



ESTUDIO BÁSICO

DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA

INFORME FINAL

REALIZADO POR



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

MAYO DE 2017

Equipo participante

Carlos Gabriel González

Jefe de Estudio

Carolina Manríquez

Coordinadora

Dr. Jorge Jara

Especialista Agropecuario

Dr. L. Octavio Lagos

Especialista en Infraestructura de Riego

Lisette Prado

Especialista en Metodologías

Luis Vergara

Especialista en Aspectos Legales

Dr. Diego Rivera

Especialista en Aspectos Medioambientales

Dr. José Luis Arumí

Especialista en Hidrología

Dr. Luis Salgado

Especialista en Drenaje

Dr. Mario Lillo

Especialista en Teledetección

Julio Mendoza

Especialista SIG

Carla Labra

Ingeniero de Terreno

Maira Fernández

Periodista

Camila Salinas

Apoyo Administrativo

ÍNDICE

1	GLOSARIO	13
2	RESUMEN	15
3	INTRODUCCIÓN	16
4	OBJETIVO	19
4.1	OBJETIVO GENERAL	19
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5	DESARROLLO	20
5.1	MAPA DE ACTORES Y SUS RELACIONES	20
5.1.1	<i>Levantamiento del mapa de actores</i>	20
5.2	ESTRATEGIA COMUNICACIONAL E INTERVENCIÓN TERRITORIAL	29
5.2.1	<i>Facilidades para la participación</i>	29
5.2.2	<i>Canales de comunicación</i>	29
5.2.2.1	Herramientas comunicacionales	30
5.2.2.2	Material corporativo	30
5.3	ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN TERRITORIAL	31
5.3.1	<i>Descripción de las instancias de participación</i>	42
5.3.2	<i>Consideraciones metodológicas</i>	45
5.3.3	<i>Instrumentos para levantar diagnóstico</i>	45
5.3.3.1	Estudio de caso	46
5.3.3.2	Investigación mixta	46
5.4	LANZAMIENTO PÚBLICO DEL ESTUDIO	47
5.5	ETAPA 2	48
5.5.1	<i>Identificación y definición del problema a abordar</i>	49
5.5.2	<i>Recopilación de información para la elaboración del diagnóstico</i>	51
5.5.2.1	Análisis de la Ley de fomento entre 1985-2015	51
5.5.3	<i>Recopilación a través de fuentes primarias</i>	53
5.5.3.1	Participación ciudadana segunda etapa	53
5.5.3.2	Implementación de la estrategia comunicacional	58
5.5.3.3	Resultados de los talleres de participación ciudadana	59
5.5.3.4	Entrevistas semiestructuradas	59
5.5.3.5	Análisis general de actores	60
5.5.3.6	Análisis de contenido talleres de participación ciudadana y entrevistas	60
5.5.4	<i>Sistematización de la información y elaboración de la línea base</i>	71
5.5.4.1	Problemáticas detectadas pequeños agricultores en el desarrollo de las entrevistas	71
5.5.4.2	Problemáticas identificados de las Organizaciones de Usuarios de Aguas	74
5.5.5	<i>Descripción general del territorio</i>	76
5.5.5.1	Antecedentes demográficos del territorio	76
5.5.5.2	Clima	77
5.5.5.3	Geomorfología, geología y suelos	77
5.5.5.4	Precipitaciones	78
5.5.6	<i>Caracterización del territorio según los recursos naturales y el medio ambiente</i>	79
5.5.6.1	Antecedentes de disponibilidad u oferta hídrica	79
5.5.6.2	Disponibilidad de agua superficial	83
5.5.6.3	Disponibilidad de agua subterránea	92
5.5.6.4	Descripción de características principales de los sistemas de agua subterráneas para cada subcuenca	96
5.5.6.5	Análisis crítico del uso multisectorial del recurso hídrico	104
5.5.6.6	Evaluación de las redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico, calidad de aguas superficiales y subterráneas	111
5.5.6.7	Calidad de aguas	119
5.5.6.8	Análisis de variabilidad climática	127
5.5.6.9	Variabilidad de precipitaciones, caudal y temperaturas	139

5.5.6.10	Conclusiones del análisis de variabilidad climática.....	154
5.5.6.11	Propuesta de adaptación al cambio climático	155
5.5.6.12	Sequías.....	163
5.5.6.13	Capacidad de prevención, respuestas y/o mitigación frente a eventos extremos.....	163
5.5.6.14	Caracterización ambiental del territorio.....	165
5.5.6.15	Conclusión de la caracterización ambiental del territorio.....	166
5.5.7	<i>Caracterización del territorio según infraestructura de riego y desarrollo actual agroproductivo</i>	167
5.5.7.1	Estado actual de la infraestructura de riego extra predial	167
5.5.7.2	Canales de riego	167
5.5.7.3	Diagrama unifilar.....	177
5.5.7.4	Estado de canales.....	177
5.5.7.5	Evaluación de pérdidas de agua	211
5.5.7.6	Bocatomas.....	218
5.5.7.7	Sistemas de acumulación mayores y menores.....	240
5.5.7.8	Iniciativas	253
5.5.7.9	Distribución	265
5.5.7.10	Tecnología y monitoreo del agua	272
5.5.7.11	Aguas subterráneas.....	277
5.5.7.12	Proyectos Energías Renovables No Convencionales.....	281
5.5.7.13	Análisis general de la infraestructura y conclusiones del diagnóstico.....	283
5.5.8	<i>Características y análisis de producción agropecuaria y sus proyecciones de desarrollo</i>	284
5.5.8.1	Características del agricultor	289
5.5.8.2	Rubro (tipos de cultivos y su distribución).....	292
5.5.8.3	Sistemas de riego.....	295
5.5.8.4	Distribución de la Superficie Bajo Riego	296
5.5.8.5	Superficie por métodos de riego.....	301
5.5.8.6	Superficie de riego permanente y eventual.....	317
5.5.8.7	Volúmenes de agua empleados en riego	319
5.5.8.8	Superficie bajo riego, incluyendo recursos superficiales y subterráneos.....	321
5.5.8.9	Áreas con déficit de abastecimiento	322
5.5.8.10	Proyecciones de desarrollo	323
5.5.9	<i>Caracterización de la situación respecto del drenaje en el territorio.....</i>	324
5.5.9.1	Origen de los problemas de drenaje	324
5.5.9.2	Factor suelo.....	324
5.5.9.3	Factor recarga.....	327
5.5.9.4	Factor topografía	328
5.5.9.5	Superficie afectada por mal drenaje.....	328
5.5.9.6	Clases de drenaje	328
5.5.9.7	Superficies por clases de drenaje en el área del proyecto	330
5.5.9.8	Cartera preliminar de proyectos por sector	337
5.5.9.9	Conclusiones y recomendaciones.....	344
5.5.9.10	Análisis crítico de la situación respecto del drenaje en el territorio.....	345
5.5.10	<i>Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) en el Territorio.....</i>	346
5.5.11	<i>Mercado del agua.....</i>	347
5.5.12	<i>Gestión Institucional Pública para el apoyo al riego.....</i>	351
5.5.12.1	Contexto Normativo Nacional	351
5.5.12.2	Análisis Instituciones.....	357
5.5.12.3	Propuestas de mejora.....	376
5.5.13	<i>Análisis de políticas, programas y proyectos.....</i>	376
5.5.13.1	Evaluación	377
5.5.14	<i>PRODESAL en el territorio de la cuenca del Itata.....</i>	384
5.5.15	<i>Conclusión de las políticas públicas.....</i>	385
5.5.16	<i>Análisis final y conclusiones etapa 2</i>	386
5.6	ETAPA 3. DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE PROPUESTAS IMAGEN OBJETIVO.....	389
5.6.1	<i>Definición de imagen objetivo por subcuencas.....</i>	390
5.6.2	<i>Intervención territorial.....</i>	391

5.6.3	<i>Calendario de talleres</i>	391
5.6.4	<i>Estrategia comunicacional</i>	392
5.6.5	<i>Sistematización de la información y elaboración del documento de imagen objetivo del territorio</i>	393
5.6.5.1	Subcuenca Ñuble Alto	393
5.6.5.2	Subcuenca Ñuble Bajo.....	395
5.6.5.3	Subcuenca Itata Alto	397
5.6.5.4	Subcuenca Itata Medio.....	398
5.6.5.5	Subcuenca Itata Bajo	400
5.6.5.6	Cuenca costera Cobquecura.....	402
5.6.5.7	Cuenca costera Tomé	404
5.6.5.8	Sistematización de la Información	405
5.6.5.9	Priorización del territorio	408
5.6.6	<i>Validación de línea base o diagnóstico e imagen objetivo del territorio</i>	409
5.6.6.1	Propuesta de imagen objetivo del territorio.....	410
5.6.6.2	Resultados de la votación	411
5.6.6.3	Evaluación de los comentarios de la asamblea.....	411
5.6.7	<i>Estructura de la imagen objetivo bajo la perspectiva de experto</i>	413
5.6.8	<i>Validación de la imagen objetivo por la Comisión Regional de Riego</i>	417
5.6.9	<i>Conclusiones Etapa 3</i>	417
5.7	ETAPA 4.....	423
5.7.1	<i>Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento</i>	423
5.7.2	<i>Identificación de posibles soluciones a las brechas determinadas</i>	427
5.7.2.1	Ideas avanzada de proyectos (simplificada).....	427
5.7.2.2	Resultados del formulario de ideas avanzadas de proyectos por subterritorio	429
5.7.2.3	Ideas, perfiles de estudios y programas.....	440
5.7.2.4	Aplicación de metodología de priorización de iniciativas	447
5.7.3	<i>Propuesta de un plan de seguimiento y evaluación</i>	464
5.7.4	<i>Cronograma tentativo del orden de ejecución de las iniciativas</i>	465
5.7.5	<i>Validación del plan de gestión</i>	467
5.7.5.1	Calendario de asambleas por territorio.....	469
5.7.5.2	Resultados de la validación.....	470
5.7.6	<i>Actividad pública de cierre del estudio y presentación del plan definitivo</i>	477
6	CONCLUSIONES	478
7	BIBLIOGRAFÍA	479

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actores relevantes de los diferentes sectores de la cuenca.....	22
Tabla 2.	Material corporativo a confeccionar durante el estudio.	30
Tabla 3.	Cuencas y subcuencas con numeración DGA.	41
Tabla 4.	Instancias de participación.....	44
Tabla 5.	Números de proyectos de la Ley de fomento (1985-2015) en el territorio.	51
Tabla 6.	Número de proyectos seleccionados de la Ley de fomento (1985-2015) según tipo de obra en el territorio.....	51
Tabla 7.	Programa de los talleres.....	54
Tabla 8.	Calendario de los talleres	57
Tabla 9.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Cobquecura.	61
Tabla 10.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Tomé.	61
Tabla 11.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata Medio.....	62
Tabla 12.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Ñuble Bajo.....	63
Tabla 13.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata bajo.....	64
Tabla 14.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Ñuble Alto.....	65
Tabla 15.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata Alto.	66
Tabla 16.	Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Instituciones públicas.	67

Tabla 17. Frecuencias absolutas de categorías por subcuenca.....	69
Tabla 18. Total frecuencia absoluta y relativa por categoría en la cuenca del Itata.....	70
Tabla 19. Proyección de población a junio de 2013 y porcentaje de personas en situación de pobreza. 76	
Tabla 20. Balance general de acuíferos. Caudales medios mensuales disponibles (m^3s^{-1}).....	95
Tabla 21. Análisis crítico sobre disponibilidad de agua por subcuenca.....	103
Tabla 22. Análisis crítico del efecto de uso multisectorial sobre riego.....	108
Tabla 23. Parámetros de calidad seleccionados para pozos de observación.....	120
Tabla 24. Parámetros de calidad seleccionados para estaciones de observación de calidad de agua superficial.....	121
Tabla 25. Estaciones vigentes.....	121
Tabla 26. Establecimientos emisores según DS 90 inscritos en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.....	125
Tabla 27. Distribución temporal de datos medios mensuales, precipitación y caudal.....	133
Tabla 28. Distribución espacial de datos medios mensuales.....	133
Tabla 29. Clasificación de subcuencas.....	134
Tabla 30. Estadígrafos del período anual entre 1940 y 2010 de las estaciones fluviométricas distribuidas en la cuenca del río Itata.....	135
Tabla 31. Estadígrafos del período anual entre 1941 y 2010 de las estaciones pluviométricas distribuidas en la cuenca del río Itata.....	136
Tabla 32. Tendencia de precipitación para períodos estacionales con grado de significancia (Sg) estadística (S=significativa, NS= no significativa) y pendiente de Sen (Q).....	140
Tabla 33. Tendencias de precipitación para períodos anuales con grado de significancia (Sg) estadística (S= significativa, NS= no significativa) y la pendiente de Sen (Q).....	143
Tabla 34. Tendencias de caudal para períodos estacionales con grado de significancia (Sg) estadística (S= significativo, NS= no significativo) y la pendiente de Sen (Q).....	147
Tabla 35. Cuadro resumen para tendencia de caudal de los periodos de estiaje, verano, otoño, primavera desde el año 1940 al 2010 y tendencias para periodos decadales (1940-1970; 1950-1980; 1970-2000; 1980-2010) para las estaciones fluviométricas de la cuenca del río Itata.....	151
Tabla 36. Cuadro resumen para la tendencia de precipitación de los periodos de estiaje, verano, otoño, primavera desde el año 1941 al 2010 y tendencias para periodos decadales (1941-1970; 1951-1980; 1971-2000; 1981-2010) para las estaciones pluviométricas de la cuenca del río Itata.....	152
Tabla 37. Balance Global del Sistema probabilidad excedencia 85% (Q en m^3s^{-1}).....	153
Tabla 38. Caudal ecológico por tipo de derecho para derechos vigentes en la cuenca del Itata a enero de 2016.....	155
Tabla 39. Medidas de adaptación al cambio climático para el territorio.....	158
Tabla 40. Período de retorno de sequía (años), para las comunas del territorio.....	163
Tabla 41. Análisis crítico frente a casos extremos.....	165
Tabla 42. Número de canales existentes por subcuenca.....	168
Tabla 43. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Diguillín y canales reconocidos al año 2000.....	171
Tabla 44. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Chillán y canales reconocidos al año 2000.....	173
Tabla 45. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Ñuble y canales reconocidos al año 2000.....	175
Tabla 46. Organizaciones de Usuarios de Agua, que extraen recursos de la subcuenca del Itata.....	176
Tabla 47. Organizaciones de Usuarios de Agua, que extraen recursos de la subcuenca del río Cato.....	176
Tabla 48. Grupo 1 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.....	178
Tabla 49. Grupo 2 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.....	178
Tabla 50. Grupo 3 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.....	178
Tabla 51. Resumen catastro y diagnóstico grupo 1.....	182
Tabla 52. Resumen catastro y diagnóstico grupo 1.....	183
Tabla 53. Resumen catastro y diagnóstico grupo 2.....	184
Tabla 54. Resumen catastro y diagnóstico grupo 2.....	186
Tabla 55. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.....	187
Tabla 56. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.....	189

Tabla 57. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.....	190
Tabla 58. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.....	192
Tabla 59. Canales Sistema de Riego Canal Quillón.....	204
Tabla 60. Filtraciones y desbordes en estudio de referencia.....	212
Tabla 61. Estimación de pérdidas en Canales, Caudal (Q), ancho, altura (h), Velocidad (V), Infiltración (I).....	214
Tabla 62. Pérdidas de conducción de canales en el río Ñuble.....	216
Tabla 63. Resumen de las bocatomas catastrada en la cuenca del Itata.....	221
Tabla 64. Estado general de bocatomas de la subcuenca del río Diguillín.....	227
Tabla 65. Bocatomas catastradas 2004.....	231
Tabla 66. Grandes embalses en cuenca del Itata.....	241
Tabla 67. Tamaño predial para la zona del proyecto Káiser.....	254
Tabla 68. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Káiser.....	254
Tabla 69. Tamaños prediales para la zona del proyecto Quilmo.....	255
Tabla 70. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Quilmo.....	255
Tabla 71. Tamaños prediales para la zona del proyecto Changaral.....	257
Tabla 72. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Changaral.....	257
Tabla 73. Tamaños prediales para la zona del proyecto El Taimo.....	258
Tabla 74. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto El Taimo.....	258
Tabla 75. Tamaños prediales para la zona del proyecto Ránquil.....	259
Tabla 76. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Ránquil.....	260
Tabla 77. Potenciales Beneficiarios del proyecto Ránquil.....	260
Tabla 78. Rangos de profundidades del nivel estático.....	278
Tabla 79. Balance Global del Sistema probabilidad excedencia 85 % (Q en m ³ s ⁻¹).....	279
Tabla 80. Recarga Neta al Acuífero Probabilidad 85 % de excedencia (Q en m ³ s ⁻¹).....	279
Tabla 81. Recarga Neta al Acuífero Probabilidad 50 % de excedencia (Q en m ³ s ⁻¹).....	280
Tabla 82. Caracterización de rangos de tamaños de explotación agrícola forestal y nivel educacional de los propietarios de 24 comunas del territorio*.....	289
Tabla 83. Caracterización de rangos de edad del productor agrícola forestal y nivel educacional de 24 comunas del territorio *.....	289
Tabla 84. Rango de tamaño de la explotación agrícola forestal y número de propietarios para tres zonas geográficas de 24 comunas del territorio*.....	290
Tabla 85. Rango de edad del productor agrícola forestal y número de propietarios para tres sectores geográficos de 24 comunas del territorio*.....	291
Tabla 86. Superficie agrícolas forestal, superficie de riego, agrícolas forestales por propietario y hectáreas de riego por propietario para tres sectores geográficos de 24 comunas del territorio.....	291
Tabla 87. Principales cultivos del territorio, superficie y porcentaje del total de la superficie agrícola.....	292
Tabla 88. Subcuencas del territorio, superficie agrícola y de riego principales cultivos ordenados por superficie*.....	293
Tabla 89. Masa ganadera en el territorio*.....	294
Tabla 90. Superficie de frutales mayores y menores para tres sectores geográficos del territorio.....	294
Tabla 91. Principales cultivos regados en el territorio, superficie y porcentaje total de la superficie agrícola regada.....	296
Tabla 92. Subcuencas del territorio, superficie agrícola y de riego, % de superficie agrícola bajo riego, y principales cultivos regados ordenados por superficie*.....	297
Tabla 93. Superficie (ha) por métodos de riego en el territorio*.....	302
Tabla 94. Superficies de riego según diferentes fuentes de información y metodologías de cálculo por subcuenca del Itata.....	318
Tabla 95. Estimación de los volúmenes de agua mensuales demandados en riego a nivel de subcuenca.....	319
Tabla 96. Caudales mensuales (Q) demandados por los cultivos de las subcuencas Ñuble Alto y Ñuble Bajo y caudales mensuales disponibles en los ríos Ñuble, Chillán y Changaral y aportes estimados por el sistema río Cato y embalse Coihueco.....	320

Tabla 97. Número de pozos con derechos de aprovechamiento otorgados con fines de riego, caudal total asignado de los pozos ($\sum QT$), rango de caudales, caudal mediana de los pozos (Q_{med}), caudal promedio de los pozos (Q_{prom}), numero de pozos con $Q > 3$ y 10 ls^{-1} ($\# Q > 3$ y $\# Q > 10$) y superficie proyectada de riego (SPR)a nivel de subcuenca*.....	321
Tabla 98. Categorías o clases de drenaje.....	329
Tabla 99. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Etapa I.....	333
Tabla 100. Superficies por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Etapa II.....	333
Tabla 101. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Complementario.....	333
Tabla 102. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Área del proyecto Laja-Diguillín.....	333
Tabla 103. Superficie total por clase de drenaje en la cuenca del Itata.....	334
Tabla 104. Caudales de los DAA del territorio.....	347
Tabla 105. Matriz de niveles de servicio del plan regional de infraestructura y gestión del recursos hídrico al 2021.....	383
Tabla 106. Calendario de los talleres.....	391
Tabla 107. Matriz de priorización por subcuenca y resultados del territorio.....	407
Tabla 108. Resultados de votación en asamblea ampliada de validación de la imagen objetivo del territorio.....	411
Tabla 109. Resultados del análisis de priorización de los ámbitos de la imagen objetivo de la cuenca del Itata, bajo la perspectiva de experto.....	415
Tabla 110. Matriz situación actual, tendencial sin plan y situación con plan.....	419
Tabla 111. Estimación de las brechas se relaciona con la situación base o diagnóstico y la imagen objetivo del territorio.....	424
Tabla 112. Tipos de proyectos en el ámbito de Infraestructura de riego y obras civiles extraprediales.....	430
Tabla 113. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Ñuble Alto (San Fabián).....	436
Tabla 114. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Ñuble Bajo (San Carlos, Coihueco, San Nicolás, Chillán y Chillán Viejo).....	436
Tabla 115. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Alto (Pemuco, Tucapel, Cabrero y Yungay).....	437
Tabla 116. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Medio (Pinto, El Carmen, San Ignacio, Bulnes, Quillón y Florida).....	438
Tabla 117. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Bajo (Ninhue, Quirihue, Portezuelo, Ránquil, Coelemu y Treguaco).....	439
Tabla 118. Resultados de los tipos de proyectos cuenca costera Cobquecura.....	439
Tabla 119. Resultados de los tipos de proyectos cuenca costera Tomé.....	440
Tabla 120. Ideas, perfiles de estudios y programas.....	441
Tabla 121. Matriz de priorización de programas.....	448
Tabla 122. Matriz de priorización de estudios.....	455
Tabla 123. Cronograma tentativo del orden de ejecución de las iniciativas.....	466
Tabla 124. Ficha de priorización de programas y estudios del plan de riego.....	468
Tabla 125. Calendarios de las actividades de validación.....	469
Tabla 126. Estadísticos cuenca costera Tomé.....	470
Tabla 127. Estadísticos subcuenca Itata Bajo.....	471
Tabla 128. Estadísticos subcuenca Itata Medio.....	471
Tabla 129. Estadísticos subcuenca Itata Alto.....	471
Tabla 130. Estadísticos Subcuenca Ñuble Bajo.....	472
Tabla 131. Estadísticos subcuenca Ñuble Alto.....	472
Tabla 132. Estadísticos subcuenca Costera Cobquecura.....	473
Tabla 133. Estadísticos priorización de estudios en el territorio.....	473
Tabla 134. Estadísticos cuenca costera Tomé.....	474
Tabla 135. Estadísticos subcuenca Itata Bajo.....	474
Tabla 136. Estadísticos subcuenca Itata Medio.....	474
Tabla 137. Estadísticos subcuenca Itata Alto.....	475
Tabla 138. Estadísticos subcuenca Ñuble Bajo.....	475
Tabla 139. Estadísticos subcuenca Ñuble Alto.....	475

Tabla 140. Estadísticos subcuenca Cobquecura.....	476
Tabla 141. Estadísticos priorización de programas del territorio.....	476

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Afluentes más importantes de la cuenca del Itata.....	17
Figura 2. Mapa de actores relevantes, en torno a la gestión del riego, en la cuenca del Itata.....	28
Figura 3. Mapa localización geográfica del estudio.....	33
Figura 4. Límite regional, provincial y comunal del territorio en estudio.....	35
Figura 5. Cuencas y subcuencas del Estudio.....	39
Figura 6. Diagrama de problemáticas en el territorio.....	50
Figura 7. Número de proyectos seleccionados de la Ley de fomento (1985-2015) por tipo de beneficiario.....	52
Figura 8. Proyectos de la Ley de fomento seleccionados (1985-2015) por comunas.....	52
Figura 9. División del territorio.....	55
Figura 10. Invitación a talleres de participación ciudadana.....	58
Figura 11. Frecuencia acumulada cuencas costeras.....	62
Figura 12. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Medio.....	63
Figura 13. Frecuencia acumulada subcuenca Ñuble Bajo.....	64
Figura 14. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Bajo.....	65
Figura 15. Frecuencia acumulada subcuenca Ñuble Alto.....	66
Figura 16. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Alto.....	67
Figura 17. Frecuencia acumulada PAC y entrevistas a instituciones públicas.....	68
Figura 18. Frecuencia total de categorías por subcuenca.....	69
Figura 19. Frecuencia relativa de categorías en la cuenca del Itata.....	70
Figura 20. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Ñuble Alto.....	72
Figura 21. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Ñuble Bajo.....	72
Figura 22. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Itata Bajo.....	72
Figura 23. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Itata Alto.....	73
Figura 24. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca costera de Cobquecura.....	73
Figura 25. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca costera de Tomé.....	73
Figura 26. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Ñuble.....	75
Figura 27. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Diguillín.....	75
Figura 28. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Chillán.....	75
Figura 29. Evolución de la zona central de Chile. Tectónica de subducción crea la Cordillera de los Andes.....	81
Figura 30. Varios sistemas de fallas crean una depresión central.....	81
Figura 31. Relleno posterior.....	82
Figura 32. Modelo digital de elevación de terreno de la cuenca del Itata, donde se muestra el efecto de barrera geológica que produce la Cordillera de la Costa.....	82
Figura 33. Las flechas blancas ilustran la tendencia del flujo de aguas subterráneas en el Valle Central de Chile.....	82
Figura 34. Curva de variación estacional del río Ñuble en San Fabián para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.....	83
Figura 35. Curva de variación estacional del río Chillán en Esperanza para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.....	85
Figura 36. Esquema conceptual de las interacciones hidrológicas existentes en la zona de Cato.....	85
Figura 37. Curva de variación estacional del río Changaral camino a Portezuelo para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2010.....	86
Figura 38. Curva de variación estacional del río Itata en Cholguán para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.....	87

