el proceso está vigente y la junta de vigilancia está en vías de organización.

MANEJO, GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA. ETAPA B: MANEJO GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO LA LIGUA, PARA LA CONFORMACIÓN DE LA JUNTA DE VIGILANCIA.

Este programa fue licitado por la Ilustre Municipalidad de Cabildo en diciembre de 2010 y adjudicado a Cuenca Consultores. El financiamiento de dicho programa fue completamente del Gobierno Regional de Valparaíso.

El objetivo principal del programa fue la organización de la junta de vigilancia del río La Ligua y de las comunidades de aguas que la conforman. Tenía contemplado una duración de 2 años, pero se finalizó anticipadamente por incumplimiento de contrato por parte de la consultora, lo que derivó en acciones judiciales por parte de ésta.

Los objetivos de dicho programa no se cumplieron, toda vez que no se logró organizar a las comunidades de agua ni a la junta de vigilancia del río La Ligua.

PROGRAMA DE APOYO A LA CONSTITUCIÓN DE COMUNIDADES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LOS ACUÍFEROS DEL RÍO LA LIGUA Y RÍO PETORCA.

Este programa fue licitado por la Dirección General de Aguas en junio de 2013 y adjudicado a la Universidad de Concepción. El financiamiento de dicho programa fue completamente de la Dirección General de Aguas.

El objetivo principal del programa fue la organización de las 12 comunidades de aguas subterráneas originadas en los acuíferos de los ríos La Ligua y Petorca.

El programa se encuentra en la etapa final de su desarrollo habiéndose cumplido a la fecha la totalidad de los objetivos planteados, toda vez que se logró organizar a las comunidades de aguas y capacitar a sus titulares de DAA en materias relacionadas al derecho de aguas y OUA.

2. PROGRAMAS DESTINADOS AL DESARROLLO DEL RIEGO.

PROGRAMA GESTIÓN HÍDRICA PROVINCIA DE PETORCA

Este programa fue licitado por la SEREMI de agricultura de Valparaíso en el año 2010 y adjudicado a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El financiamiento de dicho programa fue completamente del Gobierno Regional de Valparaíso.

El objetivo principal del programa fue capacitar y desarrollar competencias para mejorar la gestión hídrica en los usuarios de aguas y sus organizaciones en la provincia de Petorca. Además, transferir la información generada por las validaciones de cultivos de bajo requerimiento hídrico y los resultados de éstas. Tuvo una duración de 3 años, es decir hasta el enero de 2013.

Los objetivos de dicho programa se cumplieron totalmente, toda vez que se lograron las metas trazadas, desarrollando un total de 185 cursos de capacitación. Logrando una participación de 1.952 personas durante todo el proceso. De ellos, lograron capacitarse 1.072 agricultores en los aspectos técnicos, legales y organizacionales. Para lo cual se trabajó con un total de 41 grupos de trabajo distribuidos en todas las comunas de la provincia.

LEY DE RIEGO Y DRENAJE

Desde la aplicación de la Ley 18.450 (1986), en el territorio en cuestión se han bonificado un total de 435 proyectos de riego y drenaje cuyos costos totales suman UF 940.422, de los cuales han sido bonificados el 43% (UF 405.614).

Se observa que mientras mayor es el estrato social del beneficiario, mayor es el porcentaje de bonificación otorgado, tal como se observa en la Tabla 77.

TABLA 77. BENEFICIOS DE LA LEY DE RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE BENEFICIARIO.

Tipo de beneficiario	N° proyectos	Costo total (UF)	Monto bonificado (UF)	Porcentaje bonificado
Empresario grande	49	144.448	78.097	54%
Empresario mediano	142	364.844	189.465	52%
Empresario pequeño	43	63.688	30.143	47%
Pequeño productor agrícola	129	133.129	45.648	34%
Organizaciones pequeñas	55	195.195	50.192	26%
OUA	17	39.118	12.069	31%
Total	435	940.422	405.614	43%

Al revisar los proyectos bonificados desde un punto de vista del tipo de obra, se observa que el riego tecnificado alcanza al 60% del valor total invertido en el territorio (ver figura 74).

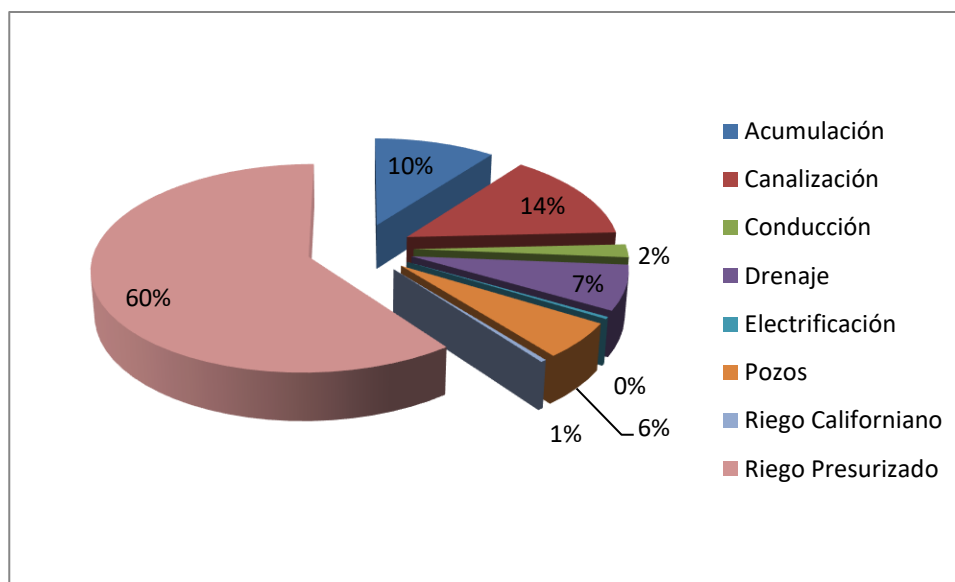


FIGURA 74. COSTO TOTAL DE LAS OBRAS DE INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE

Los proyectos de pozos y acumulación de aguas son los que han sido mayormente bonificados por la ley de riego, tal como se observa en la Tabla 78.

TABLA 78. INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE OBRA.

Tipo de obra	N° proyectos	Costo total (UF)	Monto bonificado (UF)	Porcentaje bonificado
Acumulación	28	79.691	40.265	51%
Canalización	25	107.331	26.664	25%
Conducción	2	15.711	2.302	15%
Drenaje	10	54.433	21.861	40%
Electrificación	4	2.612	1.026	39%
Pozos	30	43.487	21.104	49%
Riego Californiano	1	3.106	2.189	70%
Riego Presurizado	234	465.026	233.192	50%
Sin información	101	169.025	57.011	34%
Total	435	940.422	405.614	43%

Si observamos los últimos 10 años (el 34% con respecto del periodo 1986-2015) se tiene el 36% de proyectos bonificados (84), lo que hace presumir que no ha existido un incremento o disminución en su aplicación. Si se hace el mismo análisis, pero considerando los costos totales invertidos, se obtiene una inversión total del 21% con respecto de todo el periodo 1986-2015. Además, el porcentaje bonificado también disminuye, llegando al 40% (ver Tabla 79).

Durante la última década no se observan grandes empresarios beneficiarios de la ley de riego ni tampoco a organizaciones de usuarios del agua, lo que se hace coherente con la situación hídrica en cuanto a las aguas superficiales.

TABLA 79. INVERSIÓN EN RIEGO Y DRENAJE SEGÚN TIPO DE BENEFICIARIO DURANTE EL PERIODO 2005-2015.