Figura 39. Curva de variación estacional del río Diguillín en San Lorenzo para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.....	88
Figura 40. Características de flujo superficial y precipitación en la cuenca del río Lonquén. Análisis considerando datos desde abril 1986 a marzo 2014.....	91
Figura 41. Características de flujo superficial en la cuenca del río Pingueral para los tres años donde existen registros.....	92
Figura 42. Propuesta de definición de sectores acuíferos de la cuenca del Itata según Aquaterra.....	94
Figura 43. Profundidades nivel freático, según Aquaterra (2011).....	94
Figura 44. Pozos identificados en los estudios de Aquaterra (DGA, 2011), para la cuenca del Itata.....	95
Figura 45. Ubicación sectores acuíferos de la cuenca del Itata.....	99
Figura 46. Ubicación de captaciones con fines de Agua Potable Rural (APR) y derechos de aprovechamiento de agua no consuntivos con fines Hidroeléctricos.....	109
Figura 47. Mapa con la ubicación de las estaciones fluviométricas del territorio.....	113
Figura 48. Mapa con la ubicación de las estaciones pluviométricas.....	117
Figura 49. Ubicación estaciones de monitoria calidad de agua.....	123
Figura 50. Estaciones pluviométricas y fluviométricas de la cuenca del río Itata. El número de registro corresponde al indicado en la Tabla 30 y Tabla 31.....	128
Figura 51. Ubicación estaciones fluviométricas por subcuenca.....	129
Figura 52. Ubicación estaciones pluviométricas por subcuenca.....	131
Figura 53. Tendencia de precipitación media distribuidas por altitud y geomorfología para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (d), primavera (e) y su respectivas leyendas (f).....	141
Figura 54. Tendencia de precipitación media distribuidas por subcuencas para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), primavera (e) y su respectiva leyenda (f).....	142
Figura 55. Tendencias de precipitación anual distribuidas por altitud y geomorfología para períodos: 1941-1970 (a), 1951-1980 (b), 1961-1990 (c), 1971-2000 (d), 1981-2010 (e) y su respectiva leyenda (f).....	144
Figura 56. Tendencias de precipitación anual distribuidas por subcuencas para períodos: 1941-1970 (a), 1951-1980 (b), 1961-1990 (c), 1971-2000 (d), 1981-2010 (e) y su respectiva leyenda (f).....	145
Figura 57. Tendencia de caudal medio estacional distribuido por régimen hídrico para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), invierno (d), primavera (e) y su respectiva leyenda (f).....	148
Figura 58. Tendencias de caudal medio estacional distribuidas por subcuenca para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), invierno (d), primavera (e) y respectiva leyenda (f).....	149
Figura 59. Precipitación anual mínima esperada (mm) para un período de retorno de 5 años.....	161
Figura 60. Ubicación geográfica de canales.....	169
Figura 61. Vista de diagrama unifilar.....	177
Figura 62. Área de Riego Canal Quillón (AC Ingenieros consultores Ltda., 2004).....	203
Figura 63. Porcentaje de bocatomas de carácter permanente o temporal para la cuenca del Itata.....	221
Figura 64. Porcentaje de captaciones gravitacional o mecánica para la cuenca del Itata.....	221
Figura 65. Ubicación geográfica de bocatomas.....	223
Figura 66. Ubicación de bocatoma por subcuenca.....	225
Figura 67. Distribución porcentual de estado de bocatomas presentes en el río Chillán.....	232
Figura 68. Distribución porcentual de bocatomas según posición en el río.....	232
Figura 69. Localización y área de inundación del embalse Punilla.....	241
Figura 70. Ubicación de embalse Punilla y área de beneficio agrícola.....	243
Figura 71. Esquema general de ubicación de las obras.....	245
Figura 72. Ubicación de las obras de riego menores existentes en la cuenca del Itata.....	251
Figura 73. Posible ubicación del embalse Zapallar, río Diguillín.....	261
Figura 74. Área de inundación embalse Zapallar (328 ha).....	261
Figura 75. Ubicación de embalses en etapa de estudio y/o proyecto.....	263
Figura 76. Zonas geográficas del territorio.....	287
Figura 77. Principales cultivos del territorio: totales y regados.....	298
Figura 78. Principales cultivos subcuenca Itata Bajo: totales y regados.....	298
Figura 79. Principales cultivos subcuenca Itata Medio: totales y regados.....	299
Figura 80. Principales cultivos subcuenca Itata Alto: totales y regados.....	299

Figura 81. Principales cultivos subcuenca Ñuble Bajo: totales y regados.....	300
Figura 82. Principales cultivos subcuenca Ñuble Alto: totales y regados.	300
Figura 83. Principales cultivos cuenca costera Cobquecura: totales y regados.	301
Figura 84. Principales cultivos cuenca costera Tomé: totales y regados.	301
Figura 85. Superficie total regada por subcuenca.	302
Figura 86. Superficie total regada por métodos de riego para el territorio.	303
Figura 87. Superficie regada por métodos de riego para cuenca costera Tomé.	303
Figura 88. Superficie regada por métodos de riego para cuenca costera Cobquecura.....	304
Figura 89. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Bajo.....	304
Figura 90. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Medio.	305
Figura 91. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Alto.....	305
Figura 92. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Ñuble Bajo.	306
Figura 93. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Ñuble Alto.	306
Figura 94. Superficie bajo riego (ha).	309
Figura 95. Superficie bajo riego por tendido (ha).	311
Figura 96. Superficie bajo riego por surco (ha).	313
Figura 97. Superficie bajo riego por goteo (ha).	315
Figura 98. Sectores con problemas de drenaje.	331
Figura 99. Suelos por categorías de drenaje. Elaborado con información extraída de GCF Ingenieros consultores Ltda., 2008.	335
Figura 100. Sectores con problemas de drenaje.	339
Figura 101. Ejes de trabajo y medidas de acción propuestas en el plan nacional de recursos hídricos.	379
Figura 102. Áreas propuestas en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.	381
Figura 103. Priorización de categorías en el territorio.	409
Figura 104. Observaciones de la validación de la imagen objetivo.	412
Figura 105. Gráfico de priorización por ámbitos y dimensiones.	416
Figura 106. Situación de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los proyectos.	429
Figura 107. Esquema simplificado de la estructura y composición del programa de seguimiento del plan de riego de la cuenca del Itata.....	465

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Acceso a oficina.	20
Fotografía 2. Sala de reuniones.....	20
Fotografía 3. Valle típico de la zona.	89
Fotografía 4. Lecho seco de un estero.	101
Fotografía 5. Afloramiento de agua llamado púquio.....	101
Fotografía 6. Quebrada en la cual se aprecia una zona de vegetación alimentada por una vertiente.	102
Fotografía 7. Evidencia de una fractura o "veta de agua" en la ladera de un cerro.....	102
Fotografía 8. Bocatoma sistema Laja-Diguillín.....	194
Fotografía 9. Sistema de compuertas bocatoma Laja-Diguillín.	195
Fotografía 10. Tramo del canal revestido del sistema Laja-Diguillín.	195
Fotografía 11. Obra de entrega a canal que recibe aportes del sistema Laja-Diguillín.....	196
Fotografía 12. Tramo de canal Ranquililahue, río Chillán.	197
Fotografía 13. Canal Vargas, río Chillán.....	197
Fotografía 14. Tramo revesito del canal Arrau, río Ñuble.	198
Fotografía 15. Canal Arrau, río Ñuble.....	199
Fotografía 16. Descarga canal Municipal, río Ñuble.	199
Fotografía 17. Tramo revestido canal Rinconada Cato, río Ñuble.	200
Fotografía 18. Canoa en canal Rinconada Cato, río Ñuble.	200
Fotografía 19. Tramo en construcción del canal San Agustín y Changaral, río Ñuble.....	201
Fotografía 20. Canoa en canal San Agustín Changaral, río Ñuble.....	201
Fotografía 21. Tramo revestido de canal Quillón.	206
Fotografía 22. Entubamiento de canal por derrumbe de camino.	206
Fotografía 23. Entrada a sifón presente en el canal Quillón.	207
Fotografía 24. Vista aguas abajo canal de la luz.	208

Fotografía 25. Canal de la luz.....	208
Fotografía 26. Canal de la luz.....	209
Fotografía 27. Compuerta canal Nazas.....	209
Fotografía 28. Tramo canal Nazas	210
Fotografía 29. Canal Naza.....	210
Fotografía 30. Bocatoma de canal que recibe aportes de agua del sistema de canales Laja Diguillín.....	230
Fotografía 31. Bocatoma en canal Laja Diguillín.....	230
Fotografía 32. Aguas arriba de una bocatoma del río Chillán.	233
Fotografía 33. Aguas abajo bocatoma de concreto de desuso, río Chillán.	233
Fotografía 34. Protección con gaviones que existía con el objeto de mitigar el ingreso de caudales en épocas de invierno.....	234
Fotografía 35. Compuertas de regulación.....	234
Fotografía 36. Aguas debajo de gaviones de protección, situación actual de completa destrucción.....	235
Fotografía 37. Bocatoma canal municipal.....	235
Fotografía 38. Antiguas compuertas bocatoma canal Municipal.	236
Fotografía 39. Obras de desvío del río para bocatoma canal San Luis.....	236
Fotografía 40. Patas de cabra en canal Santa Sara.	237
Fotografía 41. Bocatoma canal Quillón.	238
Fotografía 42. Bocatoma canal Quillón.	238
Fotografía 43. Obras en la bocatoma del canal Quillón.	239
Fotografía 44. Obra de intervención del río para bocatoma.....	240
Fotografía 45. Compuerta de bocatoma.	240
Fotografía 46. Lugar de ubicación de la futura presa del embalse Punilla (a la izquierda). Futuro lago de inundación (a la derecha).....	241
Fotografía 47. Obra de entrega del embalse Coihueco.	247
Fotografía 48. Embalse Coihueco, marzo 2016.....	247
Fotografía 49. Obra de control de crecidas del embalse Coihueco.....	248
Fotografía 50. Canal de salida embalse Coihueco.....	248
Fotografía 51. Marco partidador canal matriz la Ermita.	265
Fotografía 52. Marco partidador en el canal la Ermita.....	266
Fotografía 53. Marco partidador canal la Máquina.....	266
Fotografía 54. Entrega lateral, canal Zañartu oriente.	267
Fotografía 55. Sistema de compuertas canal Ranquililahue.	268
Fotografía 56. Entrega canal Vargas.	268
Fotografía 57. Partidor canal rinconada de Cato.....	269
Fotografía 58. Obra de entrega canal rinconada Cato.....	269
Fotografía 59. Marco partidador canal capilla Navarro.....	270
Fotografía 60. Compuerta de entrega en canal Quillón.....	270
Fotografía 61. Derivado canal Matriz Quillón.....	271
Fotografía 62. Sistema de compuertas en canal Quillón.	271
Fotografía 63. Sistema de telemetría en sistema Laja Diguillín.....	272
Fotografía 64. Canoa canal Zañartu oriente.	273
Fotografía 65. Canoa aforadora canal Zañartu poniente.	273
Fotografía 66. Canoa aforadora canal El Carmen.....	274
Fotografía 67. Telemetría canal Arrau.....	274
Fotografía 68. Estabilizador estación de telemetría.....	275
Fotografía 69. Canoa aforadora canal ranchillo.....	275
Fotografía 70. Telemetría canal San Agustín y Changaral.....	276
Fotografía 71. Telemetría canal Juan Francisco Rivas.....	276
Fotografía 72. Canoa de aforo presente en uno de los canales de la cuenca del Itata.....	277
Fotografía 73. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.....	281
Fotografía 74. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.....	282
Fotografía 75. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.....	282
Fotografía 76. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Ñuble Alto (San Fabián, 6 de abril de 2016).....	393

Fotografía 77. Priorización de categorías según línea base subcuenca Ñuble Alto (San Fabián, 6 de abril de 2016).	394
Fotografía 78. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Ñuble Bajo (Chillán, 7 de abril de 2016).	395
Fotografía 79. Priorización de categorías según línea base subcuenca Ñuble Bajo (Chillán, 7 de abril de 2016).	396
Fotografía 80. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Alto (Pemuco, 8 de abril de 2016).	397
Fotografía 81. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Medio (San Ignacio, 12 de abril de 2016).	398
Fotografía 82. Priorización de categorías según línea base subcuenca Itata Medio (San Ignacio, 12 de abril de 2016).	399
Fotografía 83. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Bajo (Portezuelo, 13 de abril de 2016).	400
Fotografía 84. Priorización de categorías según línea base subcuenca Itata Bajo (Portezuelo, 13 de abril de 2016).	401
Fotografía 85. Taller definición de imagen objetivo cuenca costera Cobquecura (Cobquecura, 29 de abril de 2016).	402
Fotografía 86. Priorización de categorías según línea base cuenca costera Cobquecura (Cobquecura, 29 de abril de 2016).	403
Fotografía 87. Taller definición de imagen objetivo cuenca costera Tomé (Tomé, 15 de abril de 2016).	404
Fotografía 88. Priorización de categorías según línea base cuenca costera Tomé (Tomé, 15 de abril de 2016).	405
Fotografía 89. Asamblea ampliada de validación imagen objetivo del territorio.	409
Fotografía 90. Formato de voto asamblea ampliada.	410

1 GLOSARIO

AC: Asociación de Canalistas.

APR: Agua Potable Rural.

CA: Comunidad de Aguas.

CBR: Conservador de Bienes Raíces.

CNR: Comisión Nacional de Riego.

CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.

CRR: Comisión Regional de Riego.

DAA: Derechos de Aprovechamiento de Agua.

DGA: Dirección General de Aguas.

DOH: Dirección de Obras Hidráulicas.

ERNC: Energía Renovables no Convencionales.

GORE: Gobierno Regional.

Ha: Hectáreas.

IDIs: Iniciativas de Inversión

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario.

INFOR: Instituto Forestal.

INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

JV: Junta de Vigilancia.

ls⁻¹: Litros por segundo.

m.s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar.

m³s⁻¹: Metros cúbicos por segundo.

MDS: Ministerio de Desarrollo Social.

mg/L: Miligramo por litro.

n.c.: No considerado.

OUA: Organización de Usuarios del Agua.

PAC: Participación ciudadana.

PGR: Plan de Gestión del Riego.

PRODESAL: Programa de Desarrollo Local.

s.i.: Sin información.

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero.

SEREMI: Secretaria Ministerial Regional.

SIG: Sistema de Información Geográfico.

UdeC: Universidad de Concepción.

2 RESUMEN

El Estudio Básico “DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA”, licitación pública ID 870-21-LP15, se dio inicio el 20 de agosto de 2015, según resolución N° 3268. La ejecución estuvo a cargo del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, con una duración de doce meses.

La cuenca en estudio se encuentra ubicada principalmente en la provincia de Ñuble, región del Biobío. Limita al norte con la hoya del río Maule; al oriente con la cuenca del río Neuquén (Argentina); por el sur deslinda con la cuenca del río Biobío y en la costa, con cuencas costeras que en forma independiente se vacían al Pacífico. La superficie de la cuenca comprende un área de 11.294 km² e incluye tres subcuencas (de los ríos Itata, Ñuble y Diguillín).

Este estudio tuvo un importante componente participativo, ya que la Comisión Nacional de Riego (CNR) espera construir en conjunto con la comunidad y los actores relevantes, una nueva forma de generar políticas en beneficio de los distintos territorios. Involucrando desde el inicio a los futuros beneficiarios y a todos quienes son parte de la cuenca.

Se consideró importante establecer las siguientes definiciones conceptuales para aquellos elementos que definieron los lineamientos del estudio:

Se entendió como imagen objetivo, aquel escenario social, económico y medioambiental común, generado por los actores relevantes de la cuenca del río Itata, en el que se aborden efectivamente los desafíos pendientes respecto de la gestión del recurso hídrico, alcanzando soluciones eficientes, eficaces que sean sostenibles y sustentables en el tiempo. Es también un escenario futuro hacia el cual se construye un camino claro que permita avanzar de igual modo a todos quienes forman parte de la cuenca.

Por su parte la línea base, se refirió a la situación actual. Es decir a todas aquellas condiciones que determinan la actual disponibilidad de agua en la cuenca y sus efectos en el ámbito social, económico y medioambiental. Forma parte de esta línea base, todo el aparato público dirigido al incentivo, reglamentación y gestión en el uso del agua, así como el nivel de organización alcanzado por los propios usuarios, oportunidad y eficiencia, ya sean éstos usuarios asociados, individuales o industriales. Finalmente, la línea base incluye además, aquellos conflictos entre los actores y su vinculación con el recurso ya sea en la oportunidad o en la cantidad del aprovechamiento. Esta línea base posiciona a la cuenca ante la imagen objetivo y define por tanto, la hoja de ruta que permitió recorrer la distancia que las separa.

Esta distancia entre línea base e imagen objetivo, es una brecha relativa cuya estimación resulta de qué tan lejos se encuentre cada uno de los factores que determinan el avance hacia una gestión eficiente del recurso hídrico en la cuenca. De la correcta estimación de estas brechas parciales, depende la eficacia de la propuesta general, toda vez que es común que de no avanzar en todos los frentes hacia la imagen objetivo, aquel factor limitante determinará finalmente el camino recorrido. Del mismo modo, como producto

de este estudio, se obtuvo priorizaciones en dichas brechas, definiendo la temporalidad en la que éstas deben ser abordadas según la perspectiva de quienes forman parte de los actores relevantes.

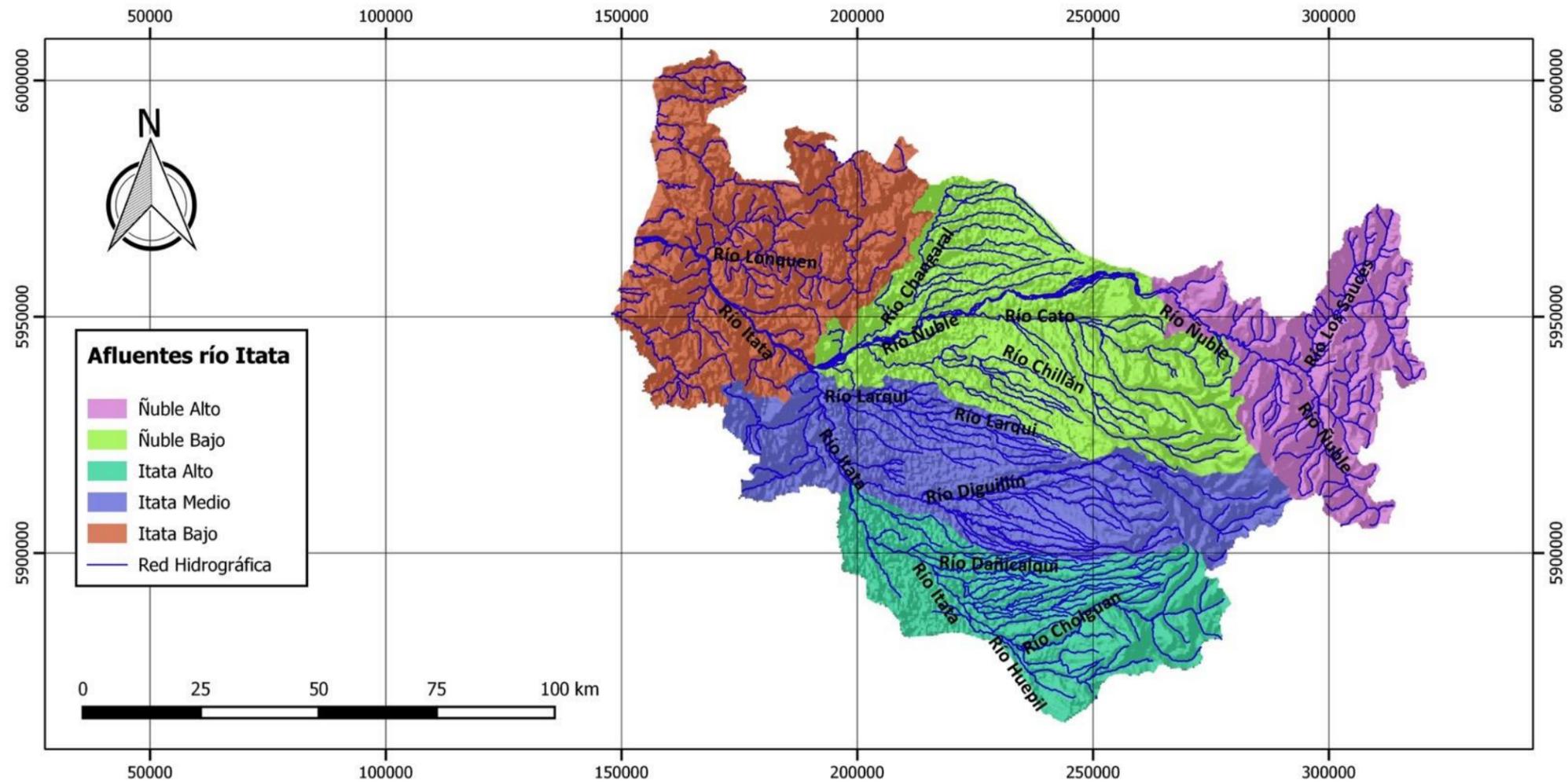
La formulación del plan de gestión de riego, se llevó a cabo sobre la base de la participación de la ciudadanía de este territorio. En este sentido se llegó a establecer una demanda importante en lo que respecta a las iniciativas de inversión en riego que se tradujeron en poco más de 600 ideas avanzadas de proyectos que podrán materializarse en los próximos años. Además, se establecieron 5 estudios básicos y 6 programas.

3 INTRODUCCIÓN

El estudio se enmarcó dentro de los objetivos de Comisión Nacional de Riego, la cual requiere de una planificación a mediano plazo de sus iniciativas de inversión (estudios básicos, proyectos y programas), la que se diseñó con la participación y validación de los usuarios y agentes públicos y/o privados, como también la comunidad local, con interés en el desarrollo de las cuencas hídricas de cada región, en especial la cuenca del río Itata, la cual es objeto de interés del presente estudio.

En la cuenca del Itata el río principal se origina cerca de la estación Cholguán del Ferrocarril Longitudinal Sur, a pocos kilómetros al norte de la ribera norte del río Laja. En este punto se juntan los ríos Cholguán, proveniente del oriente y Huépil del sur. En un recorrido de 85 km con rumbo al NNW hasta su junta con el Ñuble, va captando sus principales tributarios que constituyen una red de drenaje paralela de dirección al poniente y cuyas cabeceras se encuentran en la zona de La Montaña. De ella forman parte los ríos Dañicalqui, Diguillín y Larqui. Poco más arriba de su confluencia con el río Dañicalqui, el Itata presenta un salto de 20 a 25 m de altura. A partir de él, el río transcurre en la depresión intermedia entre riberas bajas y cultivables.

La zona centro sur, es una zona de transición en cuanto a disponibilidad del recurso hídrico, existiendo cuencas con avanzada explotación de aguas subterráneas y superficiales, y otras con explotaciones subterráneas incipientes. La cuenca del río Itata, si bien es aprovechada principalmente de manera superficial, sus acuíferos están siendo cada vez más explotados, lo cual responde a demandas para el desarrollo de diferentes actividades productivas en el territorio, como riego y agua potable.



 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA		Título AFLUENTES MAS IMPORTANTES DEL RIO ITATA			
	 Universidad de Concepción	Escala: 1:1.200.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en Terreno	Fecha: Octubre 2015	
			Dibujo: JMC	Revisó: GGM		

Figura 1. Afluentes más importantes de la cuenca del Itata.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el diagnóstico del estado actual o levantamiento de una línea base, es el primer paso para las demandas planteadas por las distintas actividades asociadas al recurso hídrico presente en la cuenca del río Itata (servicios ecosistémicos). El diagnóstico consideró información secundaria actualizada y analizada, pero principalmente información primaria mediante metodologías cualitativas y cuantitativas, donde la participación fue transversal. Lo anterior permitió determinar por un lado, cuál es el potencial de recursos con el que se cuenta y que eventualmente pueda estar subutilizado y, por otro lado, cuáles las necesidades que se requiere satisfacer de las personas, de las comunidades, de las colectividades, de los municipios, y de la sociedad en su conjunto.

Una participación efectiva de los usuarios, una metodología adecuada para la elaboración de las estrategias de desarrollo local en el ámbito de los recursos hídricos, como la validación de los resultados por parte de todos los actores locales involucrados, fueron la base para la construcción del plan de gestión del riego (PGR) de la cuenca del Itata. Lo anterior fue muy relevante considerando el cambio climático actual, ya que las proyecciones para Chile indican una baja en las precipitaciones en las principales áreas de riego, así como un aumento en la temperatura, ambos factores muy importantes en el desempeño agrícola del país. Estas razones parecen suficientes para comenzar el planteamiento de una política pública en torno a la adaptación de los impactos del cambio climático hoy, de manera especial en el sector agrícola.

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo general

Contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos para riego en las cuencas, mediante la implementación de un plan de gestión de las aguas de riego y drenaje, diseñado y validado con la participación de los usuarios y agentes regionales locales.

4.2 Objetivos específicos

Elaborar un diagnóstico de las cuencas hídricas abordadas en el estudio, respecto a la gestión del agua para riego y drenaje, la disponibilidad de infraestructura, aspectos ambientales, institucionales, etc..

Definir y desarrollar una imagen objetivo, respecto a la gestión del agua de riego y desarrollo agrícola en las cuencas hídricas consideradas.

Estimar las brechas de la relación línea de base e imagen objetivo o escenarios.

Proponer un conjunto de iniciativas de inversión priorizadas, así como formular mejoras institucionales, de gestión, que favorezcan el desarrollo del riego y de la agricultura de las cuencas.

Validar el plan de gestión del riego (PGR) a nivel de usuarios, como también a nivel de Comisión Nacional de Riego, mesas de agua y/u otras instancias regionales.