Tipo de beneficiario	N° proyectos	Costo total (UF)	Monto bonificado (UF)	Porcentaje bonificado
Empresario grande	0	0	0	-
Empresario mediano	32	82.083	40.123	49%
Empresario pequeño	35	54.268	27.232	50%
Pequeño productor agrícola	6	4.185	1.484	35%
Organizaciones pequeñas	11	56.323	10.117	18%
OUA	0	0	0	-
Total	84	196.859	78.956	40%

En el ANEXO DIGITAL "Gestión del Riego/LEY DE RIEGO" se observa la base de datos con todos los proyectos bonificados por dicho instrumento de fomento.

4.4.7.3 Conclusiones

La Política Nacional para los Recursos Hídricos de 2015 tiene como objetivos: (1) Diseñar, elaborar e implementar distintos programas y acciones que permitan mitigar los efectos de la sequía que afecta recurrentemente gran parte del territorio nacional y preparar al país para enfrentar de mejor manera los eventos futuros; y (2) proponer alternativas de reordenamiento institucional y modificaciones al ordenamiento jurídico que permita gestionar de mejor forma los instrumentos y recursos, con la finalidad de lograr una mejor gestión en los recursos hídricos a tono con la magnitud e importancia de los desafíos actuales y futuros. Concentra su accionar en seis ejes fundamentales: (1) la consideración de los escenarios futuros, tendencias y proyecciones más probables en materia de disponibilidad y demanda de recursos hídricos; (2) la sustentabilidad y protección del agua tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad; (3) la integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental; (4) la consideración de las particularidades físicas, bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales de cada una de las regiones del país; (5) la articulación de la gestión de los recursos hídricos con el uso del suelo; y (6) la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas.

Por otro lado, a nivel nacional, existe la: (1) la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, que se concentra en cuatro ejes fundamentales: gestión eficiente y sustentable, mejoramiento de la institucionalidad, enfrentamiento de la escasez hídrica, y la participación e información de la ciudadanía; y (2) la Estrategia Nacional de Riego, cuyo ámbito de acción es la infraestructura

(conducción, regulación, tecnificación, recarga de acuíferos, telemetría, entre otros importantes) y la gestión (regularización de derechos de agua, constitución de organizaciones de usuarios del agua).

En base de lo anterior, se desarrollan planes, programas y proyectos específicos, a distintos niveles territoriales y con diferentes temáticas, muchas de las cuales incluyen al riego como parte de su quehacer.

En el caso de planes, se puede destacar el Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al año 2021, el que, en materia de riego en el territorio bajo estudio, se concentra en la construcción de Sistemas de Regadío y los embalses en los cauces: (1) Pedernal; (2) Las Palmas; y (3) Los Ángeles. Además, considera estudios relacionados con la calidad de las aguas y la conservación y construcción estaciones fluviométricas.

A nivel específico de riego, existe el plan de infraestructura de riego de la región de Valparaíso que impulsa la Dirección de Obras Hidráulicas, cuyo énfasis está en el mejoramiento y construcción de pozos y embalses.

Debido a las características del territorio, surgen con gran importancia los programas destinados a la constitución de organizaciones de usuarios del agua, principalmente las juntas de vigilancia y las comunidades de aguas subterráneas en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca.

Por su parte, el INDAP en apoyo de los pequeños productores agrícolas ha desarrollado iniciativas destinadas a la rehabilitación de pequeños tranques, mejoramiento de pozos y desarrollo de riego presurizado

En relación con el uso de la ley de riego y drenaje, se observa que principalmente se han orientado al riego presurizado, lo que es coherente con las necesidades y características del territorio. Además, los particulares han obtenido un 85% de los recursos bonificados en el territorio, en desmedro de las organizaciones de usuarios del agua que llegan al 3% y otras organizaciones pequeñas que suman un 12%.

Finalmente, y en función de la condición de escasez que afecta a todo el territorio nacional, la que incluso, se ve acrecentada en el territorio bajo estudio, se debe destacar la declaración de zona de catástrofe desde el año 2012 al territorio bajo estudio, la que ha sido ampliada permanentemente y se encuentra vigente hasta julio de 2016⁶.

En este sentido, el Decreto designa al Intendente Regional como autoridad responsable de la coordinación y ejecución de los programas de recuperación que el Supremo Gobierno determine para la zona afectada; y lo faculta a adoptar y aplicar las medidas tendientes a solucionar los problemas que hayan surgido, o que se planteen como consecuencia de la catástrofe. Además, las autoridades, jefaturas y personal de todas las instituciones, organismos o empresas de la administración del Estado, deberán prestar la colaboración que les sea requerida.

⁶Decreto Supremo 815 del año 2015 señala como afectadas por la catástrofe derivada de la situación de sequía a las comunas de La Ligua, Petorca, Cabildo, Papudo y Zapallar.

El mismo Decreto autoriza a la Tesorería General de la República a condonar deudas por concepto de Impuesto Territorial; suspender las subastas públicas de los predios agrícolas ubicados en la zona afectada; Suspender el cobro de patentes por no uso del agua y otras medidas pertinentes. Además, autoriza a la Dirección de Obras Hidráulicas a realizar obras y estudios para la atención y recuperación de las personas y bienes afectados por la catástrofe, entre otras acciones pertinentes.

Finalmente, y en relación con la percepción de los usuarios respecto de la intervención por parte del Estado en cuanto a los recursos hídricos y al riego, se observan dos miradas opuestas. Por una parte, usuarios que reconocen el esfuerzo y apoyan el desarrollo de las iniciativas con el objetivo de mejorar la gestión de las aguas a nivel general; y un segundo grupo más crítico que se opone a estas iniciativas bajo el argumento de que sólo permiten validar un modelo que ha sido nefasto para el territorio.

En función de todo lo anterior, a continuación, se expone un análisis de: (1) coherencia; (2) pertinencia; (3) suficiencia; y (4) eficacia, relacionada con las intervenciones por parte del Estado en cuanto al riego en el territorio bajo estudio.

Coherencia⁷: A nivel de políticas y estrategias se observa una alta grado de correspondencia lógica entre los distintos niveles de intervención, es decir, las medidas indicadas están bien orientadas al logro de objetivos y éstos, a su vez, dan cuenta de las necesidades y características del territorio.

En este sentido, los programas destinados a la constitución legal de las juntas de vigilancia y comunidades de aguas subterráneas son parte fundamental de la política nacional de recursos hídricos y apuntan a superar, el que quizás es la necesidad más urgente del territorio. Además, las acciones propiciadas por la institucionalidad pertinente (DOH, DGA, INDAP, entre otras), también presentan un alto grado de coherencia con la política y estrategias existentes.

Finalmente, las medidas de excepción adoptadas (Declaración de zona de catástrofe) y el desarrollo de instancias de coordinación/acción como son las mesas regional y provincial del agua y el Consejo de Desarrollo y Sostenibilidad Hídrica de la Región de Valparaíso, también presentan altos grados de correspondencia lógica con la política y estrategias existentes para los recursos hídricos y el riego.

Pertinencia⁸: A pesar de que la política y estrategias parecen pertinentes en cuanto a las metodologías y el enfoque participativo que requieren para su implementación, no necesariamente ocurre lo mismo al analizar el desarrollo de algunos programas específicos.

En ese sentido, los programas destinados a organizar legalmente las juntas de vigilancia de los ríos La Ligua y Petorca son poco pertinentes en cuanto a los plazos destinados y metodologías implementadas. Cabe destacar que el plazo de constitución de una OUA es muy superior a los

⁷Para efectos de este estudio, se refiere al grado de correspondencia lógica que existe entre los distintos niveles de la intervención por parte del Estado en materia de Riego (y recursos hídricos), desde la fundamentación de la política, hasta las distintas unidades de intervención (planes, estudios, programas y proyectos) que operacionalizan esos principios y fundamentos.