Elaborar un sistema de información geográfico (SIG) donde se muestre el catastro de los proyectos y estudios existentes, además de la cartera de iniciativas del plan.

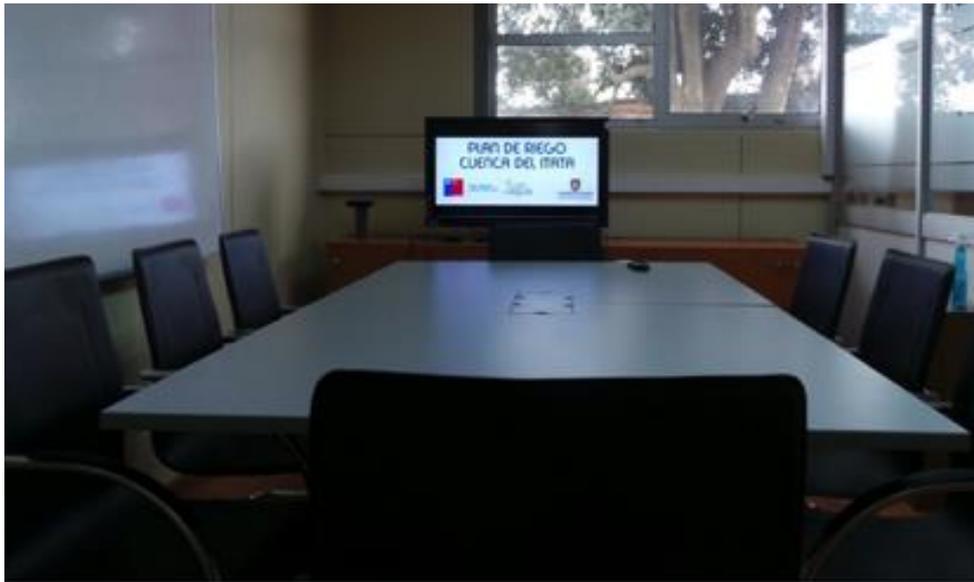
5 DESARROLLO

En el desarrollo de la primera etapa del estudio, se estableció una oficina en el territorio, la que permitió recibir a los agricultores, regantes y otros usuarios e interesados.

En Fotografía 1 y Fotografía 2 se muestra el acceso a la oficina y estación de trabajo.



Fotografía 1. Acceso a oficina.



Fotografía 2. Sala de reuniones.

5.1 Mapa de actores y sus relaciones

5.1.1 Levantamiento del mapa de actores

Durante la primera etapa del estudio se realizó un levantamiento de los actores relevantes presentes en la cuenca del Itata, se consideró aquellos actores sociales que participan

actualmente en la gestión del riego, tales como son los actores del sector público, actores privados, actores políticos y actores de la comunidad.

El primer acercamiento a la comunidad, para generar el mapa de actores, se desarrolló mediante entrevistas focalizadas a estos, las que se realizaron de forma individual, en la localidad donde reside o trabaja el entrevistado. Las que se diferenciaron según la tipología de cada actor (Tabla 1), donde se les informó del estudio en desarrollo y sus alcances, como también de su condición de actor relevante. Durante la entrevista, se les consultó sobre temáticas referentes al riego en la cuenca, las relaciones entre actores presentes en la cuenca, como también si el entrevistado tenía interés de participar del estudio en desarrollo, entre otras. Las que ayudaron a conocer la visión del entrevistado en torno al riego y al estudio.

Tabla 1. Actores relevantes de los diferentes sectores de la cuenca.

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Influencia
1	SEREMI de Agricultura	Sector Público	Preside la Comisión Regional de Riego. Cumple un rol de liderazgo en la puesta en marcha de las políticas del Minagri y servicios a fines a la gestión hídrica en la región. Vela por la componente política en la toma de decisiones vinculadas al riego.	Liderazgo multisectorial	Sus funciones se enmarcan en un contexto que busca el equilibrio entre lo político y técnico.	CNR-SAG-INDAP-INFOR-CONAF
2	SEREMI de Obras Públicas	Sector Público	Deben elaborar, ejecutar y coordinar las políticas, planes y proyectos regionales, estudiar con los organismos y servicios correspondientes los planes de desarrollo sectoriales, preparar el anteproyecto de presupuesto regional y, además, llevar a cabo las tareas propias del ministerio, de acuerdo a las instrucciones del ministro del ramo.	Apoyo implícito	La participación de este actor, se limita a la de los servicios regionales del ministerio	DOH-DGA
3	CNR	Sector Público	La CNR a nivel de la región, está presente tanto como asiento de la macrozona, como en la coordinación en la CRR. Tiene un rol preponderante en la puesta en marcha de las iniciativas cofinanciadas por el estado en riego y actualmente cumple un rol relevante en el desarrollo del riego en la agricultura familiar campesina.	Ejercicio sectorial	Su participación es relevante en el concierto regional en lo que dice relación con sus funciones específicas, sin embargo no se observa coordinación suficiente con otros servicios afines a la gestión del recurso hídrico	AGRICULTORES PEQUEÑOS, MEDIANOS Y GRANDES Y OUA's

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Influencia
4	INDAP	Sector Público	Promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos, con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial, su integración al proceso de desarrollo rural y optimizar al mismo tiempo el uso de los recursos productivos.	Ejercicio sectorial	Su participación es relevante en el concierto regional en lo que dice relación con sus funciones específicas, sin embargo no se observa coordinación suficiente con otros servicios afines a la gestión del recurso hídrico	AGRICULTORES PERFIL INDAP
5	SAG	Sector Público	Encargado de apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales. Así como en la conservación de los recursos naturales	Ejercicio sectorial	Su participación es relevante en el concierto regional en lo que dice relación con sus funciones específicas, sin embargo no se observa coordinación suficiente con otros servicios afines a la gestión del recurso hídrico	AGRICULTORES
6	DOH	Sector Público	Proveer de servicios de infraestructura hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua y la protección del territorio y de las personas, con eficiencia en el uso de los recursos y la participación de la ciudadanía en las distintas etapas de los proyectos.	Ejercicio sectorial	Su participación es relevante en el concierto regional en lo que dice relación con sus funciones específicas, sin embargo no se observa coordinación suficiente con otros servicios afines a la gestión del recurso hídrico	CIUDADANIA EN GENERAL

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Influencia
7	DGA	Sector Público	Planificar el uso del recurso hídrico en las fuentes naturales, con el fin de implementar estrategias para su aprovechamiento. Constituir derechos de aprovechamiento de aguas. Investigar y medir la disponibilidad del recurso hídrico. Mantener y operar el servicio hidrométrico, proporcionar y publicar la información correspondiente. Propender a la coordinación de los programas de investigación que corresponda a las entidades del sector público, así como de las privadas que realicen esos trabajos con financiamiento parcial del Estado. Ejercer la labor de policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización del Servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición o modificación. Supervigilar el funcionamiento de las Organizaciones de Usuarios, de acuerdo con lo dispuesto en el Código de Aguas.	Ejercicio sectorial	Su participación es relevante en el concierto regional en lo que dice relación con sus funciones específicas, sin embargo no se observa coordinación suficiente con otros servicios afines a la gestión del recurso hídrico	USARIOS DEL AGUA
8	MUNICIPIOS	Sector Público	Satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico, social y cultural de la comuna. Poner en evidencia las carencias respecto a la disponibilidad del recurso hídrico y apoyar el suministro de emergencia cuando corresponde. Es la instancia inmediata de la ciudadanía frente a problemas vinculados al déficit hídrico	Liderazgo jurisdiccional	Su presencia es geoadministrativa y se circunscribe estrictamente a la comuna sin que se observen coordinaciones verdaderamente eficaces con otras jurisdicciones similares	EL VECINO

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Influencia
			como a los problemas relacionados con excesos.			
9	APR	Sector Privado	Los servicios de agua potable rural, permiten el abastecimiento del suministro hídrico con fines domiciliarios en sectores no urbanos. Los Servicios de Agua Potable Rural deben cumplir con las normas del D.F.L. N° 382, relativas a la prestación de los servicios sanitarios, en cuanto a garantizar la calidad y la continuidad del servicio de agua potable.	Ejercicio específico	Dada la importancia de la función específica que justifica estas organizaciones, la participación en la gestión del recurso hídrico es clave, sin embargo no se observa una coordinación sistemática con el sector productivo (riego)	USUARIOS DEL AGUA POTABLE RURAL
10	Universidades y centros de investigación regional	Sector Privado	Promover el desarrollo del conocimiento en la gestión y utilización y conservación del recurso hídrico	Ejercicio específico	No se aprecian líneas de investigación y desarrollo permanentes al uso del agua en la cuenca	SOBRE EL CONOCIMIENTO O UTILIZADO EN LA GESTIÓN, UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL AGUA
11	Usuarios PRODESAL	Sector Privado	Producción de alimentos desde una escala familiar a comercial e industrial	Transversal y base en la cuenca	Demandantes mayoritarios del uso consuntivo del recurso	EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS
12	Juntas de Vigilancia	Sector Privado	Las tres Juntas de Vigilancia debidamente constituidas en la cuenca, cumplen un rol más bien básico en la gestión del recurso en sus propias jurisdicciones.	Transversal en el cauce que les compete	Prevalece el concepto de agrupación más que el de organización en torno a ellas	USUARIOS DEL RECURSO EN LOS RÍOS

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Influencia
13	Comunidades de Agua	Sector Privado	Usuarios del Agua. CA, distribuyen el recurso de acuerdo a los derechos de aprovechamiento que poseen los usuarios en cada una de las obras que les son comunes. Se organizan en torno de cauces artificiales.	Transversal en el cauce que les compete	Prevalece el concepto de agrupación más que el de organización en torno a ellas	USUARIOS DEL RECURSO EN CANALES
14	Asociaciones de Canalistas	Sector Privado	Usuarios del Agua. AC, Constituidas en torno de cauces artificiales, normalmente se organizan en los canales matrices de los sistemas de riego extraprediales, cuya fuente es el río o estero.	Transversal en el cauce que les compete	Prevalece el concepto de agrupación más que el de organización en torno a ellas	USUARIOS DEL RECURSO EN CANALES
15	Empresas Sanitarias	Sector Privado	Proveer de agua potable en las áreas urbanas de la cuenca	Ejercicio específico	Si bien se trata de una empresa privada, sus servicios son eminentemente públicos.	HABITANTES DE LAS AREAS URBANAS DE LA CUENCA
16	Empresas de Energía	Sector Privado	Proveer de energía eléctrica en las áreas urbanas y rurales de la cuenca	Ejercicio específico	Si bien se trata de empresas privadas, sus servicios son eminentemente públicos.	HABITANTES DE LAS AREAS URBANAS Y RURALES DE LA CUENCA
17	Empresas agrícolas medianas y grandes	Sector Privado	Usuarios del agua con fines eminentemente productivos	Ejercicio específico	Importantes usuarios del uso consuntivo del recurso	SECTOR AGRÍCOLA

Las entrevistas, buscaban principalmente individualizar al actor, conocer si tiene interés en el estudio en desarrollo; su visión del riego en la cuenca; si ha identificado algún inconveniente en el desarrollo del riego y drenaje, las posibles mejoras que ha observado; su participación en estudios, programas o proyectos relacionados con el riego en la cuenca y sus relaciones con otros actores relevantes. Las que fueron enfocadas a cada tipo de actor, de modo de, lograr determinar cuáles son sus roles y su posición en relación al estudio en desarrollo.

El mapa de actores se muestra en la Figura 2. En él, cada actor está representado por un círculo de color y cada color simboliza un tipo de actor; las relaciones entre actores se graficaron con círculos más cercanos; su incidencia en la gestión del riego en la cuenca, se determinó con la posición respecto al círculo central de gestión de riego, mientras más cercano más incidencia y más lejano menor incidencia.

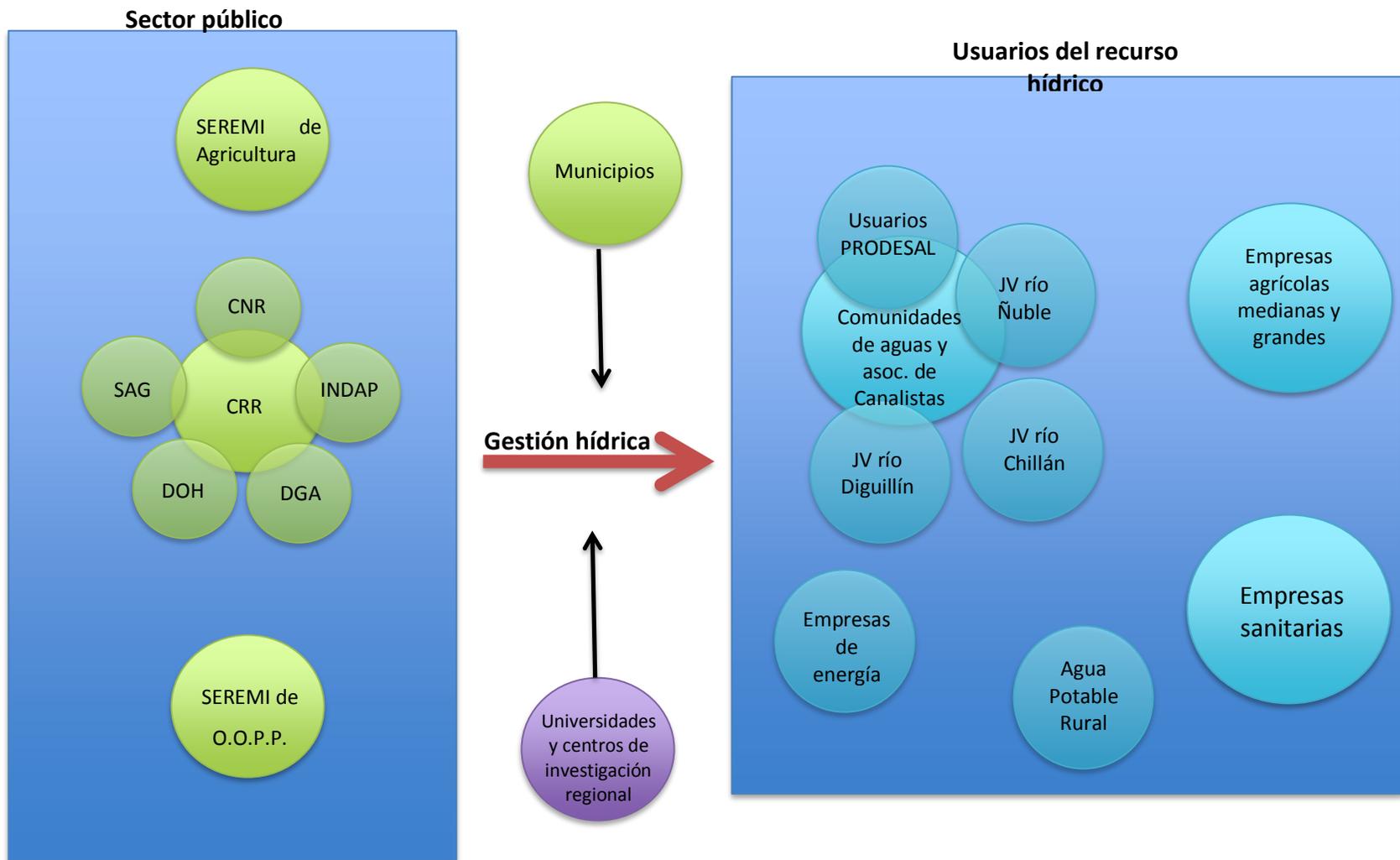


Figura 2. Mapa de actores relevantes, en torno a la gestión del riego, en la cuenca del Itata. Las pautas de cada entrevista y la post entrevista de detallan en el Anexo 1.

5.2 Estrategia comunicacional e intervención territorial

La cuenca del Itata presenta alta complejidad de interrelación de actores y organismos por lo que se hace imprescindible trabajar con públicos objetivos diferenciados. Para efectos comunicacionales, se agruparon los públicos de la siguiente manera:

Sector público y actores políticos: En estos tipos de público existen características de base por la cual se pueden unir. Se trata de su participación directa en instituciones públicas, y su nivel educacional tendiente al técnico y/o profesional. Ambos actores consideran parte de su trabajo el involucrarse en actividades de este tipo y, por ende, sus horarios de trabajo, lugares de encuentro y medios a través de los cuales se comunican no difieren mayormente.

Actores privados y actores de la comunidad: En estos tipos de público también se encuentran características que pueden unirlos. Una de ellas y quizás la más importante para promover su participación es que estas actividades corresponden, para ellos, a situaciones extralaborales y, por ende, sus horarios, lugares de encuentro y medios a través de los cuales se comunican varía respecto del segmento anterior.

5.2.1 Facilidades para la participación

A fin de lograr la participación ciudadana, se dio la mayor cantidad de facilidades a los participantes para que asistieran a las reuniones.

Además, se entregó la carta de presentación entregada por la CNR al inicio de todo contacto con los actores relevantes.

Las invitaciones, además de enviarse por correo electrónico, se entregaron impresas, ya que es una manera más cercana y personalizada de acercamiento, lo que provoca mayor compromiso en los participantes deseados.

Las actividades participativas tuvieron un formato de coloquio, de modo que los participantes se sintieran cómodos y opinaran según sus intereses y dudas. Además, permanentemente se reforzó los mensajes clave identificados en la estrategia comunicacional incentivando su participación.

5.2.2 Canales de comunicación

Dependiendo del público y del objetivo de la información se utilizaron distintos canales de comunicación:

- Espacios informativos de los medios de comunicación tradicionales (prensa escrita, radial, newsletter, y portales web).
- Espacios publicitarios de prensa escrita, radial y de Internet (spots, inserto y banner).
- Cuenta Twitter y Fan Page Facebook especial para el programa EJ @riegoitata.
- Material corporativo: Pendones, afiches, libretas, lápices y folletos.

- Reuniones con los usuarios.
- Cartas, oficios, correos electrónicos, teléfono.

5.2.2.1 Herramientas comunicacionales

Espacios informativos de los medios de comunicación tradicionales: prensa escrita, radial, televisiva y portales web (Plan de Medios).

a) Hitos

Todos los talleres y reuniones que constan en el proyecto fueron acompañados de la difusión a los medios provinciales, antes y después de la actividad; en tanto que a los actos de lanzamiento y cierre se buscó dar cobertura regional.

Para los actos de lanzamiento y cierre se convocará a las más altas autoridades de la región y a los representantes de los regantes. También se invitó a los parlamentarios de la zona.

b) Vocerías

La vocería oficial del proyecto estuvo a cargo de la Secretaria Ejecutiva de la CNR o, en su defecto, el Coordinador de Macro región zona sur que la misma institución.

Cada nota fue enviada a la CNR para su aprobación.

5.2.2.2 Material corporativo

A continuación se presentan todos los materiales que fueron confeccionados durante el proyecto y se indican las etapas en las que estos fueron realizados. En Anexo 2 se detallan los materiales.

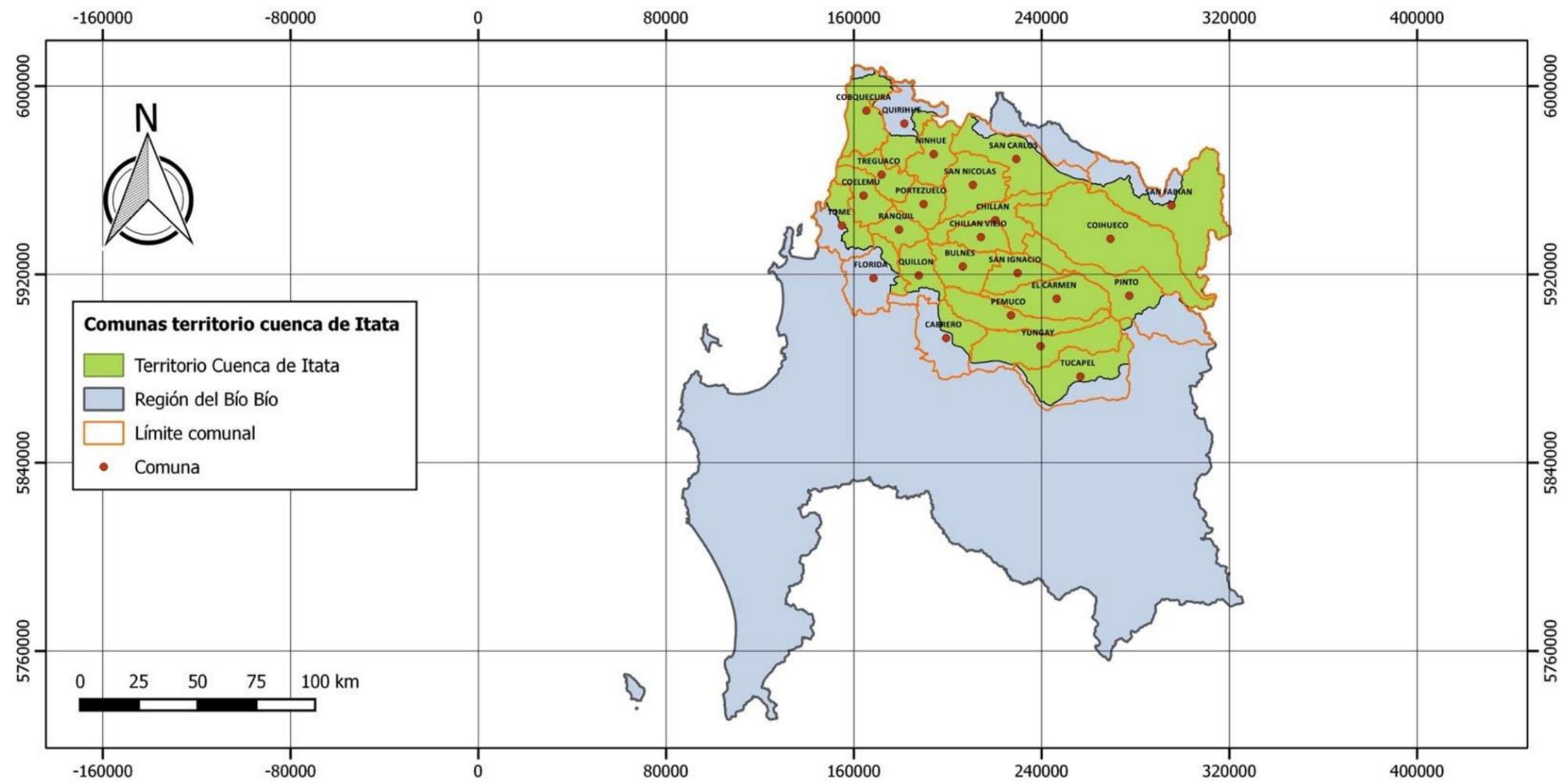
Tabla 2. Material corporativo a confeccionar durante el estudio.

Material	Etapas	Objetivo	Descripción
Letrero de Oficina	Primera	Indicar a la ciudadanía en general y a los actores relevantes la ubicación de la oficina.	Se instalaron 2 letreros según las normas indicadas por la CNR.
Araña	Primera	Identificar al proyecto en todas las instancias de participación de los actores relevantes	La araña se diseñó según los parámetros entregados por la CNR .
Plantilla Presentaciones	Primera	Unificar la imagen de las presentaciones que sean realizadas durante todo el proyecto.	Se utilizó el formato proporcionado por la CNR.
Dípticos	Primera	Informar a los actores relevantes sobre los objetivos y lineamientos del proyecto	Se utilizó el formato proporcionado por la CNR (1000 unidades)
Newsletter	Primera	Mantener informada mensualmente a la comunidad de las actividades del plan de riego	Se propuso un diseño a la CNR utilizando las normas graficas de dicha entidad.
Afiche	Segunda	Informar a los actores sobre fechas, horas y lugares donde se realizarán las reuniones.	Se confeccionó 200 afiches.

Material	Etapas	Objetivo	Descripción
Tríptico	Segunda	Informar a los públicos objetivo sobre características técnicas del territorio a fin de que su participación sea informada.	Creación de material técnico para el trabajo participativo dirigido a los actores privados y actores de la comunidad (1000 unidades).
Libreta ecológica	Segunda	Incentivar la participación de los públicos objetivo.	Impresión de libretas ecológicas según parámetros indicados por la CNR (1000 unidades).
Folleto	Tercera	Informar a los públicos objetivo sobre los resultados prioritarios del diagnóstico.	Construcción e impresión de 1 Folleto con el resumen del plan de riego según parámetros indicados por la CNR (1000 unidades).
Video	Tercera	Mostrar a la comunidad las actividades realizadas durante el proceso de diagnóstico, la importancia de estas y las conclusiones a las que pudo llegar para la propuesta del Plan de Intervención que será entregado a la CNR.	Durante la primera etapa se generó imágenes del territorio y del estudio para la elaboración de un video sobre el plan del territorio.
Correo Electrónico	Primera	Informar a los actores relevantes sobre las fechas hora y lugar de las distintas actividades del Plan.	El correo fue administrado por la secretaria del plan de riego.

5.3 Estrategia de intervención territorial

El programa se desarrolló en la cuenca del río Itata, la cual se ubica en la parte norte de la región del Biobío, específicamente en el área correspondiente a la provincia de Ñuble. Las comunas que fueron parte del programa corresponden a: (1) Ninhue, (2) Treguaco, (3) Portezuelo, (4) Ránquil, (5) Coelemu, (6) Quillón, (7) Bulnes, (8) San Ignacio, (9) Pemuco, (10) Yungay, (11) El Carmen, (12) Pinto, (13) Cabrero, (14) Coihueco, (15) San Fabián, (16) San Carlos, (17) Chillán, (18) Chillán Viejo, (19) San Nicolás, (20) Tucapel, (21) Quirihue, (22) Florida, (23) Cobquecura y (24) Tomé.



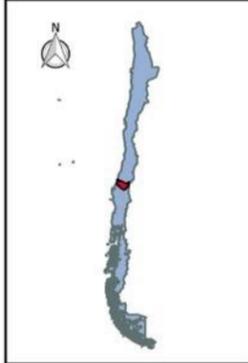
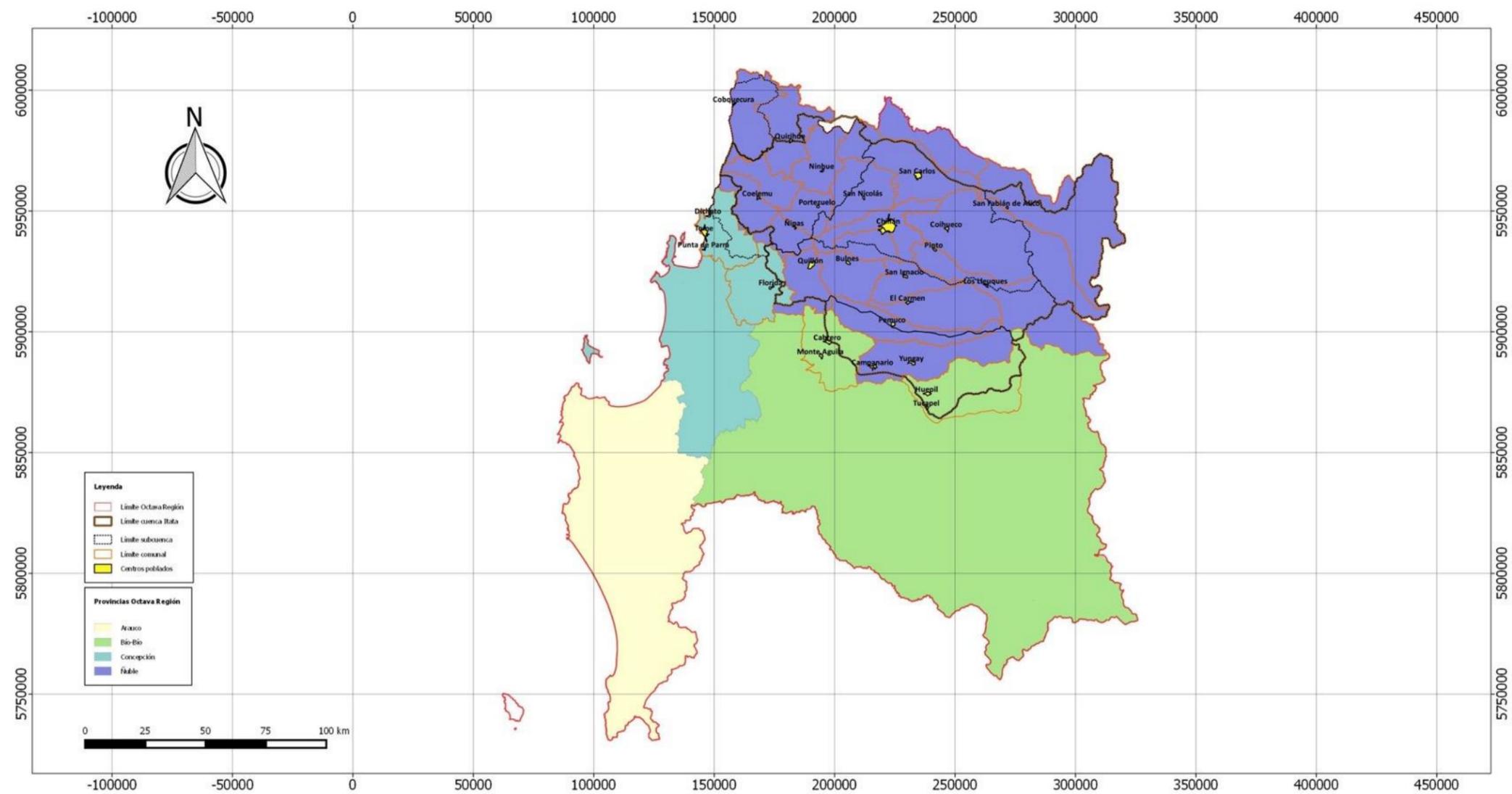
 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA		Título COMUNAS QUE FORMAN PARTE DEL PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA			
	 Universidad de Concepción	Escala: 1:2.400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator. Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en Terreno	Fecha: Octubre 2015	
				Dibujo: JMC	Revisó: GGM	

Figura 3. Mapa localización geográfica del estudio.

Fuente: Elaboración propia.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título LÍMITE REGIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL		
	Escala: 1 : 800.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator. Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 4. Límite regional, provincial y comunal del territorio en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

La zonificación del área de estudio y sus límites (Figura 3 y Figura 4), tiene esencialmente un fundamento y justificación en la propia cuenca y sub cuencas. Es decir, independientemente de subdivisiones territoriales o administrativas, prevalece la espacialización de la propia cuenca y su efecto en el escurrimiento de las aguas. Esto sentó las bases para la generación de propuestas de intervención y soluciones en un contexto coherente con la escala y los actores relevantes de la misma. Esta perspectiva local le otorgó identidad social a la problemática, pero sobre todo se condice con la naturaleza de la dinámica hídrica de dicho territorio, acotando así desafíos y soluciones.

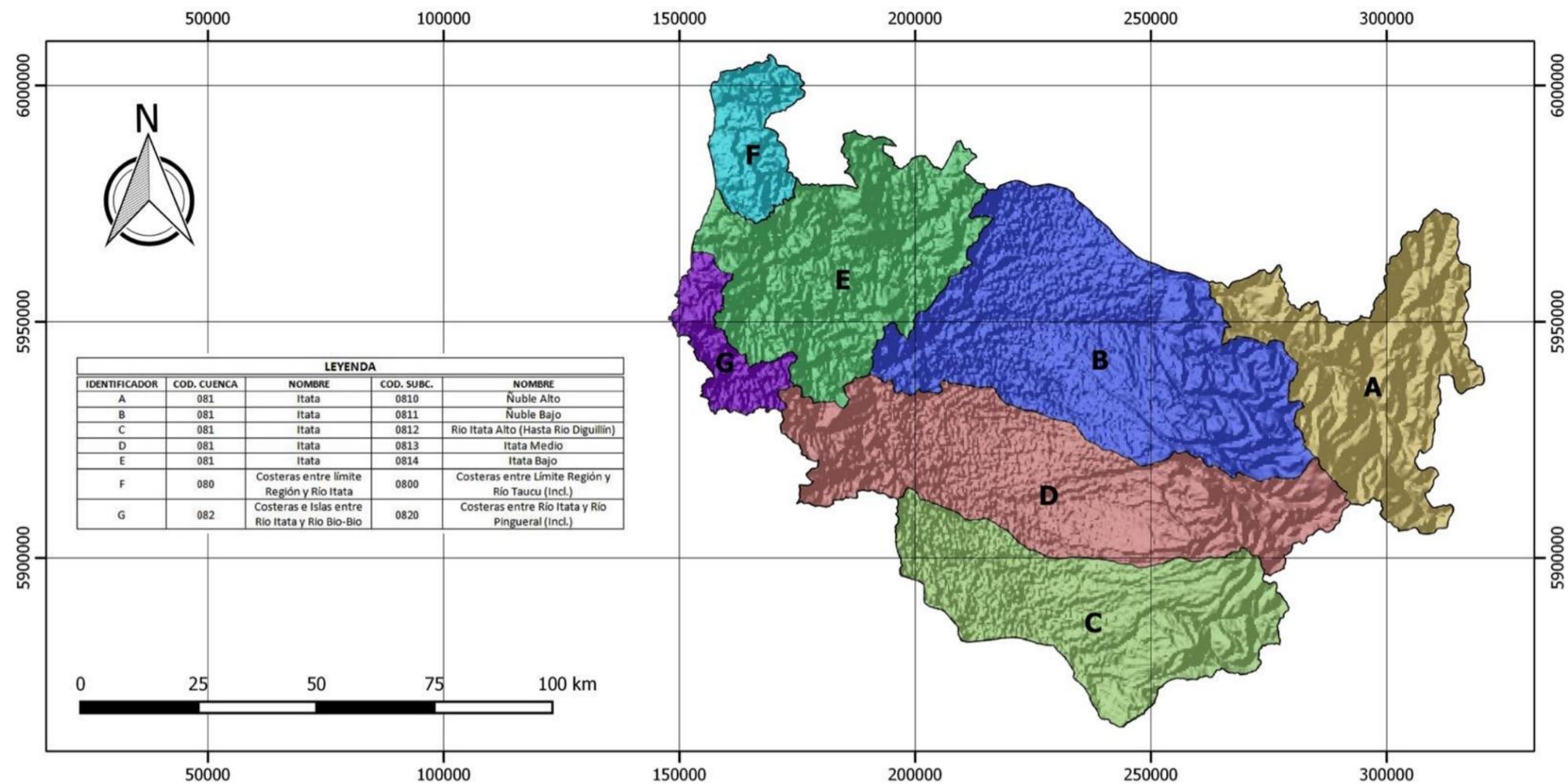
El objeto de este estudio es la cuenca del río Itata, cuenca que por lo demás es vasta y compleja del punto de vista del sistema social, económico y medio ambiental en el que juega un rol preponderante. Transversal a más de una veintena de comunas de las provincias de Ñuble, Biobío y Concepción, fue necesario abordar con un mayor nivel de detalle los límites en los que se enmarca esta propuesta. Es así cómo se establecieron los siguientes preceptos respecto a dichas delimitaciones:

La comuna de Tucapel, si bien forma parte de la provincia aledaña por el sur de la cuenca, la dirección de flujo de las aguas, en una importante fracción de su superficie, es hacia la cuenca del Itata. Lo mismo pasa en las comunas de Cabrero y Florida.

La comuna de Ñiquén forma parte de la provincia de Ñuble y por lo tanto de la región del Biobío, sin embargo las aguas escurren hacia la cuenca del Maule en la región del mismo nombre. Esta condición determinó que se considere parte de dicha zona de estudio y no de la cuenca del río Itata.

Una pequeña parte del territorio de la comuna de Cauquenes en la región del Maule, forma parte de la cuenca del Itata, sin embargo, dada lo reducido de su extensión, se abordó por el estudio que abarca dicha cuenca en la región vecina.

Finalmente, se integró a la zona de estudio, la comuna de Cobquecura, toda vez que se trata de una subcuenca costera emplazada en la zona noroeste de la cuenca del Itata y cuyos actores relevantes son transversales o comunes a los de la cuenca en cuestión. Esta condición permitió que la consultora genere un plan de riego para este territorio.



 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA		Título CODIFICACIÓN CUENCAS Y SUBCUENCAS PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA			
	 Universidad de Concepción	Escala: 1:1.200.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en Terreno	Fecha: Octubre 2015	

Figura 5. Cuencas y subcuencas del Estudio.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se señalan cuencas y subcuencas incluidas en la zona o territorio de estudio. Se destacan las cuencas 080 y 082 correspondientes al sector costero y que fueron integradas al estudio.

Tabla 3. Cuencas y subcuencas con numeración DGA.

LEYENDA				
IDENTIFICADOR	COD. CUENCA	NOMBRE	COD. SUBC.	NOMBRE
A	081	Itata	0810	Ñuble Alto
B	081	Itata	0811	Ñuble Bajo
C	081	Itata	0812	Río Itata Alto (Hasta río Diguillín)
D	081	Itata	0813	Itata Medio
E	081	Itata	0814	Itata Bajo
F	080	Costeras entre límite región y río Itata	0800	Costeras entre límite región y río Taucu (Incl.)
G	082	Costeras e Islas entre río Itata y río Biobío	0820	Costeras entre río Itata y río Pingueral (Incl.)

Para un adecuado desarrollo del estudio, se dividió el territorio de acuerdo a los límites de los ríos principales de las subcuencas de la cuenca del río Itata. Esto asegura una buena ejecución desde el punto de vista de una gestión integrada de la cuenca, asegurando que cada territorio esté conformado por agricultores agrupados de acuerdo a su relación con los recursos hídricos. Las subcuencas son las siguientes: (1) Itata Alto, (2) Itata Medio, (3) Itata Bajo, (4) Ñuble Alto, (5) Ñuble Bajo. Además de las subcuencas costeras de Cobquecura y Tomé.

5.3.1 Descripción de las instancias de participación

A continuación, se detallan las características o consideraciones que se implementó en la estrategia de participación que garantizó la viabilidad social del estudio de la cuenca del Itata.

a) Tipos de instancias de participación según actores:

La estrategia de participación contempló el desarrollo de dos tipos de instancias participativas. En primer lugar instancias masivas en la cual participaron diversidad de actores, tanto del sector público, político, así como representantes de organizaciones privadas y de la comunidad. Estas correspondieron al acto de lanzamiento, la reunión para establecer escenarios, el taller ampliado para establecer la imagen objetivo, el taller ampliado para validar plan de riego y acto de cierre.

Un segundo tipo de instancia correspondió a espacios participativos diferenciados por tipo de actores. El primero de ellos reunió a actores políticos y de instituciones públicas y un segundo espacio reunió a representantes de la comunidad y de organizaciones privadas.

Esto responde a la necesidad de optimizar y facilitar el diálogo de los espacios de trabajo, recoger los conocimientos y experiencia disponible en cada grupo, así como aspectos logísticos en término de lugares (ubicación en el territorio) y horarios de desarrollo de las instancias participativas. Esta división de los espacios de participación por tipo de actores se utilizó para las reuniones de diagnóstico, reuniones para la definición de brechas, reuniones para la generación de soluciones.

b) Productos de la instancias participativas:

La identificación de los objetivos y productos que se buscó alcanzar en las instancias participativas, tuvo coherencia con las etapas o fases de desarrollo del estudio, como se describe a continuación.

Metodológicamente, el estudio se dividió en cuatro etapas secuenciales: Difusión e Instalación en el territorio; Levantamiento del diagnóstico situación base; Definición de imagen objetivo del territorio; y estimación de brechas y propuestas del plan de gestión del riego.

Para la etapa de difusión e instalación en el territorio, se consideró el desarrollo de una instancia participativa, esta es el acto de lanzamiento e instalación en el territorio. El objetivo central del acto de lanzamiento fue difundir y dar a conocer el estudio que se desarrolla en el territorio, las etapas que involucra, la importancia de la participación de los diferentes actores en su desarrollo y nivelar expectativas de los participantes. El producto a obtener de esta instancia son tres: estudio a realizar difundido, expectativas niveladas por tipo de actor (actores políticos y de instituciones públicas y de la comunidad y organizaciones privadas) y el listado con datos de contacto de potenciales participantes de las siguientes instancias participativas.

En la segunda etapa del estudio, referida al levantamiento del diagnóstico situación base, se realizaron las reuniones de diagnóstico. Estas tienen por objetivo validar información ya

levantada respecto al diagnóstico e incorporar antecedentes adicionales aportados por los diversos actores, respecto a las principales problemáticas del territorio en cuanto a la gestión del riego y desarrollo agrícola de la cuenca, así como seguir identificando líderes para incorporarlos en nuevas instancias participativas. El producto que se logró en estas jornadas es contar con un listado de las principales problemáticas territoriales en términos de riego y la priorización de las mismas en cuanto a su abordaje, validado tanto por los actores políticos y públicos y por las comunidades y organizaciones privadas.

Luego de procesar, integrar y analizar estos insumos (problemáticas identificadas y priorizadas) se construyó un árbol de problemas del territorio en cuanto a riego validado por los diferentes actores, el cual en la siguiente fase facilitó trabajar con la imagen objetivo.

La fase consecutiva corresponde a la definición de imagen objetivo del territorio, la cual en términos de participación consideró el desarrollo de dos instancias participativas, estas corresponden a reunión para definir escenarios y taller ampliado de imagen objetivo. El objetivo de la primera es analizar y validar los posibles escenarios a tener en cuenta para definir la imagen objetivo, logrando de esta manera como producto la validación dichos escenarios por los diversos actores. Este producto permitió dar contexto a la siguiente instancia participativa.

Respecto al taller ampliado de imagen objetivo, el objetivo fue validar el “fin” identificado en el árbol de medios y fines (surgido del árbol del problema) considerando los escenarios trabajados en la sesión anterior y así consensuar la imagen objetivo a alcanzar con el plan de riego a desarrollar. El producto de esta instancia es la imagen objetivo diseñada y validada por los diferentes actores.

La cuarta fase del estudio correspondió a la estimación de brechas y propuestas del plan de gestión del riego, la que contempló las siguientes instancias de participación: Las reuniones de definición de brechas, reuniones soluciones, un taller ampliado del plan de riego y el acto de cierre.

Las reuniones de definición de brechas tuvo por objetivo identificar las diferencias entre el diagnóstico o línea base y la imagen objetivo definida, por tanto los ámbitos de trabajo que se debió considerar y priorizar el plan de riego. El producto de esta instancia corresponde a las brechas identificadas y priorizadas entre los actores políticos y públicos y a nivel de comunidades y organizaciones privadas por los 7 territorios. En cuanto a las reuniones soluciones el objetivo fue identificar propuestas para abordar las brechas, por tanto el producto que se obtuvo fueron las soluciones construidas participativamente. En relación al taller ampliado de riego el objetivo fue presentar y validar el plan de riego generado e incorporar los últimos aportes de los diferentes actores, por tanto el producto es el plan de riego construido participativamente. Por último, el acto de cierre el objetivo fue difundir los resultados del estudio y evaluar el cumplimiento de expectativas de los actores.

Tabla 4. Instancias de participación.

Etapa	Instancia	N°	Grupo objetivo	Objetivo	Productos
Difusión e instalación en el territorio	Acto de lanzamiento	1	Sociedad en su conjunto.	Difundir y dar a conocer el estudio en toda su magnitud y recoger expectativas.	Estudios a realizar difundido con participantes con expectativas niveladas. Listados de potenciales participantes.
	Reuniones de diagnóstico	6	Comunidad y organizaciones privadas por sector.	Validar información diagnóstico levantada. Incorporar antecedentes adicionales de las principales problemáticas. Identificar nuevos líderes.	Listado de principales problemáticas territoriales identificadas y validadas por los diferentes actores. Problemáticas territoriales priorizadas participativamente.
Levantamiento del diagnóstico situación base	Reuniones de definición de escenarios	1	Actores públicos y políticos. Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior; actores públicos y políticos.	Analizar y validar escenarios probables para la imagen objetivo.	Escenarios validados por los diferentes actores.
	Taller ampliado imagen objetivo	1	Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior; personeros de instituciones públicas. Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior.	Construir la(s) imagen(es) objetivo.	Imagen objetivo diseñada y consensuada en forma participativa.
Definición de imagen objetivo del territorio	Reuniones definición de brechas	6	Divididos en sectores.	Determinar la brechas existentes entre línea base e imagen objetivo definida	Brechas identificadas y priorizadas por los diferentes actores.
	Reuniones soluciones	1	Actores públicos y políticos. Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior; personeros de instituciones públicas. Una para todo el territorio. Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior; personeros de instituciones públicas. Una para cada cuenca hidrográfica.	Identificar propuestas para abordar brechas Participativamente	Soluciones construidas participativamente.
Estimación de brechas y propuestas del plan de gestión del riego	Taller ampliado plan de riego, Validación	1	Dirigentes, líderes representantes definidos en reunión anterior; personeros de instituciones públicas. Una para cada cuenca hidrográfica.	Presentar y validar el plan de riego generado. Incorporar aportes adicionales de los diferentes actores.	Plan de riego construido en forma participativa.
	Acto de cierre	1	Sociedad en su conjunto.	Difundir los resultados del estudio en términos globales. Evaluar cumplimiento de expectativas de los actores.	Estudio terminado, difundido y validado en forma participativa. Retroalimentación de cumplimiento de expectativas.

5.3.2 Consideraciones metodológicas

Existió un facilitador de apoyo para grupos de trabajo mayor a 15 personas. Su rol permitió el apoyo en el desarrollo de la jornada a nivel logístico (disponibilidad y entrega de material, elaborar registros durante la jornada, apoyar el trabajo en grupos, etc.), con el propósito de no afectar la calidad del trabajo participativo.

En cada sesión de trabajo o instancia participativa realizada, se contó con la presencia de un profesional del área técnica del proyecto, esto dado que las instancias participativas se entienden como un medio para producir información respecto a la temática del uso del recurso agua para riego y drenaje, el cual tiene definiciones o marcos legales y técnicas a considerar para dar contexto y marco de viabilidad a las necesidades, propuestas y percepción de la comunidad.

El profesional encargado del diseño e implementación de la estrategia de participación, recibió constantemente información sobre los avances del estudio, tanto en términos generales de la problemática, situación territorial y características o antecedentes en relación a los grupos con los cuales se trabajará en cada una de las jornadas (informes, entrevista con miembros del equipo del proyecto, etc.).

Al inicio de cada sesión se contextualizó brevemente a los participantes respecto al proyecto en que están participando y el objetivo concreto o producto a lograr en cada sesión.

Se estableció en conjunto con los participantes “acuerdos para el desarrollo del taller” el que permitió dar una dinámica de funcionamiento del espacio participativo, que incluyó aspectos como mantener celulares en silencio, el principio de que todas las ideas valen, hasta modalidad para pedir la palabra, para asegurar el derecho a participar de todos y regular el tiempo de intervención de los participantes para permitir el logro de los objetivos en la sesión.

Según el público objetivo que participó en cada sesión, se presentó un “glosario” de los conceptos técnicos relevantes a utilizar en la sesión, explicados de forma simple, los cuales se mantuvieron publicados en el espacio de taller. Esto con el fin de asegurar la participación inclusiva, considerando las posibles diferencias de conocimiento y experiencia de los participantes, y orientarse a la conformación de una comunidad de habla. Las sesiones participativas se contempló una duración aproximada entre 2 y 4 horas de trabajo.

5.3.3 Instrumentos para levantar diagnóstico

El tipo de diagnóstico que se decidió utilizar en la ejecución del estudio, es no experimental, transeccional y descriptivo.

Se trata de una investigación del tipo no experimental, ya que los hechos que se esperan calificar y cuantificar se dan en la realidad sin la intervención directa del investigador. Es un enfoque retrospectivo, dado que los hechos ya ocurrieron, es por esto que también es llamada investigación ex post facto.

Se dice también que es una investigación transeccional, en tanto recolecta datos en un sólo momento, en un tiempo único. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (Hernández, Fernández, & Baptista, 1998).

Se dice entonces que es una investigación descriptiva, pues lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado.

5.3.3.1 Estudio de caso

Utilizado como una herramienta valiosa de investigación cuya mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el Plan del riego de la cuenca del Itata. El estudio de caso ha sido una forma esencial de investigación en las ciencias sociales y en la dirección de empresas, así como en las áreas de educación, política y desarrollo, familia, negocios, desarrollo tecnológico e investigaciones sobre problemas sociales (Martinez Carazo, 2006).

Como estudio de caso este diagnóstico implica un entendimiento comprehensivo, una descripción extensiva de la situación y el análisis de la situación en su conjunto, y además dentro de su contexto. Se puede definir esta investigación como un estudio de caso por objetivo, descriptivo e ilustrativo, ya que describe primordialmente lo que está sucediendo y por qué, con la finalidad de mostrar el perfil de la situación actual a través de una adecuada línea base que de origen a un plan de gestión que cuente con la validación y participación de los usuario y agentes locales y regionales de la cuenca del Itata.

5.3.3.2 Investigación mixta

Finalmente, se trata además de una investigación mixta, dado que habrá datos cualitativos y cuantitativos e instrumentos de distinta naturaleza para recoger cada uno de ellos.

Universo de la muestra

El universo de esta investigación lo componen el total actores que se ven involucrados en el desarrollo del plan de riego en la cuenca del Itata y que está compuesto a su vez por los actores relevantes definidos por la CNR como: actores privados, sector público, actores políticos y actores de la comunidad (Tabla 1).

La muestra que se utilizó para las entrevistas, debido al gran tamaño del universo y a que el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, y no la cantidad ni la estandarización, será no probabilística aplicada 102 sujetos tipo, que se definen como los representantes de las organizaciones del sector privado, público, comunidades indígenas, alcaldes de las comunas de la cuenca del Itata y sus asociaciones, Diputados de los distritos 41, 42 y 47, Senadores de las circunscripciones 12 y 13, Gobernadora de la provincia de Ñuble, Consejeros Regionales de la provincia de Ñuble e Intendente de la región del Biobío (Tabla 1).

En el caso de las encuestas, se aplicó un muestreo estratificado (Kinnear & Taylor, 1999) en cada una de las instituciones separadas previamente según el tipo de actor al que

corresponden, se calculó una muestra probabilística con un error máximo aceptable de un 5% y un nivel de confianza 95%, sobre un universo definido como el total de integrantes de cada organización.

Además se concertó mesas público privadas por subcuenca, las que serán efectuadas bajo la modalidad de grupos focales, cuyos participantes también serán una muestra no probabilística de 10 de sujetos tipo definidos como representantes de los actores privados, sector público, actores políticos y actores de la comunidad presentes en cada subcuenca del Itata.

Técnica de recolección de información

En la elaboración de la línea base se recolectó información secundaria dado que existe acceso a datos válidos y confiables. La propia consultora cuenta con vasta información como estudios, catastros y publicaciones en general, que ha venido realizando desde hace varios años.

En el caso del diagnóstico e imagen objetivo se recogió los datos empleando como instrumento de recolección de datos entrevistas semiestructuradas (Anexo 3), pues se utiliza una pauta o guión flexible de preguntas, cuyo orden varía según la dinámica propia de cada entrevista, además de permitir esta modalidad formular otras preguntas no contempladas, según se requiera.