⁸ Para efectos de este estudio, se refiere al grado de adecuación que existe entre un factor operativo cualquiera (plazos, criterios de focalización, metodologías de intervención, actividades, etc.) y las especificidades del problema que se intenta superar. Es decir, la intervención es pertinente cuando los plazos, metodologías y acciones son adecuados según el grupo objetivo, la legislación e institucionalidad existente.

plazos establecidos en los procesos desarrollados en el territorio. Además, los procedimientos llevados a cabo no se condicen con la institucionalidad. En el caso del río Petorca, no se consideró la existencia de una junta de vigilancia en un tramo del río, lo que ameritaba una serie de tramitaciones y plazos que hicieron imposible el cumplimiento de las metas. En el caso del río La Ligua, la confusión del procedimiento por la vía voluntaria y la vía judicial ralentizaron el proceso que finalmente nunca se finalizó.

En el caso de la constitución de las comunidades de aguas subterráneas, se observa pertinencia en cuanto a los plazos y procedimientos metodológicos. No obstante, quedan algunas dudas relacionadas con la división de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, que en el futuro podrían implicar conflictos en torno al uso del recurso.

En cuanto al desarrollo de infraestructura, la intervención por parte del Estado parece pertinente en cuanto a la construcción y mejoramiento de pozos y desarrollo de embalses, los que sin lugar a dudas apuntan en la dirección de las necesidades del territorio.

Suficiencia⁹: En materia de constitución de OUA, la intervención por parte del Estado parece insuficiente. Es decir, no satisface las necesidades del territorio en cuanto a que no se logra la meta necesaria. Además, la sola constitución legal de la organización no es suficiente para el mejoramiento de la gestión del recurso en el territorio, requiriéndose el fortalecimiento organizacional, la profesionalización de la gestión y un amplio trabajo de saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas, que necesariamente van de la mano con la constitución legal de la organización.

En materia de infraestructura, la intervención por parte del Estado también parece insuficiente, toda vez que gran parte del territorio mantiene serias dificultades en cuanto al acceso del recurso y eficiencia en su uso. Además, no se ha abordado la necesidad de implementación de un sistema de control de extracciones de aguas subterráneas, que apuntarían a disminuir la conflictividad en materia de uso de aguas subterráneas y facilitarían la gestión de las mismas.

Finalmente, y a modo de percepción por parte de los usuarios de las aguas, en cuanto a las medidas de excepción adoptadas en el territorio, parece que el sólo decreto de zona de catástrofe es insuficiente para dar solución a la problemática generada por la prolongada sequía, de hecho, las reiteradas ampliaciones de este estado de catástrofe hacen parecer que se trata de una situación permanente y no de excepción.

Eficacia¹⁰:

El principal problema de la intervención por parte del Estado en materia de riego en el territorio en estudio, parece ser su baja eficacia, principalmente, al analizar la problemática y necesidades en su conjunto. Es decir, la intervención por parte del Estado no parece tener un impacto sustancial en cuanto a las necesidades en materia de riego que se vienen observando desde hace

⁹ Para efectos de este estudio, se refiere al grado en que la intervención del Estado está beneficiando a la totalidad de la población objetivo y se soluciona la totalidad de las necesidades atendidas.

¹⁰ Para efectos de este estudio, se refiere la síntesis crítica del resultado logrado en función de las necesidades y objetivos planteados.

más de una década. Es más, un análisis similar se puede hacer al tema de los recursos hídricos en general.

No obstante, al analizar intervenciones específicas se puede observar eficacia en muchas de ellas, principalmente aquellas destinadas a solucionar problemas específicos de un grupo en particular, como lo pueden ser la construcción o rehabilitación de pozos o tranques, que sin lugar a dudas logran los objetivos planteados en su génesis.