Las preguntas de esta entrevista son preguntas “abiertas” que no delimitan de antemano las alternativas de respuesta. Por lo cual el número de categorías de respuesta es muy elevado. Éstas sirven en situaciones en las que se desea profundizar una opinión o los motivos de un comportamiento.

En una segunda etapa dada la envergadura tanto del territorio como de la población objetivo, se aplicó encuestas que combinan un cuestionario que reúne un conjunto de preguntas respecto a las variables comuna, actor, edad y género, junto a escalas aditivas tipo Likert (Hernández, Fernández, & Baptista, 1998), que consisten en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones ante las cuales se pide la reacción de los sujetos. Las afirmaciones califican a los objetos de actitud que se medirán y que en este caso corresponden a categorías preestablecidas definidas como: pertinencia, representatividad, expectativa, participación, poder y compromiso.

Además y con el objetivo de fomentar la retroalimentación entre actores, para lograr una participación más efectiva y una mirada más integral del territorio, se llevaron a cabo mesas público privadas de trabajo que se efectuaron bajo la modalidad de grupos focales (Mella,2000) para así lograr un diagnóstico e imagen objetivo diseñado y validado con la participación de los usuarios y agentes regionales y locales.

5.4 Lanzamiento público del estudio

La actividad de lanzamiento del estudio se desarrolló el viernes 30 octubre de 2015 en la Universidad de Concepción, a las 11:00 horas.

Para la convocatoria se elaboraron invitaciones que fueron entregadas en forma impresa y por correo electrónico, según el listado aprobado por la CNR. Además, se realizó llamados telefónicos recordando y confirmando asistencia al lanzamiento.

El programa de la actividad fue coordinado en conjunto con la CNR, además se envió el libreto para su revisión y visto bueno.

Participaron 80 personas registradas en las listas de asistencia. La ceremonia finalizó a las 12:30 horas con un coctel de camaradería.

El listado de asistentes firmados, fotografías, video, informe de difusión del acto lanzamiento se encuentra adjuntos a este informe en el Anexo 4.

5.5 Etapa 2

En esta etapa se caracterizó el territorio de la cuenca del Itata, para luego presentar los resultados que permitieron establecer las problemáticas existentes en el territorio, se construyó básicamente sobre dos pilares fundamentales. El primero de ellos, corresponde a la recopilación y análisis de un volumen importante de información proveniente de estudios y consultorías anteriores (información secundaria), junto con la experiencia profesional y científica de los especialistas que componen el equipo de la Universidad. Un equipo con más de 15 años de experiencia en estudios y trabajos en la cuenca, en materias de distinta naturaleza vinculadas a la disponibilidad y gestión del recurso hídrico. El segundo, se trata del levantamiento sistemático de la información en el propio territorio, por parte de un equipo multidisciplinario, proveniente desde los usuarios del recurso y muy especialmente sus organizaciones. Estos pilares, que podrían hacer pensar en dos visiones o perspectivas paralelas, convergieron en un escenario común desde el cual resultaron las principales características de la definición de la problemática y línea base.

A lo largo de este instrumento descriptivo y analítico, se puede apreciar lo diverso de la naturaleza del problema detectado, el cual va desde lo social u organizacional, a los efectos de un cambio climático en el territorio, pasando por aspectos legales, tecnológicos y económicos. Este abanico de fenómenos le otorga a la problemática las características de un sistema complejo y fue materia de un análisis técnico, científico y social, intentando no olvidar alguna perspectiva en la que se puedan alojar causales trascendentales de la problemática.

Se aprecian ideas fuerza, que destacan en la caracterización actualizada de la problemática de la cuenca, ideas que en algunos casos son transversales al territorio (macros) u otras propias a la zona particular del estudio. Lo cierto es que todas forman parte de este cuadro desde el que posteriormente se formularon estrategias que aportaron a la generación de soluciones, acortando aquellas brechas que separan a la cuenca de la utilización, gestión y distribución adecuada y eficiente del recurso hídrico.

En esta parte del estudio, al igual que en aquellas que le siguen, se formuló un número importante de láminas cartográficas cuya información espacializada facilita la comprensión acerca del emplazamiento de los fenómenos observados y que han sido

señalados ya sea por quienes fueron parte de los primeros procesos de participación ciudadana o por el análisis proveniente de información secundaria y de especialistas. Esta manera de representación de la información, completamente georreferenciada, ha permitido construir una línea base localizada, priorizada y consecuente con la innegable variabilidad del territorio, cuando la naturaleza del problema detectado es susceptible de acotarse geográficamente.

5.5.1 Identificación y definición del problema a abordar

Durante los meses que duró el análisis y redacción del presente informe, se generaron múltiples hipótesis respecto de la estructura de la problemática general que presentaría la gestión y utilización del recurso hídrico en la cuenca. Se presumía un escenario complejo, con causas y naturaleza de génesis diversa, con prioridades también diversas según la perspectiva del interlocutor entrevistado o consultado. Una problemática con fuertes componentes históricos, políticos, tecnológicos, económicos, medio ambientales, sociales, administrativos, en fin, es agua y como tal, no podía tratarse de algo simple o sencillo.

El trabajo de los especialistas del equipo, proporcionó importantes herramientas para la sistematización de la información recabada en terreno, pero sin esta último, el resultado arriesgaba ser un estudio técnico o científico más, sin la verdadera fortaleza que tiene este plan de riego al buscar la validación entre quienes son los usuarios del recurso.

Para la definición y representación de la problemática y línea base, se utilizó el método propuesto por Kaoru Ishikawa a través de un diagrama causa efecto en el cuál se presenta una recopilación de todas aquellas opiniones, resultados, conclusiones, consensos, que los diferentes actores relevantes de la cuenca, proporcionaron a lo largo de este proceso. Este tipo de diagrama es ciertamente un importante instrumento para comprender el complejo cuenca, agua y sociedad, las interacciones que existen, las características del problema.

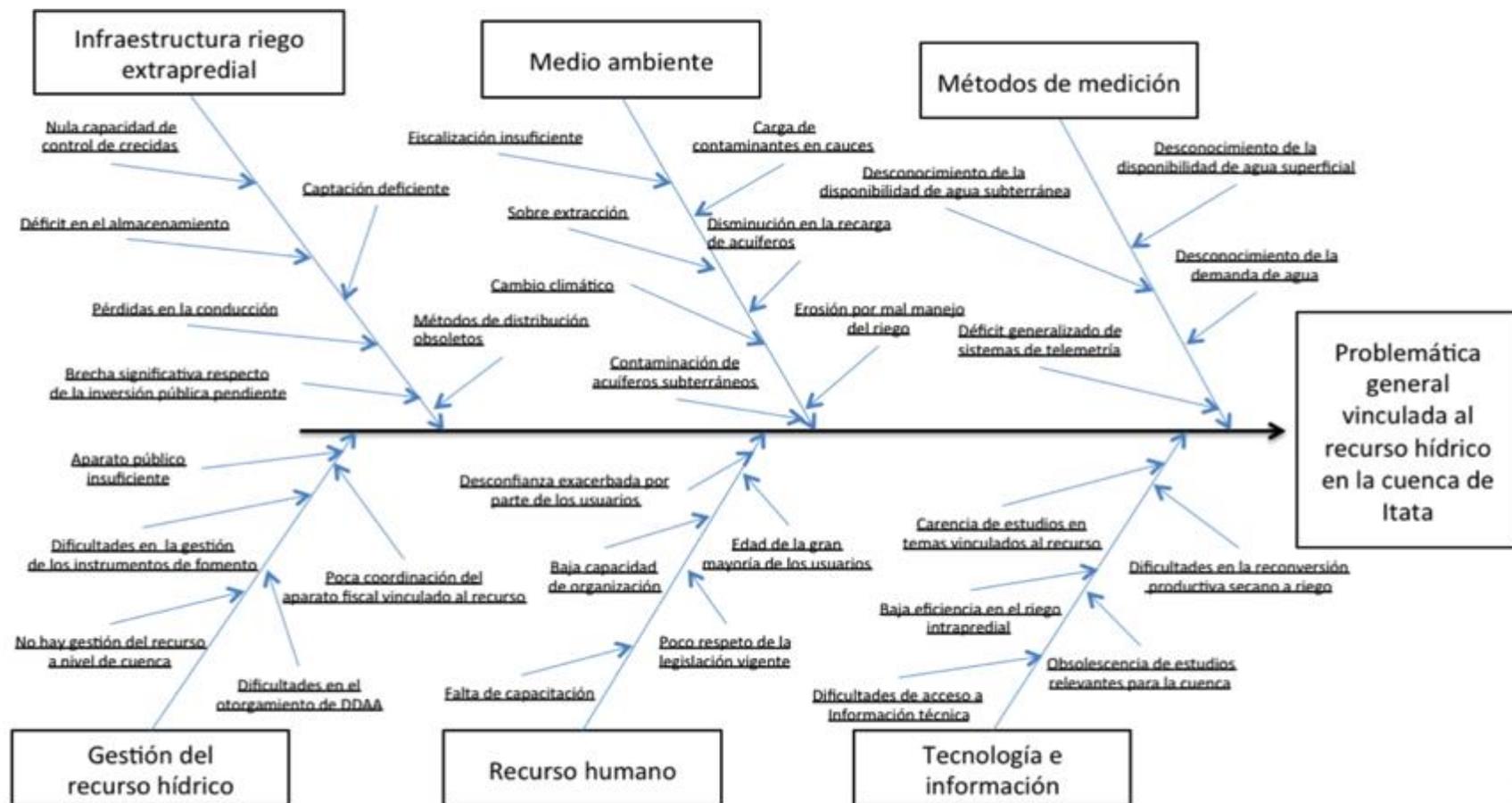


Figura 6. Diagrama de problemáticas en el territorio.

Esta representación del problema (Figura 6) facilita la comprensión de la línea base, al proporcionar las principales características y causales de éste. Fue sobre esta estructura que tras su correspondiente validación y posteriores modificaciones, se cuantificaron las principales brechas y se estructuraron las estrategias para esbozar las soluciones.

En los capítulos que siguen, el lector podrá encontrar mayores detalles que justifican esta estructura.

5.5.2 Recopilación de información para la elaboración del diagnóstico

El resultado de la recopilación de la información existente en fuentes secundarias, estudios, proyectos, catastros, planes del territorio carteras de iniciativas existentes se muestran en el Anexo 11.

5.5.2.1 Análisis de la Ley de fomento entre 1985-2015

De acuerdo a la inversión privada, se revisó y analizó la aplicación de la Ley de fomento entre el año 1985-2015 (Anexo 11). Como resultado se obtuvo que en el territorio se han recibido 2971 proyectos, de los cuales fueron seleccionado 1374 proyectos.

De los proyectos seleccionados la gran mayoría son obras de tecnificación concentradas principalmente en las comunas de San Carlos, Coihueco y Chillán, que pertenecen a la subcuenca de Ñuble Bajo.

Además, entre los años 1985 hasta 2015, en las comunas de Tomé y Treguaco no se registran proyectos enviados a la Ley de fomento.

Del tipo de beneficiarios de los proyectos seleccionados, se destaca una gran mayoría de Empresarios Medianos que corresponden a productores de más de 40 y hasta 200 hectáreas.

Tabla 5. Números de proyectos de la Ley de fomento (1985-2015) en el territorio.

Seleccionados	No admitidos	No seleccionados	Retirado	Total
1374	605	754	238	2971

Tabla 6. Número de proyectos seleccionados de la Ley de fomento (1985-2015) según tipo de obra en el territorio.

Obras Civiles	Obras Tecnificación	Obras de Drenaje	Total
377	992	5	1374

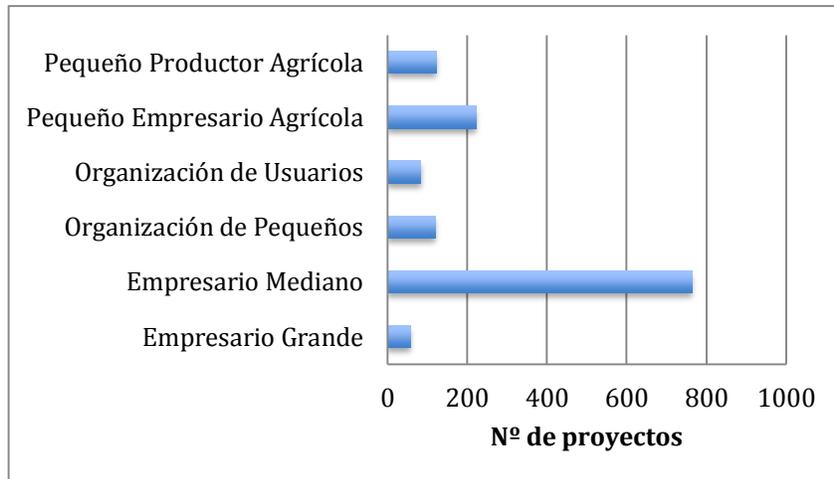


Figura 7. Número de proyectos seleccionados de la Ley de fomento (1985-2015) por tipo de beneficiario.

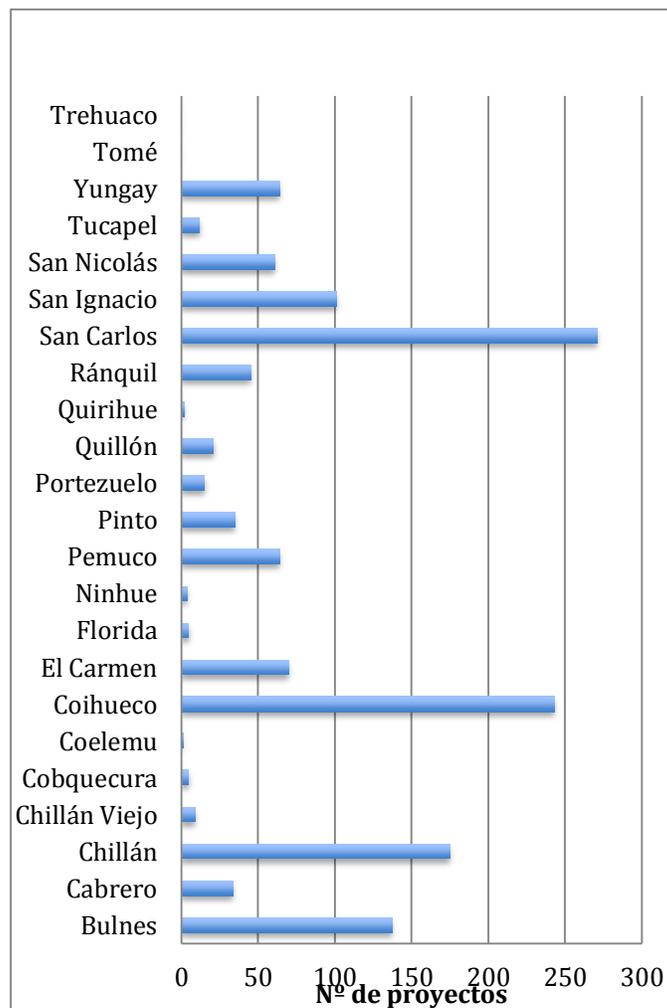


Figura 8. Proyectos de la Ley de fomento seleccionados (1985-2015) por comunas.

5.5.3 Recopilación a través de fuentes primarias

5.5.3.1 Participación ciudadana segunda etapa

De acuerdo a la estrategia informada en la primera etapa del plan de riego cuenca de Itata, las actividades de participación ciudadana se realizaron considerando los siguientes factores: (1) la división territorial, con lo que se obtiene una mejor cobertura y facilidad para la participación por parte de los usuarios y la ciudadanía; (2) horarios pertinentes; (3) evitar conflictos reuniendo actores en instancias controversiales; y (4) el logro de los productos comprometidos. Lo anterior, con el objetivo de promover una participación efectiva por parte de todos los actores locales.

La estrategia de participación contempló para esta segunda etapa, espacios participativos diferenciados por tipo de actores. El primero de ellos reunió a actores representantes de la comunidad, organizaciones privadas, PRODESAL y Municipios. Un segundo espacio reunió a Instituciones Públicas del territorio (SEREMIA, DOH, DGA, INIA, INFOR, CONADI, entre otras). Realizando un total de ocho talleres.

Esto responde a la necesidad de optimizar y facilitar el diálogo en los espacios de trabajo, recoger los conocimientos y experiencia disponible en cada grupo, así como aspectos logísticos en término de lugares (ubicación en el territorio) y horarios de desarrollo de las instancias participativas. Esta división de los espacios de participación por tipo de actores se utilizó para los talleres de participación ciudadana correspondiente a esta segunda etapa.

Estos talleres tienen por objetivo incorporar antecedentes adicionales aportados por los diversos actores, respecto a las principales problemáticas y desafíos del territorio en cuanto a la gestión del riego y desarrollo agrícola de la cuenca, así como seguir identificando líderes para incorporarlos en nuevas instancias participativas. El producto que se logró en estas jornadas es un listado de las principales problemáticas territoriales en términos de riego.

Técnica de recolección de información

Para la recolección de información, se aplicó una técnica de visualización con tarjetas, para que los asistentes respondieran cada uno de los encargos pedidos en el taller. Concretamente, esta metodología consistió en que los participantes expresaran sus propuestas en forma escrita, mediante tarjetas e intervenciones para dar explicaciones adicionales.

Además se realizó un mapeo comunitario de necesidades de los usuarios del agua en el territorio, ya que es una herramienta que sintetiza los aspectos de la realidad existente en un determinado espacio y tiempo que expresó la percepción que tiene la población de cada subcuenca sobre su territorio y el uso que se da al agua.

El mapeo territorial lo realizaron los propios actores, ya que poseen conocimiento de las necesidades reales de su territorio, de los recursos, las potencialidades y las limitaciones locales en cuanto al recurso hídrico.

El objetivo del mapeo territorial fue recoger información de la percepción y/o visión de la población local sobre el uso del agua en su territorio, incluyendo la distribución del recurso, a partir de las actividades de la población para obtener los medios necesarios para su consumo, así como los destinados a la producción con fines comerciales.

Con esta información se representó la “realidad” o las “realidades” de las prácticas actuales de uso y aprovechamiento del agua en el territorio que corresponde a cada comuna que compone cada subcuenca. En base a esta información se pueden ir haciendo acuerdos comunales e inter comunales para el manejo explícito de los recursos y de ser necesario establecer una zonificación acorde con las necesidades de los usuarios del agua (Tipula, 2008).

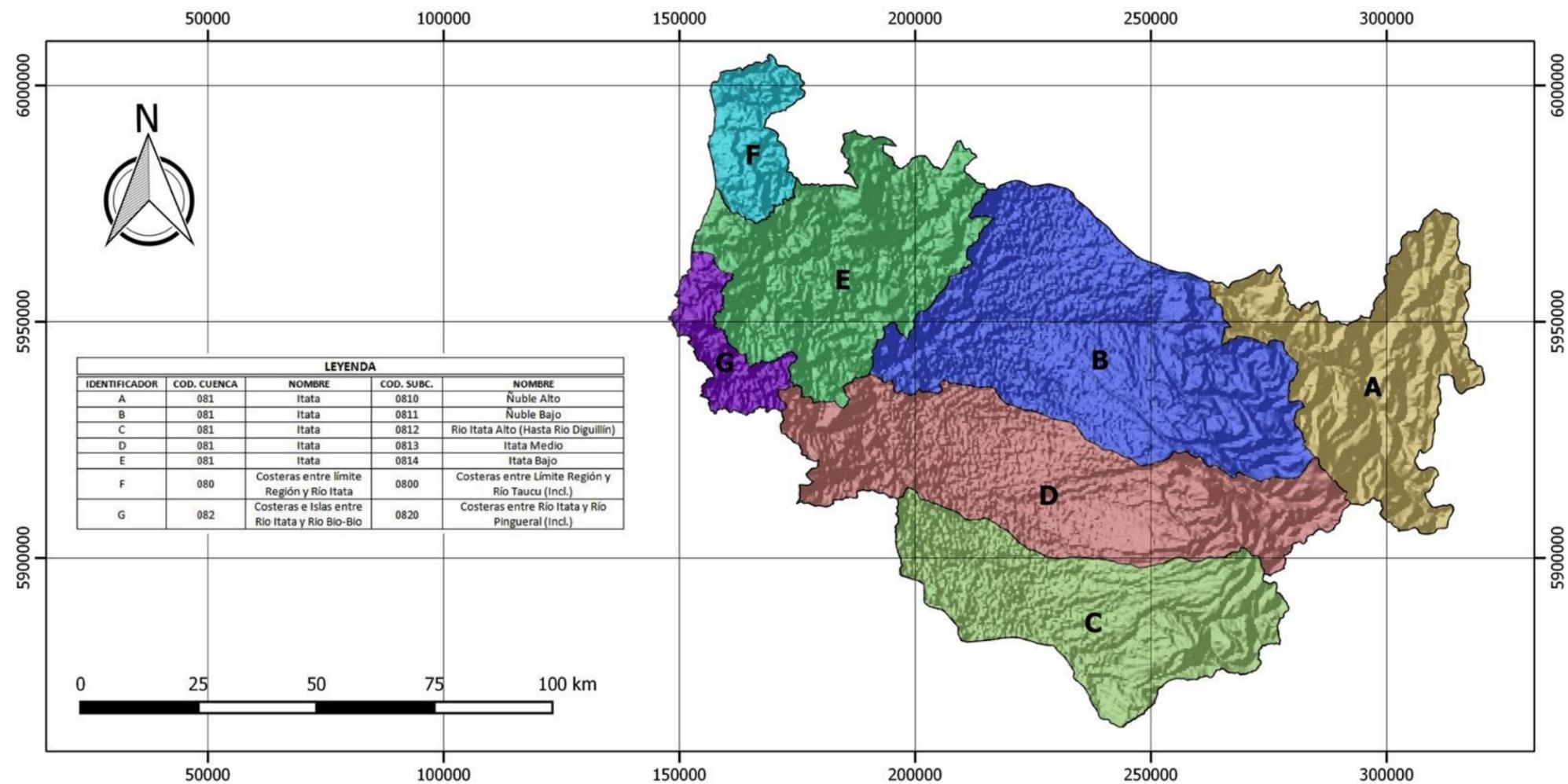
La organización del taller de participación se estructuró de la siguiente forma:

Tabla 7. Programa de los talleres.

Tiempo	Detalle
30 minutos	Apertura: Jefe de estudio o Coordinador. Presentación: “Plan de riego cuenca Itata”.
1 hora y media	Taller: Identificación de Requerimientos según metodología. Guiado por especialista PAC. Palabras de cierre y firma voluntaria de compromiso para próxima sesión.

Intervención territorial

Para un adecuado desarrollo de los talleres, se dividió el territorio de acuerdo a los límites de las subcuenca del río Itata y cuencas costeras. Esto aseguró una buena ejecución desde el punto de vista de una gestión integrada de la cuenca, asegurando que cada territorio esté conformado por agricultores agrupados de acuerdo a su relación con los recursos hídricos (Figura 9).



 Comisión Nacional de Riego	Estudio DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA		Título CODIFICACIÓN CUENCAS Y SUBCUENCAS PLAN DE RIEGO EN CUENCA DE ITATA			
	 Universidad de Concepción	Escala: 1:1.200.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en Terreno	Fecha: Octubre 2015	

Figura 9. División del territorio.
 Fuente: Elaboración propia.

Calendario de talleres

Tabla 8. Calendario de los talleres.

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Instituciones
Instituciones Púlicas	23 de diciembre de 2015	Concepción	SEREMIA DGA DOH INDAP SAG CNR CONADI INIA CONAF INFOR

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Sector	Comunas
Comunidades y organizaciones privadas	Lunes 14 de diciembre de 2015	San Carlos	Ñuble Bajo	Coihueco San Carlos San Nicolás Chillán Chillán Viejo
	Martes 15 de diciembre 2015	Yungay	Itata Alto	Pemuco Tucapel Cabrero Yungay
	Miércoles 16 de diciembre de 2015	Quirihue	Itata Bajo	Ninhue Quirihue Portezuelo Ránquil Coelemu Treguaco
	Jueves 17 de diciembre de 2015	Bulnes	Itata Medio	Pinto El Carmen San Ignacio Bulnes Quillón Florida
	Jueves 7 de enero de 2016	Cobquecura	Cuenca costera	Cobquecura
	Jueves 7 de enero de 2016	Tomé	Cueca costera	Tomé
Viernes 8 de enero de 2016	San Fabián de Alico	Ñuble alto	San Fabián de Alico	

5.5.3.2 Implementación de la estrategia comunicacional

En la segunda etapa del plan de riego cuenca del Itata, la difusión estuvo orientada a convocar selectivamente a representantes de los actores relevantes para su participación en los encuentros de levantamiento de información por subcuenca.

Difusión radial: Considerando el alto impacto de las radio La Discusión en la Provincia y la importancia de mantener presente la actividad en el día a día de los convocados a las reuniones de Participación Ciudadana, se utilizó este medio durante los días 11, 12, 13 y 14 de diciembre para difundir la siguiente información.

Frase Radial:

ATENCIÓN CUENCA DEL ITATA

Locutor: La Comisión Nacional de Riego (CNR) inició un importante proceso para construir junto a la comunidad un plan de gestión del riego para la cuenca del Itata.

Asista a las primeras reuniones de participación ciudadana que se realizarán entre el 14 y 17 de diciembre.

Para consultas e inscripciones comuníquese al fono 042 2208888 o al correo electrónico planriegoitata@udec.cl o diríjase a las oficinas del plan de riego cuenca del Itata, ubicada en la Universidad de Concepción, campus Chillán.

Más y Mejor Riego para Chile

Comisión Nacional de Riego

Ministerio de Agricultura

Invitación: Para cada uno de los talleres se enviaron invitaciones, ver ejemplo en Figura 10.

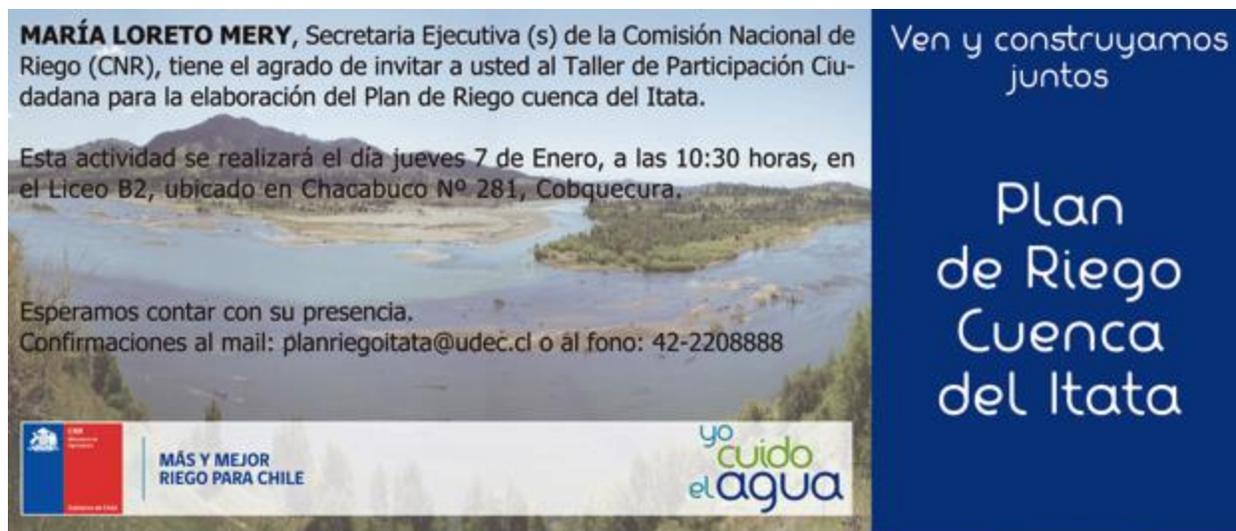


Figura 10. Invitación a talleres de participación ciudadana.

Dípticos: Durante las reuniones de Participación Ciudadana se entregó los dípticos confeccionados en la primera etapa del plan, a los participantes con el fin de informar sobre los alcances del plan de riego.

Afiche y notas de prensa previas: El afiche diseñado y aprobado por la CNR durante la primera etapa no se utilizó para la difusión de los talleres de Participación Ciudadana pues estos talleres contaban con cupos limitados y que serían utilizados por invitados específicos, lo cuales fueron convocados a través de invitación formal personalizada.

Se utilizó el mismo criterio para no utilizar los afiches que sí serán utilizados durante la etapa 3.

5.5.3.3 Resultados de los talleres de participación ciudadana

Los resultados de los talleres de participación ciudadana se encuentran en el Anexo 6.

5.5.3.4 Entrevistas semiestructuradas

En la primera etapa del estudio, se propuso un formato de entrevista semiestructurada, para los diferentes tipos de actores presentes en el territorio. Estos son, sector privado, sector público y actores políticos, la cual fue validada antes de ser aplicada por la CNR. Cada entrevista posee un registro, en el que se identifica al entrevistado, sus datos de contacto y la fecha en que se realizó (Anexo 7).

Las entrevistas fueron aplicadas en dos modalidades: individuales y grupales ya sea en el sector donde residen o trabajan los actores, como también, durante el desarrollo de las actividades de Participación Ciudadana (PAC) en todo el territorio. Se contactó por vía telefónica y correo electrónico a los diferentes actores, para coordinar las entrevistas en terreno, tarea que fue dificultosa debido a que los agricultores residen en lugares con baja cobertura telefónica o no contestan su celular.

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas, a los diferentes actores del territorio en estudio, donde se les informó sobre el plan de riego y sus alcances, como también acerca de su condición de actor relevante. Se les consultó además, sobre temáticas referentes a los recursos hídricos, específicamente del riego en la cuenca, las relaciones entre los actores presentes en el territorio, como también de su interés de participar del estudio, entre otras. Estas preguntas entregaron una visión del rol del entrevistado, en torno a los recursos hídricos y la situación actual del riego.

La consultoría de la UdeC propuso un listado preliminar de actores, clasificados por su tipología, el que fue validado con anterioridad por la CNR, es sobre la base de estos actores, que se aplicó la entrevista.

Previo a la aplicación de la entrevista en el territorio, se realizó un levantamiento de estudios anteriores, licitados por los Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, los que se utilizaron para construir una línea base de información sistematizada, sobre el estado actual del riego y drenaje en la cuenca; y de la situación legal y organizacional de los usuarios presentes en el territorio. Es sobre esta base de información, que el encuestador visitó a los diferentes actores, con una perspectiva de sus necesidades identificadas

anteriormente, de modo que, al momento de aplicar la entrevista se obtuviera información actualizada y provechosa.

5.5.3.5 Análisis general de actores

Los territorios de la cuenca del Itata y cuencas costeras, se dividieron en subcuencas, a modo de garantizar, una gestión integrada y que cada territorio este conformado por agricultores con una realidad similar en torno a los recursos hídricos. Estas subcuencas son, Itata Alto, Itata Medio, Itata Bajo, Ñuble Alto, Ñuble Bajo, Costera Cobquecura y Costera Tomé.

Mediante la aplicación de las entrevistas con los diferentes actores relevantes del sector público, como INDAP, PRODESAL, DOH, Municipios y los actores del sector privado, se identificó una realidad agro productiva, similar para los pequeños agricultores y la agricultura familiar campesina (AFC) dado que éstos no poseen grandes superficies que varían en promedio de 0,2 a 12 hectáreas aproximadamente. Esto presenta una limitante para una producción que genere nuevos y mayores ingresos y en la mayoría de los casos permite una agricultura sólo de subsistencia.

Mayoritariamente, en las comunas de la cuenca los pequeños agricultores especialmente en los sectores de secano no tienen acceso al agua, tanto para producción agrícola como consumo humano, debido a la intensificación y prolongación de la sequía, disminución de los niveles de las acuíferos subterráneos, falta de sistemas para la extracción mecánica del agua, entre otras. En muchas de las comunas, las fuentes de abastecimiento de agua, que históricamente habían proporcionado el vital recurso, tales como, vertientes, pozos noria y punteras, se agotaron. Como solución temporal a esta problemática, algunos municipios suministran agua para consumo en camiones aljibes, y colaboran con maquinaria para la construcción de pozos zanjas y punteras.

La regularización de los derechos de aguas, se presenta como una problemática transversal a los actores del sector privado, en todo el territorio del estudio, el desconocimiento en los procesos legales y administrativos para regularizar, inscribir, perfeccionar, etc.. Los derechos de aprovechamiento, sumados a la falta de profesionales idóneos para realizar el proceso, se traduce en que existan agricultores pequeños y grandes que a la fecha no poseen sus derechos de aprovechamiento de aguas debidamente inscritos.

Dicho esto, se estableció abordar las problemáticas en torno a los recursos hídricos, en dos dimensiones: (1) los pequeños agricultores y agricultura familiar campesina y (2) grandes agricultores o empresariales; Para estos últimos, se identificó que su problemática está contenida mayoritariamente dentro de las Organizaciones de Usuarios de Agua, presentes en la cuenca, como son las Juntas de Vigilancia de los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín.

5.5.3.6 Análisis de contenido talleres de participación ciudadana y entrevistas

La información recogida en los talleres fue analizada mediante una metodología de contenido, dicha información se complementó con lo recogido a través de las preguntas

abiertas de las entrevistas con la finalidad de lograr la saturación de la información. Se realizó el análisis específicamente a través del método lógico semántico según su objetivo, el cual no estudia la estructura formal de texto, ni su organización lógico estética, tampoco los sentidos implícitos, sino que estudia el contenido manifiesto del texto, por tanto se puede definir éste como un procedimiento para la categorización de datos, en este caso verbales, transcritos con fines de clasificación, resumen y tabulación aplicado al análisis de contenido (Donovan, 2001). En este caso realizado en base a las siguientes seis categorías predefinidas: Infraestructura riego extra predial; Medio Ambiente; Métodos de Medición; Gestión del Recurso Hídrico; Recurso Humano; Tecnología e Información.

A continuación se expone la sistematización de los enunciados expresados por las participantes de cada taller, junto a las respuestas abiertas de cada entrevista, anexadas para efectos de análisis según la ubicación territorial a la que pertenece el entrevistado. Dicha información fue agrupada según categoría y frecuencia.

Cobquecura

Tabla 9. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Cobquecura.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
12	2	3	9	1	7

En la Tabla 9 se observa la distribución de frecuencia de los enunciados entregados por los participantes en los talleres de participación ciudadana y entrevistados pertenecientes a la comuna de Cobquecura.

Tomé

Tabla 10. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Tomé.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
1	0	3	2	2	2

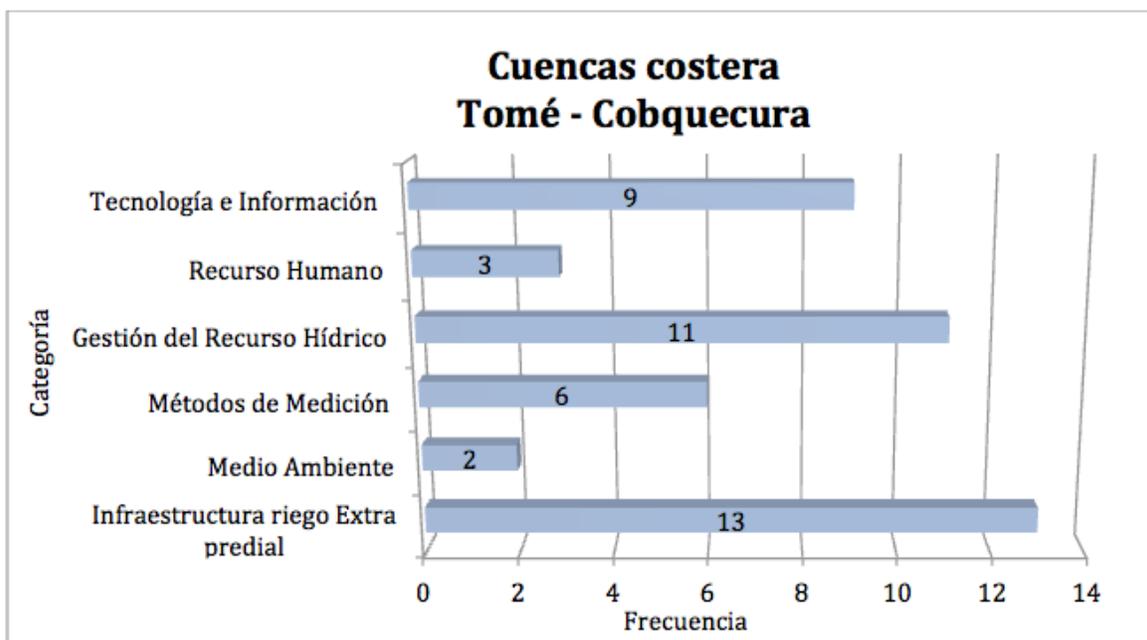


Figura 11. Frecuencia acumulada cuencas costeras.

En el Figura 11 se observa la frecuencia con que los enunciados entregados por los participantes y entrevistados correspondieron a cada categoría de análisis. En el caso de las subcuencas costeras la mayor parte de las opiniones y requerimientos manifestados tienen relación con la infraestructura de riego extra predial y gestión del recurso hídrico llegando al 54,5 % de los enunciados. Siendo los temas relativos al medio ambiente los menos mencionados correspondiendo sólo a un 4,5%.

Itata Medio

Tabla 11. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata Medio.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
7	2	7	6	5	5

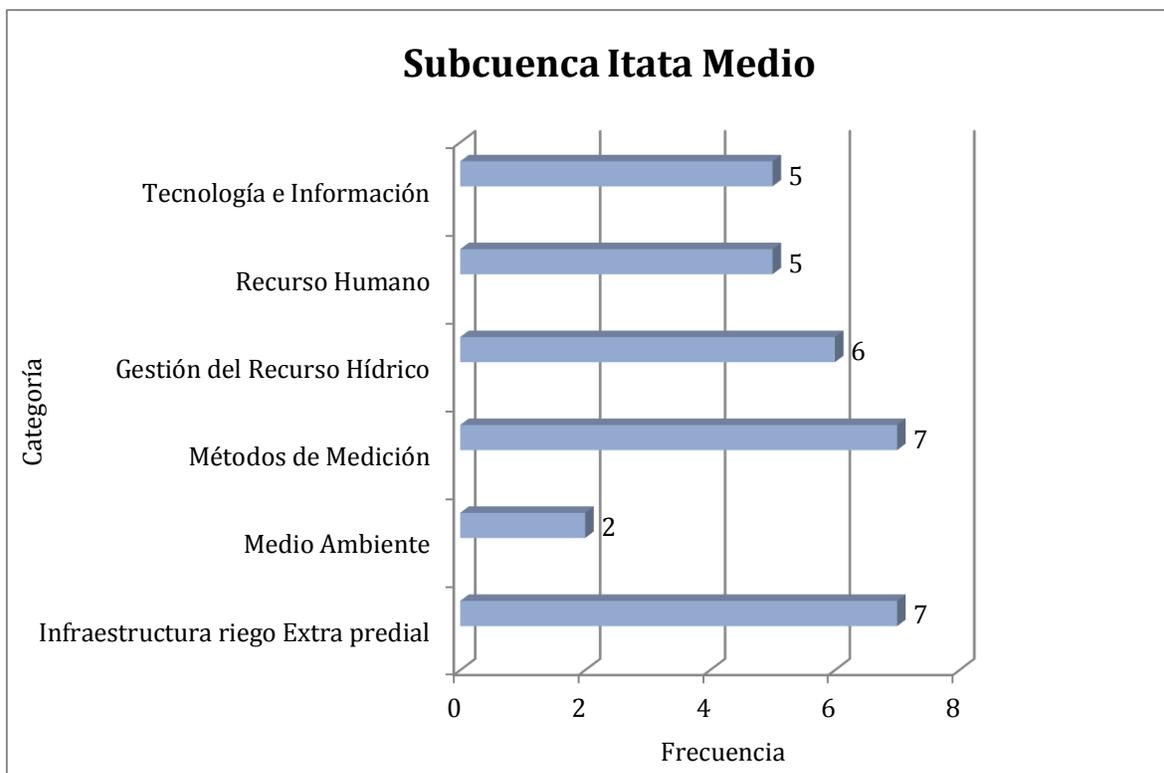


Figura 12. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Medio.

En el Figura 12 se observa una distribución más homogénea de los requerimientos, aunque la infraestructura de riego extra predial nuevamente destaca como una de las dos categorías más mencionadas por los asistentes y entrevistados, llegando por el 21,8% de los enunciados a relacionarse con el riego extra predial.

Ñuble Bajo

Tabla 12. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Ñuble Bajo.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
8	0	2	5	2	4

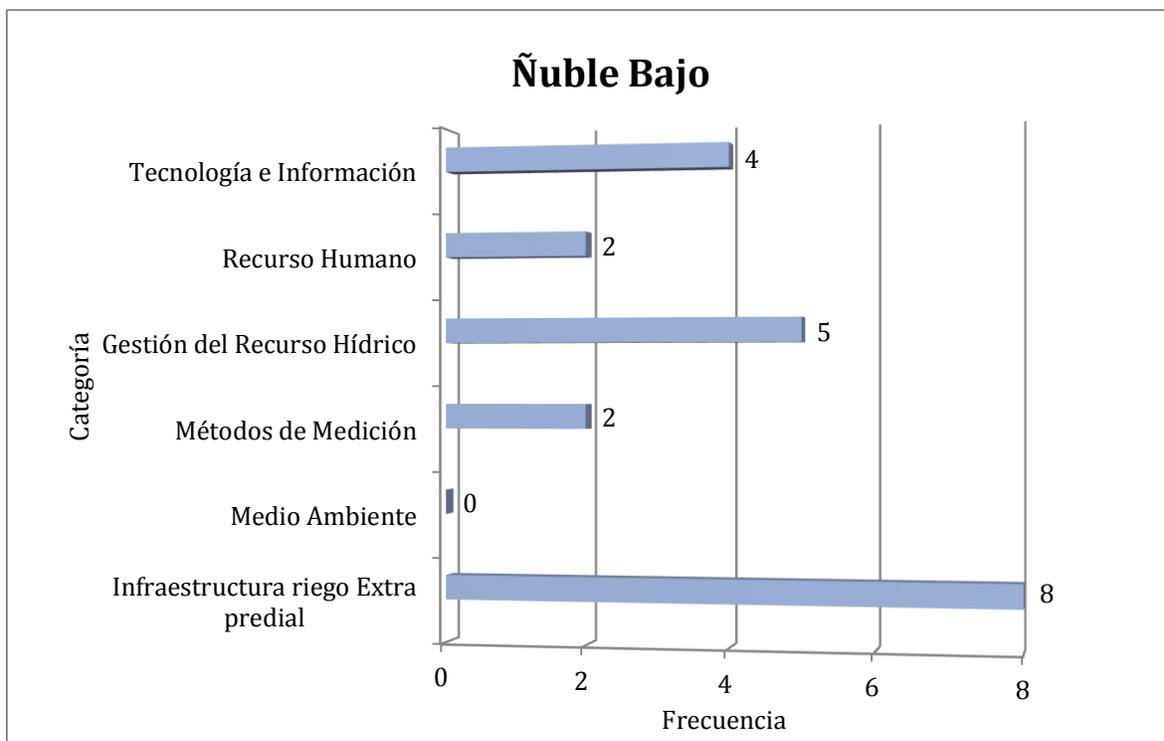


Figura 13. Frecuencia acumulada subcuena Ñuble Bajo.

Siguiendo con la tendencia y como lo muestran la Figura 13 y Tabla 12, la infraestructura extra predial es también en esta subcuena la categoría que sobresale, con una frecuencia absoluta de 8 correspondiente al 38% de los enunciados. Llama la atención que las problemáticas y asuntos asociadas a medio ambiente, no son mencionados por ningún entrevistado ni asistente.

Itata Bajo

Tabla 13. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata bajo.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
14	0	1	6	2	4

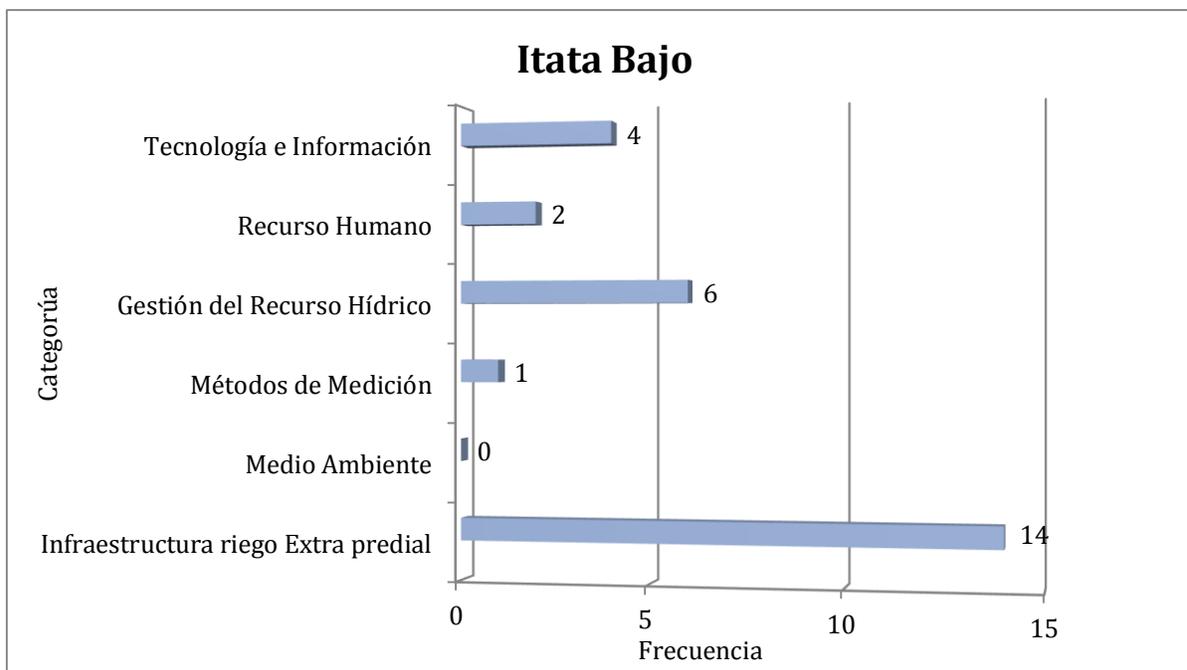


Figura 14. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Bajo.

Como se observa en la Tabla 13 y Figura 14, la tendencia que marca la infraestructura de riego extra predial destaca en esta subcuenca, llegando a abarcar el 51,8%.

Y una vez más los asuntos relativos al medioambiente no son expuestos ni en entrevistas, ni en el taller de participación ciudadana.

Ñuble Alto

Tabla 14. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Ñuble Alto.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
3	0	2	3	2	1

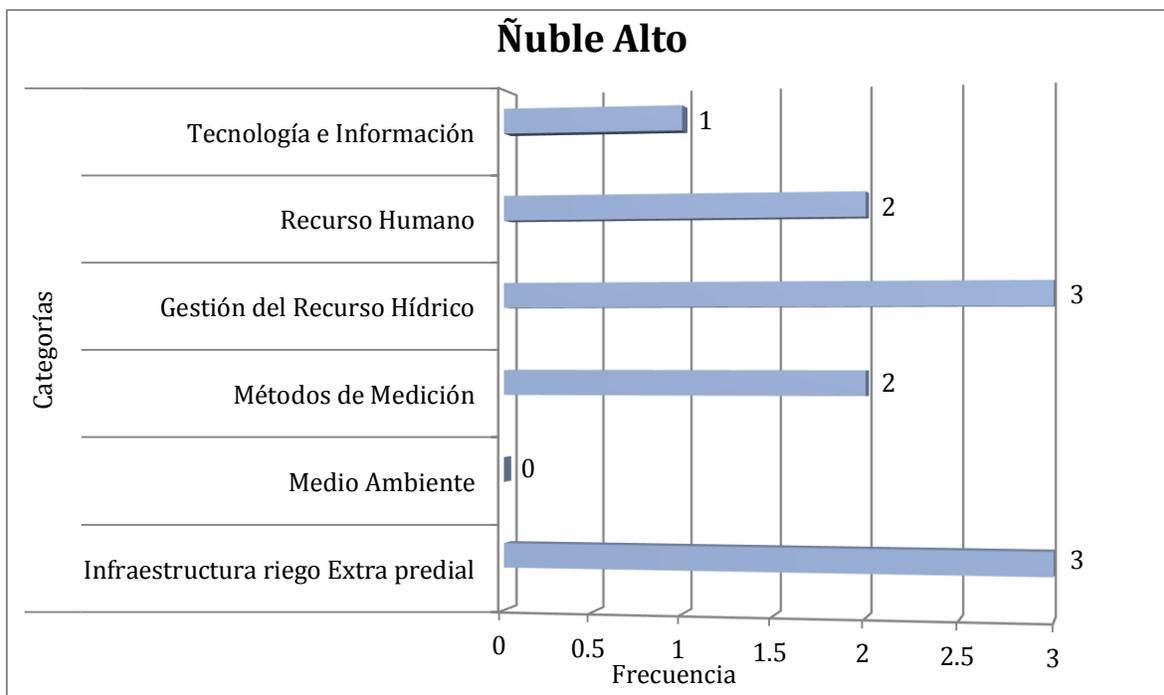


Figura 15. Frecuencia acumulada subcuenca Ñuble Alto.

Ñuble Alto presenta una distribución de frecuencia dónde tanto la infraestructura de riego extra predial, como la gestión del recurso hídrico tienen la misma frecuencia, ambas categorías son las más altas y por lo tanto las más mencionadas en las actividades de participación ciudadana llegando a cubrir el 54,5 % del total de los enunciados.

Nuevamente como se puede observar en la Tabla 14 y Figura 15, lo relativo a medio ambiente estuvo ausente de los requerimientos y temáticas abordadas por los participantes de los talleres y entrevistas.

Itata Alto

Tabla 15. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Itata Alto.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
10	2	2	8	4	8

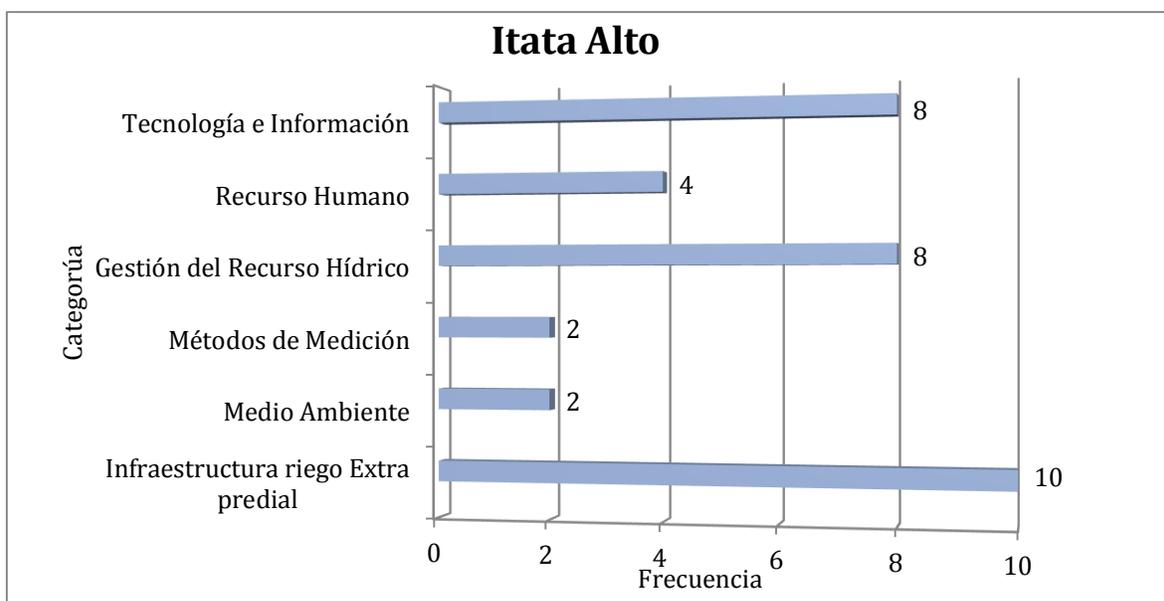


Figura 16. Frecuencia acumulada subcuenca Itata Alto.

Ratificando la importancia que los asistentes a los talleres de participación ciudadana y entrevistados dan a la infraestructura de riego extra predial, la subcuenca Itata alto no es la excepción, viniendo a reafirmar esta tendencia un porcentaje cercano al 30% que corresponde a una frecuencia absoluta de 10 enunciados concernientes a esta temática, tal como se puede observar en la Tabla 15 y Figura 16.

En el otro extremo se posicionan las categorías medio ambiente y métodos de medición, que fueron las menos observadas representando sólo un 5,8 % respectivamente.

Instituciones Públicas

Tabla 16. Frecuencia absoluta de las categorías en PAC y entrevistas Instituciones públicas.

Categorías					
Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
0	5	7	3	0	6

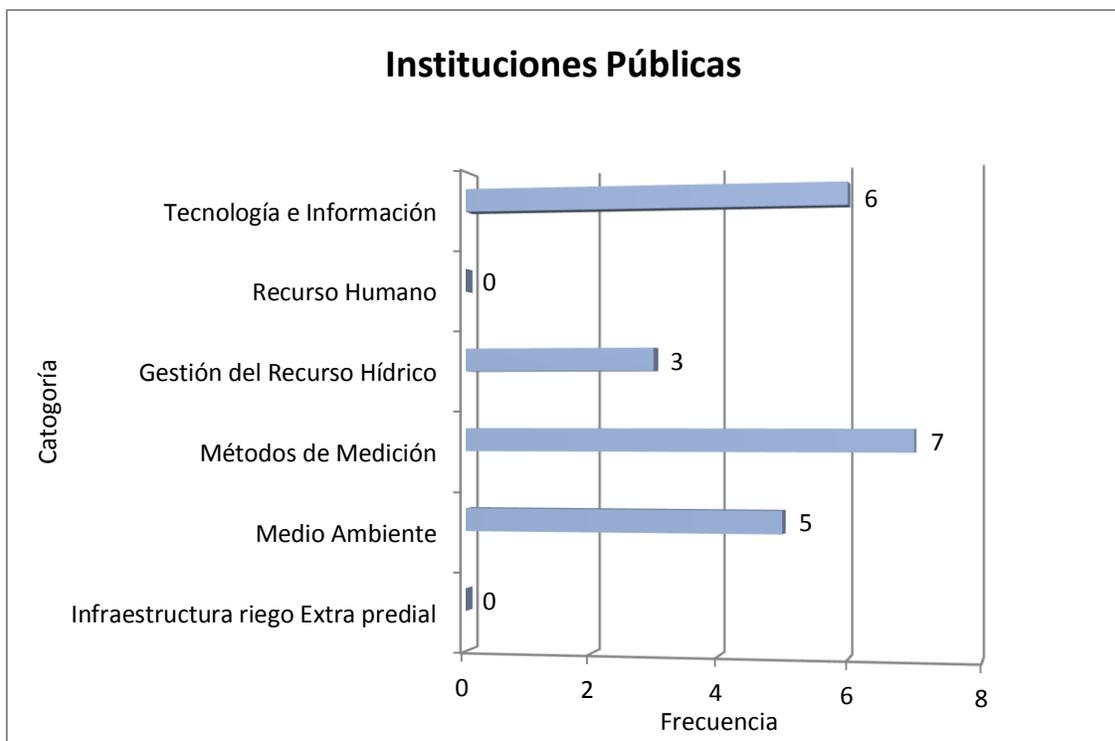


Figura 17. Frecuencia acumulada PAC y entrevistas a instituciones públicas.

Tanto en la Tabla 16, como en el Figura 16 se puede observar un dato que llama fuertemente la atención y es que a diferencia de lo manifestado en cada una de las subcuencas, al consultar a las instituciones públicas la infraestructura de riego extra predial no aparece, ni en las opiniones vertidas por los entrevistados, ni en el taller realizado.

Así como los temas relativos a medio ambiente escasamente eran mencionados en las subcuencas, al consultar a los representantes de las instituciones y autoridades vinculadas a la gestión del recurso, sus declaraciones ubicaron esta temática en segundo lugar, después la categoría “Métodos de medición” que surge como la categoría con más alta frecuencia, abarcando un 33,3%.

Es de vital importancia destacar que los requerimientos y temáticas que más destacan en la cuenca del Itata, no coinciden con lo encontrado al analizar la información entregada por las instituciones públicas, es más, marcan tendencias absolutamente dicotómicas.

Cabe destacar que los datos del taller con instituciones públicas corresponden sólo a la primera actividad, ya que la segunda no se ha llevado a cabo debido a que ha sido pospuesta en más una ocasión por los participantes.

Resultados Generales

Tabla 17. Frecuencias absolutas de categorías por subcuenca.

Subcuencas	Categoría					
	Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
Costera	13	2	6	11	3	9
Itata Medio	7	2	7	6	5	5
Ñuble Bajo	8	0	2	5	2	4
Itata Bajo	14	0	1	6	2	4
Ñuble Alto	3	0	2	3	2	1
Itata Alto	10	2	2	8	4	8
Instituciones Públicas	0	5	7	3	0	6
Total	55	11	27	42	13	37

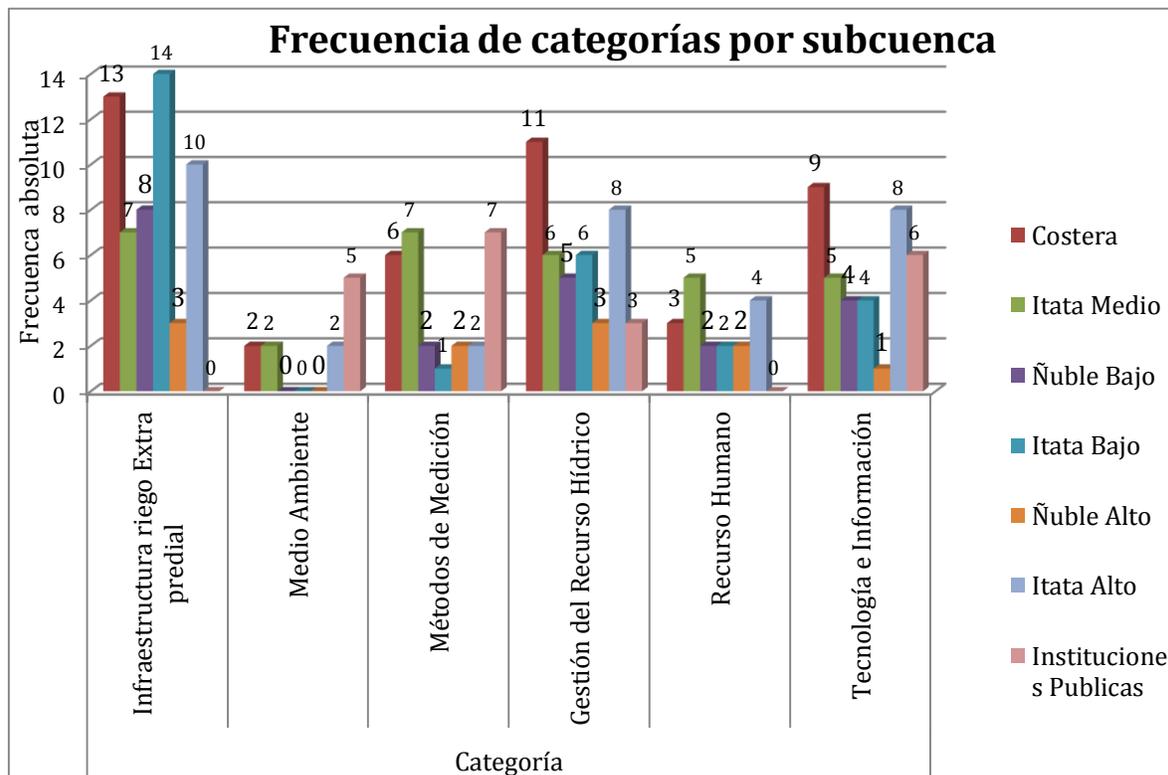


Figura 18. Frecuencia total de categorías por subcuenca.

En la Tabla 17 y Figura 18 se puede observar de manera general, cómo se distribuyen las categorías de análisis en cada sub cuenca.

La infraestructura de riego extra predial alcanza el promedio más alto de frecuencia dentro de las subcuencas, lo que contrasta fuertemente al momento de consultar a las instituciones públicas dónde simplemente no aparece la categoría. Lo que evidenciaría una diferencia de prioridades entre la ciudadanía y la institucionalidad.

Lo mismo ocurre con la categoría medio ambiente, que no aparece considerada en la mitad de las subcuencas, pero en las instituciones públicas se encontró como uno de los temas preponderantes. Lo que reafirma la disímil visión del territorio que tienen las instituciones públicas con respecto a los representantes de las subcuencas.

Por otro lado, la categoría gestión del recurso hídrico cuenta con el segundo promedio más alto de frecuencia acumulada y tiene la particularidad de ser una categoría que aparece de manera transversal en todas las subcuencas e instituciones públicas, encontrando su máxima en la subcuenca costera.

Tabla 18. Total frecuencia absoluta y relativa por categoría en la cuenca del Itata.

Cuenca del Itata	Categoría					
	Infraestructura riego extra predial	Medio Ambiente	Métodos de Medición	Gestión del Recurso Hídrico	Recurso Humano	Tecnología e Información
Frecuencia absoluta	55	11	27	42	18	37
Frecuencia relativa (%)	28,9	5,8	14,2	22,1	9,5	19,5

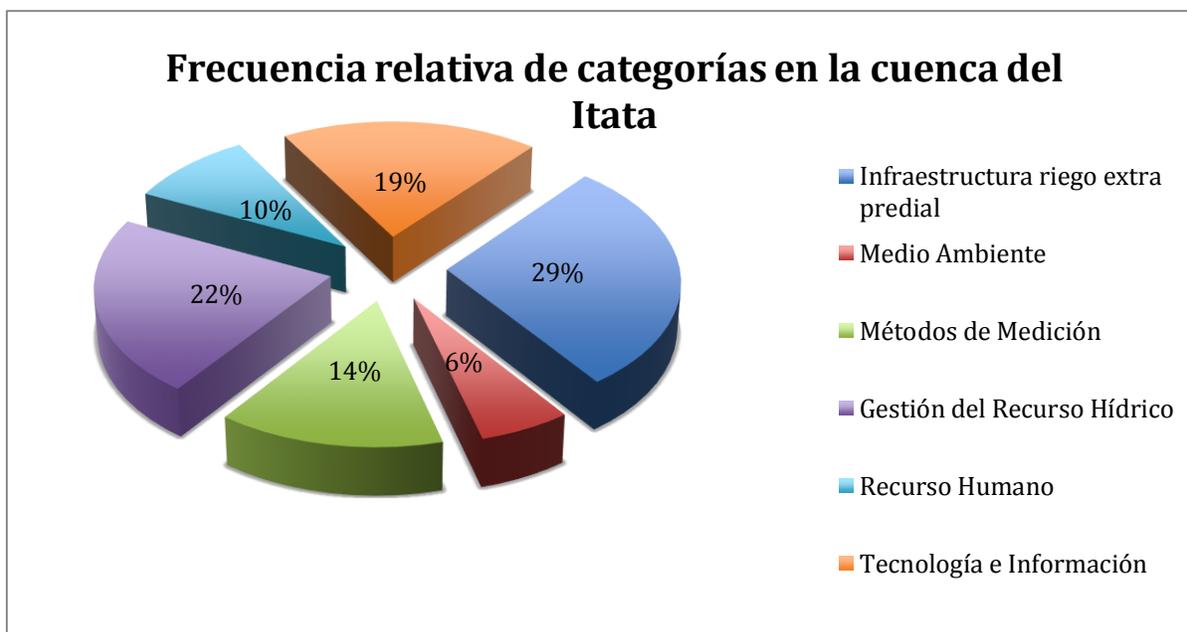


Figura 19. Frecuencia relativa de categorías en la cuenca del Itata.

Analizado los enunciados vertidos por los participantes en los talleres de participación ciudadana y entrevistas bajo el prisma de seis categorías que representan la problemática

vinculada al recurso hídrico en la cuenca del Itata, se observa en la Tabla 18 y Figura 19 que los requerimientos y preocupaciones mayormente mencionados tienen que ver con temas relativos a la “infraestructura de riego extra predial” abarcando estos el 29% de las frecuencias, seguido por la “gestión del recurso hídrico” con un 22%.

5.5.4 Sistematización de la información y elaboración de la línea base

5.5.4.1 Problemáticas detectadas pequeños agricultores en el desarrollo de las entrevistas

La mayoría de los usuarios no tienen acceso al agua para riego, especialmente en los sectores de secano interior, secano costero y secano de precordillera, problema que se agudizó con el terremoto especialmente en las cuencas materia de este estudio. Frente a esta realidad de escases del recurso, se presenta como gran problemática, la inexistencia de obras asociativas en acumulación y distribución, en las subcuencas de Ñuble alto, Itata medio y bajo. Los canales existentes en los territorios pertenecen en su mayoría a empresarios agrícolas, propietarios de las acciones que lleva el canal, lo que dificulta el acceso a estas fuentes. La segunda problemática identificada es transversal a todo el territorio en estudio, se trata de la regularización de los derechos de aprovechamiento de aguas. Al no ser propietarios de los derechos, no pueden acceder a los instrumentos de fomento al riego de las instituciones gubernamentales como INDAP y CNR, por lo que no pueden optar a subsidio estatal para la construcción de obras tanto intraprediales como extra prediales. Lo anterior conlleva a la tercera problemática identificada, sistemas de riego de muy baja eficiencia, en su mayoría riego por tendido, lo que se traduce en un uso deficiente del escaso recurso. Actualmente PRODESAL, hace entrega de pequeños sistemas de riego con estanque acumulador para abastecer pequeños huertos y/o invernaderos. Estos últimos cumplen una labor fundamental, prestando asesoría técnica a los agricultores y colaborando con la escasa transferencia tecnológica y de capacidades vinculada al uso del recurso hídrico en el territorio.

Otra problemática identificada, son los costos por concepto de energía, los pequeños agricultores no tienen acceso a fuentes de energía eléctrica trifásica debido a los costos asociados para acceder a ésta, lo que limita al uso de equipos de riego de bajo caudal que operan con la red domiciliaria y que conlleva un costo elevado para sus ingresos. Frente a esto, los agricultores poseen sistemas de riego con motobombas, que operan con combustible fósil, presentando a su vez costos elevados de combustible y mantención de los equipos.

El precario nivel de organización de los usuarios de aguas, se presenta como otra de las problemáticas identificadas en todo el territorio. Los usuarios poseen niveles de organización débiles, con problemas internos como son el respetar los turnos de riego, pago de cuotas, asistencia a las reuniones, entrega de documentación para postulación de proyectos, desconocimiento de las normativas. Esta situación es agravada por la avanzada edad de los regantes, debido a que los jóvenes han emigrado a las ciudades, presentando un bajo o casi nulo interés en la agricultura.

Las problemáticas identificadas durante las entrevistas, se representan en gráficos donde se priorizan las necesidades más urgentes por cada subcuenca del territorio en estudio, las que se muestran a continuación.

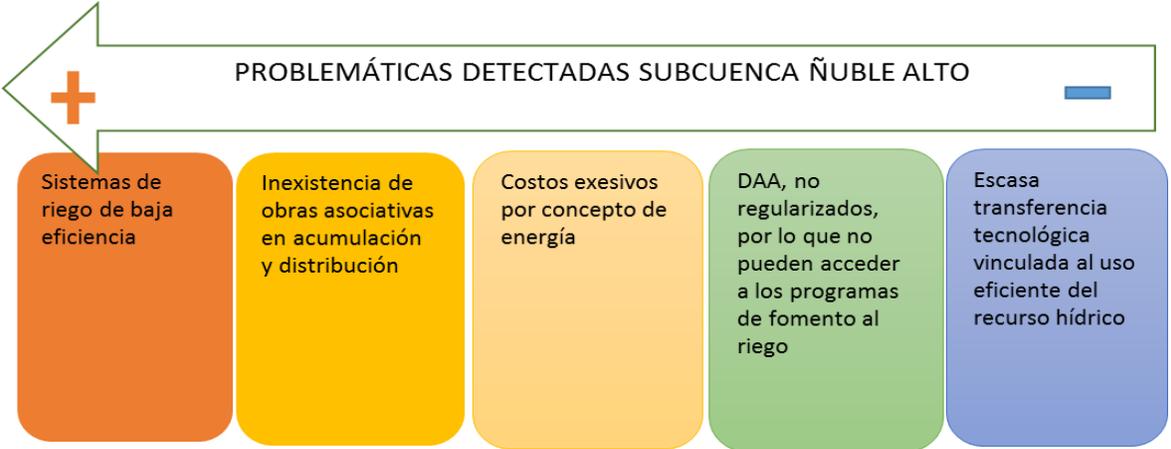


Figura 20. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Ñuble Alto.

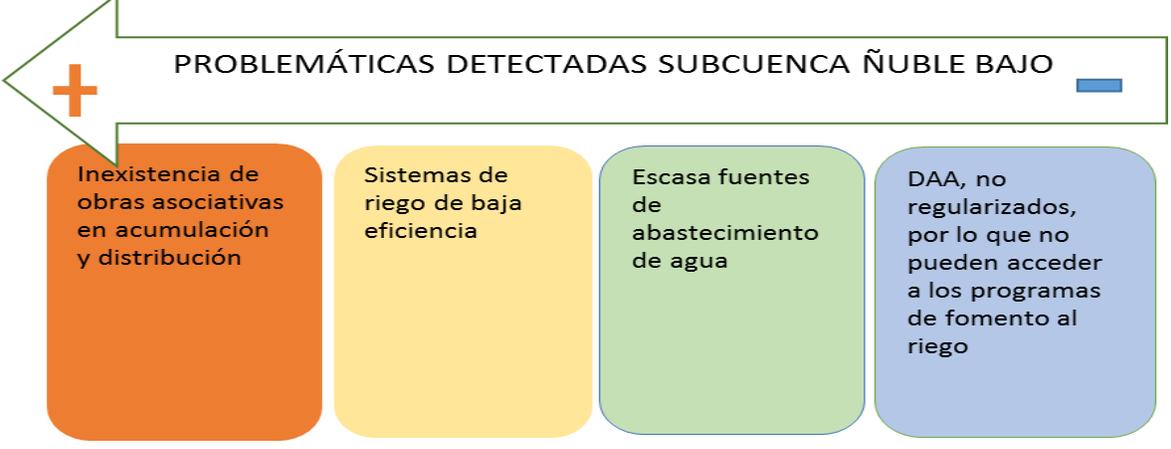


Figura 21. Problemática detectadas priorizadas en la subcuenca Ñuble Bajo.

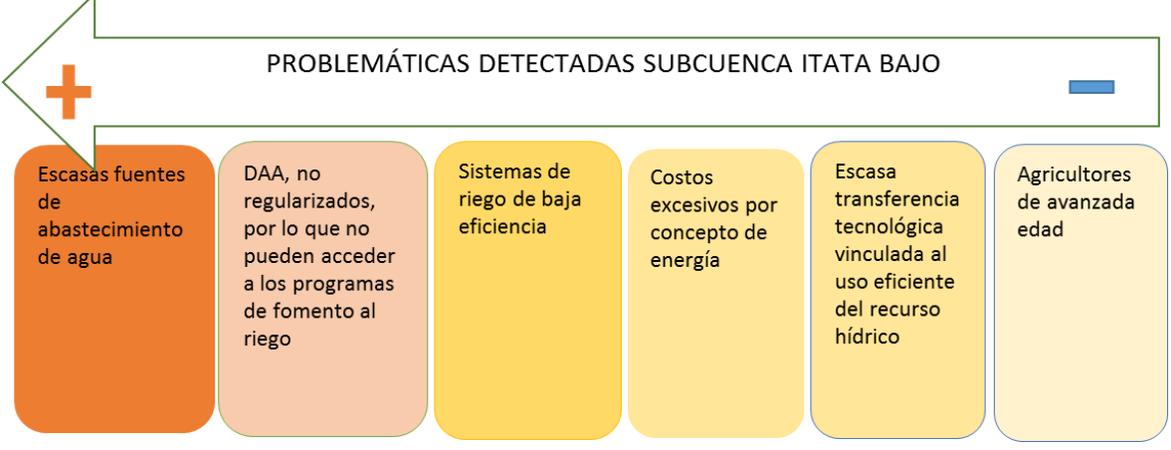


Figura 22. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuenca Itata Bajo.

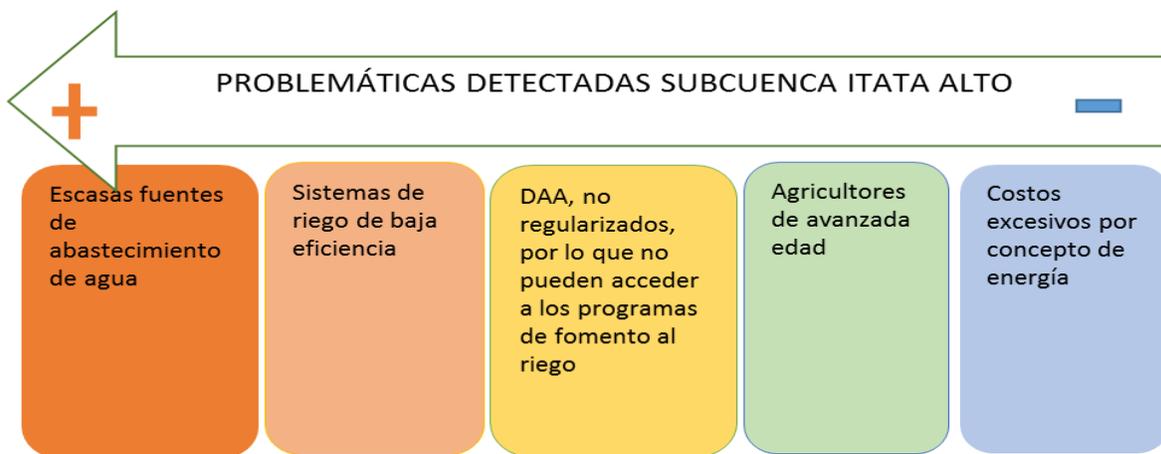


Figura 23. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuena Itata Alto.

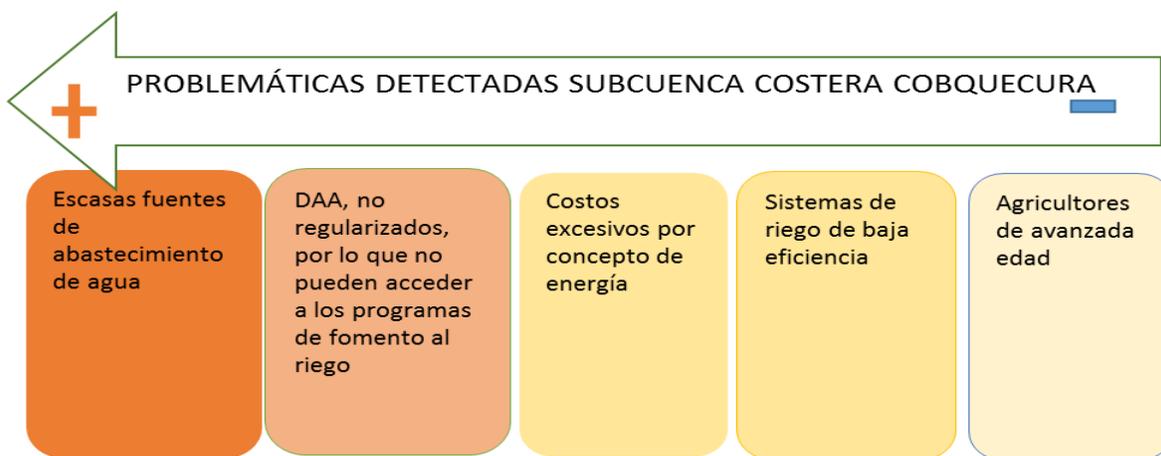


Figura 24. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuena costera de Cobquecura.

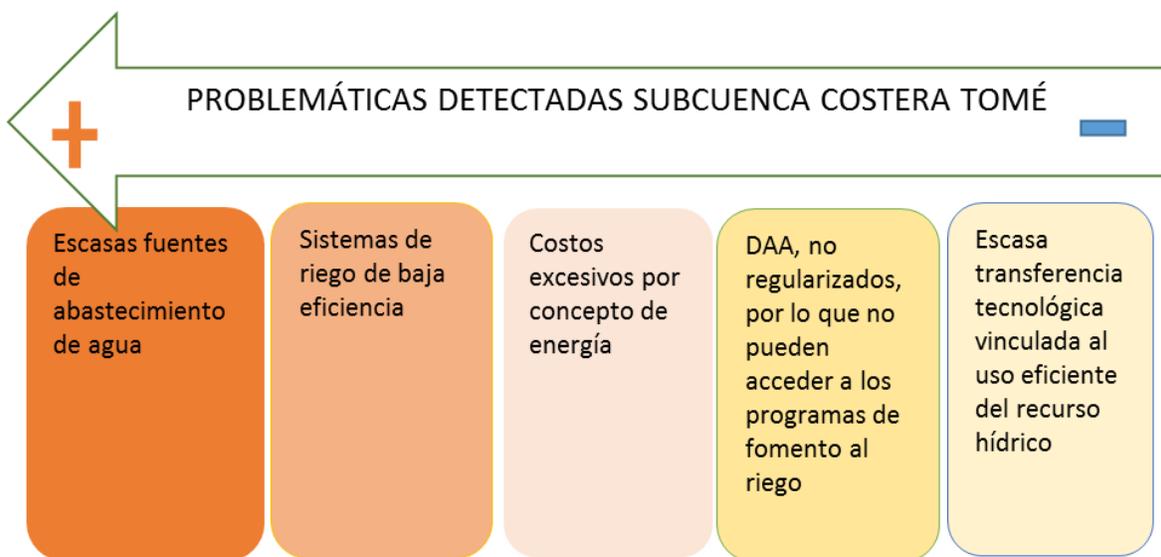


Figura 25. Problemáticas detectadas priorizadas en la subcuena costera de Tomé.

5.5.4.2 Problemáticas identificadas de las Organizaciones de Usuarios de Aguas

Dentro de las Organizaciones de Usuarios de Aguas, destacan las Juntas de Vigilancia cuya jurisdicción es sobre toda la cuenca, tienen por finalidad administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales; explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que les encomienden la ley y sus estatutos.

Es por esto que se trabajó especialmente con estas organizaciones, para conocer su realidad en torno al riego y su organización.

Respecto al uso de agua para riego, se pueden identificar problemáticas de diferentes aspectos: legales, organizacionales y técnicas.

La falta de infraestructura de captación, conducción y distribución, debido a los altos costos asociados a la construcción de éstas, fue una de las problemáticas identificadas por los entrevistados. Además, se evidenció la necesidad del revestimiento de los canales, que en la mayoría de las organizaciones es casi nulo, en la mayoría de los casos poseen sólo bocatomas del tipo temporal, sin barreras fijas sólo pretilos confeccionados de piedras, ripio y palos en el lecho del río.

Las organizaciones que poseen canales con revestimiento de hormigón y losetas, en su mayoría fueron adjudicadas mediante cofinanciamiento, tras la presentación de un proyecto que fue financiado por la CNR, como es el caso en los ríos Diguillín y Ñuble.

Otra problemática identificada es la falta de sistemas de aforo, lo que les impide a los agricultores cuantificar y distribuir el recurso. En algunas organizaciones cuentan con sus propios sistemas establecidos, a través de los cuales regulan el agua de riego en los diferentes canales matrices. De modo adicional algunos usuarios tienen sus propios sistemas de aforo o contratan servicios de empresas externas para la medición. Sólo algunos canales cuentan con sistema de telemetría, adjudicado mediante proyecto de la JV, financiado por la CNR.

La eficiencia de los sistemas de riego, es otra dificultad registrada, la mayoría de los usuarios opera con sistemas de baja eficiencia como son el riego tradicional, por tendido o surco. Un porcentaje menor de agricultores, utiliza riego tecnificado por aspersión o localizado, presentándose como una nueva limitante el alto costo que implica esta inversión, siendo sólo los grandes agricultores quienes pueden financiar sus proyectos. En el caso de los agricultores medianos y pequeños postulan a proyectos de cofinanciamiento de la CNR o INDAP.

Respecto a los financiamientos de las instituciones gubernamentales, es que se puede identificar una nueva limitante para el desarrollo del riego de los medianos y pequeños agricultores, debido a que los usuarios de aguas no poseen sus derechos de aprovechamiento debidamente inscritos, por lo que no pueden acceder a subsidios para aumentar la eficiencia en el uso del recurso.

La organización de los usuarios, cumple un rol fundamental en la administración y distribución del recurso, pero es la falta de ésta un detractor que les impide hacer buen

uso del recurso de una manera eficiente, para acceder a financiamiento por parte del Estado. También se identificó que los usuarios no respetan los turnos de riego, no cancelan las cuotas de la organización y carecen de capacitación técnica y legal.

Las problemáticas identificadas durante las entrevistas, se representan en gráficos donde se priorizan las necesidades más urgentes por cada organización, las que se muestran a continuación.



Figura 26. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Ñuble.

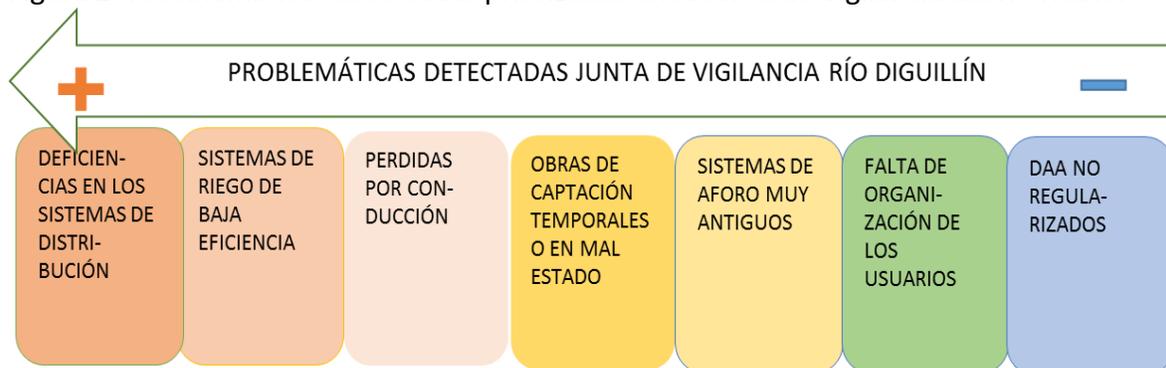


Figura 27. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Diguillín.

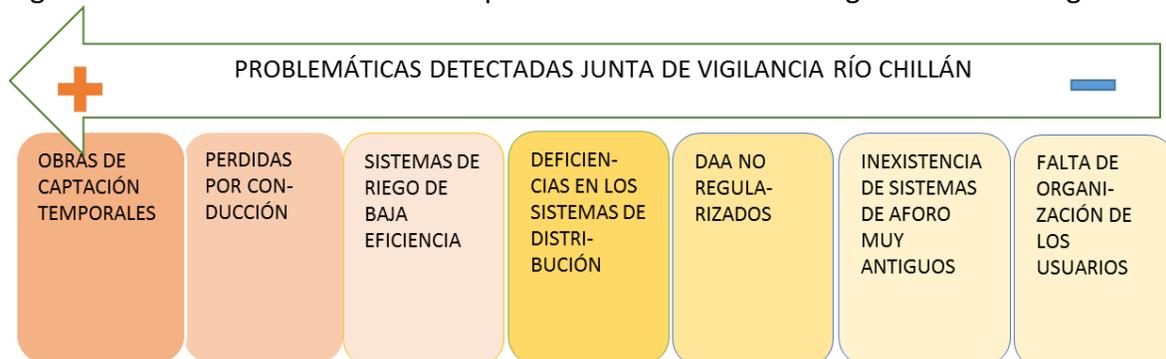


Figura 28. Problemáticas detectadas priorizadas en la Junta de Vigilancia del río Chillán.

5.5.5 Descripción general del territorio

Las zonas con mayor altitud tienden a poseer variabilidades climáticas más destacadas, en cambio las zonas más cercanas al océano, debido a su influencia, se tiene menores diferencias sobre todo en relación a temperaturas. Aun así, hay una particularidad en común en alrededor de la cuenca, es poseer un clima mediterráneo, lo que significa estaciones marcadas, de modo que esta zona tiene un período seco en verano, y un período de lluvias durante el invierno, en otras palabras el territorio posee diferencias contrastadas entre cada estación a pesar de los cambios climáticos que está experimentando gran parte del territorio nacional.

Debido a las características geológicas el uso agrícola de la cuenca se desarrolla principalmente en el valle longitudinal, por el contrario, el desarrollo forestal está emplazado hacia la cordillera de la costa y en parte en la cordillera andina hacia el sur.

Cabe destacar que en las zonas con alta actividad económica, destacando la forestal, es donde se presentan mayores conflictos por el uso del recurso hídrico. Debido a las características de dicha actividad impidiendo o bajando el nivel de la circulación del agua hacia zonas más bajas. Las zonas donde se aprecia bosque nativo posee mayor nivel de humedad y almacenamiento de agua, lo que conlleva aguas abajo facilitar el uso de suelo agrícola.

5.5.5.1 Antecedentes demográficos del territorio

La proyección de población a junio de 2013 (base Censo de Población 2002) y el porcentaje de personas en situación de pobreza, 2011 (Estimaciones para áreas pequeñas, Ministerio de Desarrollo Social), se encuentra en la Tabla 19.

Tabla 19. Proyección de población a junio de 2013 y porcentaje de personas en situación de pobreza.

Población y pobreza	Proyección de población a Junio 2013 (base Censo de Población 2002). Instituto Nacional de Estadísticas	Porcentaje de personas en situación de pobreza, 2011. Estimaciones para Áreas Pequeñas, Ministerio de Desarrollo Social
País	17.556.734	14,4
Región Biobío	2.074.094	21,5
Florida	9.655	20,5
Tomé	56.643	25,8
Cabrero	31.207	31,0
Tucapel	13.627	23,0
Chillán	179.368	17,7
Bulnes	21.711	21,1
Cobquecura	4.957	17,7
Coelemu	15.068	24,8
Coihueco	24.902	32,9
Chillan Viejo	32.404	17,6
El Carmen	11.284	22,9
Ninhue	5.039	21,1

Población y pobreza	Proyección de población a Junio 2013 (base Censo de Población 2002). Instituto Nacional de Estadísticas	Porcentaje de personas en situación de pobreza, 2011. Estimaciones para Áreas Pequeñas, Ministerio de Desarrollo Social
Pemuco	9.141	20,0
Pinto	11.263	21,2
Portezuelo	4.843	18,3
Quillón	15.538	15,7
Quirihue	11.937	24,6
Ránquil	4.672	15,1
San Carlos	51.406	22,3
San Fabián	3.487	23,5
San Ignacio	15.461	24,3
San Nicolás	10.065	24,5
Treguaco	4.836	24,8
Yungay	18.707	18,4

Fuente: Observatorio Social.

5.5.5.2 Clima

La cuenca está caracterizada por un bioclima mediterráneo, lo que significa períodos secos en época estival y meses lluviosos durante el invierno. Cabe destacar que la duración de las particularidades de dichas estaciones del año está fuertemente influenciada por fenómenos climáticos como "el niño" o "la niña".

La zona sur de Chile posee un patrón de variación ombroclimática característico. Mantiene variación de precipitaciones al lado oeste de ambas cordilleras a diferencias del resto del territorio puesto que estas tienden a ser una barrera climática hacia los frentes húmedos provenientes del océano pacífico. Resultado de ello son las llamadas precipitaciones orográficas, por aquella razón las zonas encontradas en dicho sector tienden a mayores precipitaciones promedio durante el año. Tal como se ilustrará más adelante, las zonas del secano interior y secano costero, tienden a la posibilidad de períodos de sequias más recurrentes.

Además, cabe mencionar que se distinguen dos tipos de bioclimas mediterráneos, frente a régimen térmico y pluviométrico. Mediterráneo pluviestacional oceánico y mediterráneo pluviestacional continental, el primero se caracteriza por amplitudes térmicas que no sobre pasan los 20°C, el cual abarca la mayoría de la cuenca, y el segundo es característico de zonas que están sobre los 2000 m.s.n.m. Dicho bioclima posee la particularidad de superar los 20°C de diferencias térmicas y está fuertemente influenciada por la altitud del lugar (CADE-INDEPE, 2003). Esto permite en esta zona, almacenar agua en forma de nieve, unas de las principales fuentes de agua para el sector.

5.5.5.3 Geomorfología, geología y suelos

La cuenca hidrogeológica del río Itata se extiende desde la latitud 36°00' por el norte hasta la latitud 37°20' por el sur, además está comprendida entre los paralelos 36°12' - 37°16' de Latitud Sur, y los meridianos 71°00' - 73°10' de Longitud Oeste.

Se destaca de manera importante la Cordillera de los Andes en la que en la zona alta se acentúan formaciones rocosas de origen sedimento-volcánicas resultante de los períodos cretácicos y terciarios, las que tienen como propiedad poseer una baja permeabilidad. Por consiguiente, se forma el basamento por el cual escurre el acuífero. Al oriente se encuentra el sector de los Nevados de Chillán y Volcán Chillán de formaciones netamente volcánicas, compuestas por coladas y depósitos piroclásticos, reolíticos, andesíticos y basálticos que no presentan características acuíferas. (CADE-IDEPE consultores en ingeniería- DGA, 2004)

La hoya hidrográfica del Itata comprende un área de 11.200 Km² y la forman tres subcuencas: subcuenca del río Itata, Ñuble y Diguillín. Colinas redondeadas, pendientes suaves y cimas amesetadas alternadas con valles planos y vegas constituyen la morfología del territorio. El río Itata cubre una extensión de 3.768 Km², se origina cerca de la estación Cholguán del Ferrocarril Longitudinal Sur, a pocos kilómetros de la ribera norte del río Laja. En ese punto se juntan los ríos Cholguán y Huépil. Hacia el NW recibe a sus tributarios, Dañicalqui, Diguillín y Larqui, los más importantes hasta la confluencia con el río Ñuble, desde el cual sigue su curso por la Cordillera de la Costa. Al enfrentar el valle longitudinal, el río da origen a un gran salto de agua donde es posible apreciar los estratos de sedimentos fluviovolcánicos.

Entre Treguaco y la desembocadura el río Itata recorre por un valle angosto, caracterizándose por terrazas fluviales laterales, y sólo en la desembocadura se ensancha, para dar origen a una gran playa. Finalmente, cercano a la desembocadura, la corriente se amplía en vegas, lo que permite disminuir su altura.

En el litoral de la cuenca se caracteriza por praderas costeras sobre terrazas marinas, robustamente extendidas por consecuencia de la alta humedad de la zona. En la Cordillera de la Costa se presentan suelos pardo forestales que están posicionados sobre rocas graníticas y pizarras metamórficas. En este sector hay un alto desarrollo de uso forestal, por lo tanto provoca que en estos sectores hay un alto grado de susceptibilidad a la erosión y además promueve el embancamiento del río hacia la desembocadura. A diferencia de la Cordillera Andina, en esta se observa vegetación nativa, donde el uso para suelo forestal es variable hacia el sur.

En el valle Longitudinal, se caracteriza por suelos pardo no cálcicos, formados sobre sedimentos aluviales y cenizas volcánicas, en el que se desarrolla la mayor parte de la agricultura de la cuenca (CADE-INDEPE, 2003).

En la cuenca se emplaza la Reserva Nacional Ñuble, ubicada a la comuna de Pinto y la comuna de Antuco, destacada para la protección del huemul y gran parte de la flora predominante como el roble, lenga y ñire (CONAF).

5.5.5.4 Precipitaciones

Como mencionamos anteriormente las precipitaciones están fuertemente influenciadas a las características de tiempo y espacio de la zona, como son las precipitaciones orográficas que son provocados por una barrera como la cordillera. O en lugares sobre la cota cero

que presenta caída de nieve., aumentando el almacenamiento del agua en forma sólida. Cabe mencionar que la cota cero está influenciada térmicamente dado que a mayor temperatura, la cota cero se presenta a mayor altura provocando menor almacenamiento de agua en forma de nieve. Esto sucede cuando la mayor parte de las precipitaciones están presentes en primavera.

Según registros de los últimos 70 años, en época de estiaje y primavera hay una disminución considerable de precipitaciones en la cuenca, a diferencia del resto del año.

Sectores del secano interior y sectores del secano costero poseen tendencia a obtener menor cantidad de precipitaciones, en consecuencia, tiene más probabilidades de presentar eventos de sequías más recurrentes.

5.5.6 Caracterización del territorio según los recursos naturales y el medio ambiente

5.5.6.1 Antecedentes de disponibilidad u oferta hídrica

Se sintetizó la información generada durante los últimos 30 años sobre la hidrología de la cuenca del río Itata y sus cuencas costeras adyacentes, tanto a través del estudio de proyectos anteriores, como por medio del desarrollo de múltiples estudios en el área.

Entre los proyectos que fueron considerados para el análisis de la hidrología de la cuenca del Itata, destaca el “Estudio hidrológico y situación actual agropecuaria” (Proltata , 1992) que reunió una importante cantidad de antecedentes sobre uso de suelo, análisis de precipitaciones, de caudales, geología y aguas subterráneas; siendo el primer estudio integral realizado para esta cuenca. Otros documentos que han permitido contar con una importante base de datos que fue usada para este informe son los estudios para la norma secundaria “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad” (CADE-INDEPE, 2003) y el “Estudio hidrogeológico cuencas Biobío e Itata” (Aquaterra, 2011).

Desde el punto de vista del conocimiento en detalle de la cuenca, es importante destacar la experiencia del equipo consultor en la ejecución, o la asesoría de proyectos de riego que han sido concursados para la CNR, así como también la participación en los proyectos realizados por Prisma para la DOH (2002; 2005 y 2008) que permitieron realizar un recorrido detallado de los cauces de los ríos Itata, Ñuble, Chillán, Cato y del Sistema Laja Diguillín.

Desde el punto de vista académico se han realizado a lo largo de las últimas dos década importantes proyectos financiados por el GORE, estudiando fuentes de agua en Ninhue (Universidad de Concepción , 2002); el proyecto Fondecyt 110298 que estudió la hidrología de la cuenca del río Diguillín e Itata, así como se han desarrollado 25 tesis de pregrado, 5 de Magister y una de doctorado en la cuenca.

Es por lo anterior que a continuación se sintetiza el conocimiento adquirido en los últimos 25 años por el equipo consultor para caracterizar la disponibilidad de recursos hídricos de la cuenca del río Itata.

Antecedentes generales

La cuenca del río Itata, al igual que el resto del territorio de la zona central de Chile, se caracteriza por presentar grandes formaciones geomorfológicas que se desarrollan en un sentido longitudinal: cordillera de los Andes; precordillera; valle central; secano interior y secano costero.

El carácter longitudinal de estas formaciones morfológicas se debe a la subducción tectónica que se produce cuando la placa de Nazca se hunde bajo la placa Sudamericana, que origina las cadenas montañosas que existen a lo largo de la costa pacífica de Sud América (Caitanio, F.A., Faccenna, C., Zlotnik, S., & Stegman, D., 2011).

Hace aproximadamente 100 millones de años, una importante actividad tectónica creó la actual Cordillera de los Andes, forzando a los ríos que se formaron en su cara Occidental a labrar valles en su movimiento al océano (Figura 29). En la zona centro sur de Chile una continua actividad tectónica lentamente creó una depresión (Figura 30) que fue cubierta por sedimentos formando lo que actualmente se llama depresión central. Sin embargo debido a que los ríos ya habían labrado sus valles hacia el océano, la tendencia general de escurrimiento Este Oeste se mantuvo (Figura 31), generando las cuencas andinas características de la zona centro sur de Chile, por ejemplo, la cuenca del río Itata.

Esta depresión central, que localmente se llama Valle Central, fue rellenada por depósitos que incluyen una mayor participación de materiales de origen fluvioglacial y límnic, así como horizontes del suelo formados por cenizas y otros materiales procedentes del volcanismo cuaternario (Borgell, 1983). Además, ligado a la actividad volcánica se desarrollaron gruesos y extensos depósitos laháricos en forma de abanicos, así como depósitos de flujos piroclásticos (ignimbríticos) y de cenizas (Moreno, H. & Varela, J., 1985). Esto provocó en los suelos, la existencia de horizontes de baja permeabilidad, y en consecuencia, la presencia de acuíferos colgados con niveles freáticos poco profundos (Arumí, J.L. & Oyarzún, R.A., 2006).

En la zona central de Chile, la precipitación es causada por sistemas frontales provenientes del océano Pacífico, que chocan contra la Cordillera de los Andes que constituye una importante barrera orográfica que regula el clima en Sud América (Garreaud, 2009). Debido a esto, la cordillera recibe una mayor precipitación constituyendo una zona activa de recarga de aguas subterráneas, principalmente producto de los procesos de infiltración y transporte que se producen en los valles, cauces y sistemas fracturados, existentes tanto en las zonas altas como en la precordillera (Carling, G.T. , Mayo, A.L., Tingey, D., & Bruthans, J., 2012).

Al poniente del Valle Central, la cordillera de la Costa actúa como una barrera geológica, que dirige la escorrentía hacia el valle por donde el río principal logra cruzar dicha barrera (Figura 32). Esta barrera fuerza además que el flujo subterráneo tienda a aflorar al Poniente del Valle Central (Figura 33).

Considerando la existencia de las grandes unidades geomorfológicas descritas en el punto anterior, en la cuenca del río Itata, la disponibilidad de agua se produce por la combinación de los siguientes procesos hidrológicos:

- Escorrentía directa producto de las precipitaciones invernales.
- Derretimiento de nieve desde la Cordillera de los Andes que se acumuló durante el invierno.
- Derretimiento de los glaciares existentes en la cuenca.
- Liberación de agua subterránea acumulada en los sistemas acuíferos fracturados existentes en la Cordillera de los Andes.
- Liberación de agua subterránea desde los sistemas acuíferos porosos existentes en valles y zonas de relleno sedimentario.

A lo largo de la cuenca del Itata, la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea dependerá de la importancia relativa que tenga cada uno de estos procesos en las subcuencas que se consideran en este estudio.

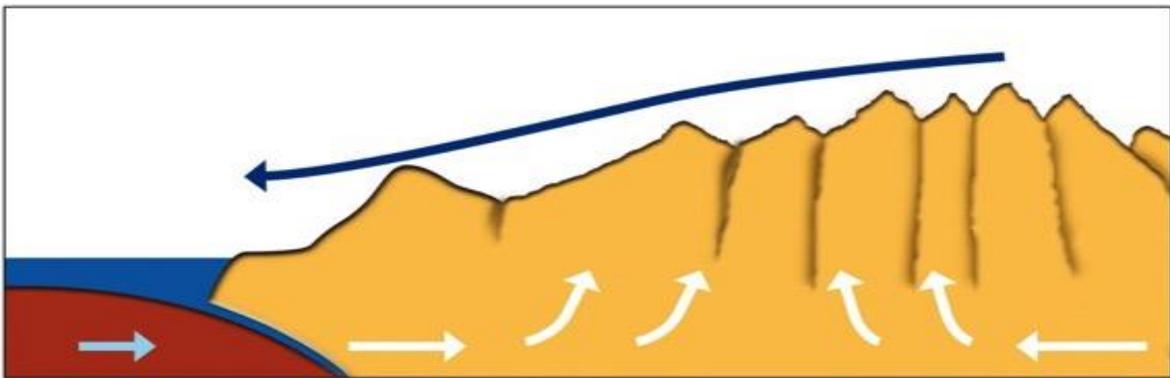


Figura 29. Evolución de la zona central de Chile. Tectónica de subducción crea la Cordillera de los Andes.

En la Figura 29, la flecha celeste corresponde al movimiento de la Placa de Nazca, las flechas blancas al movimiento en la Placa Sudamericana y la flecha azul a la dirección predominante de la escorrentía.

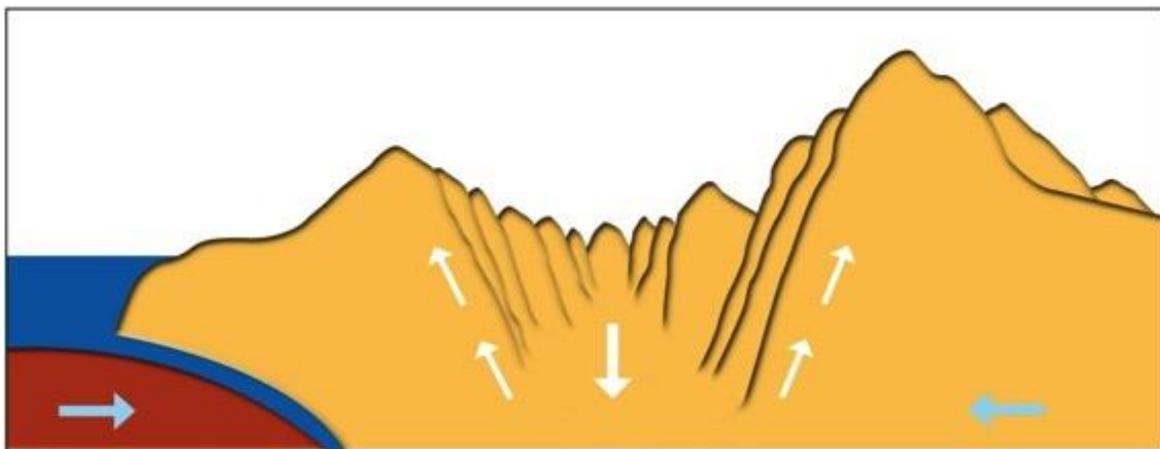


Figura 30. Varios sistemas de fallas crean una depresión central.

En la Figura 30, la flecha celeste corresponde al movimiento de la Placa de Nazca y las flechas blancas al movimiento en la Placa Sudamericana.



Figura 31. Relleno posterior.

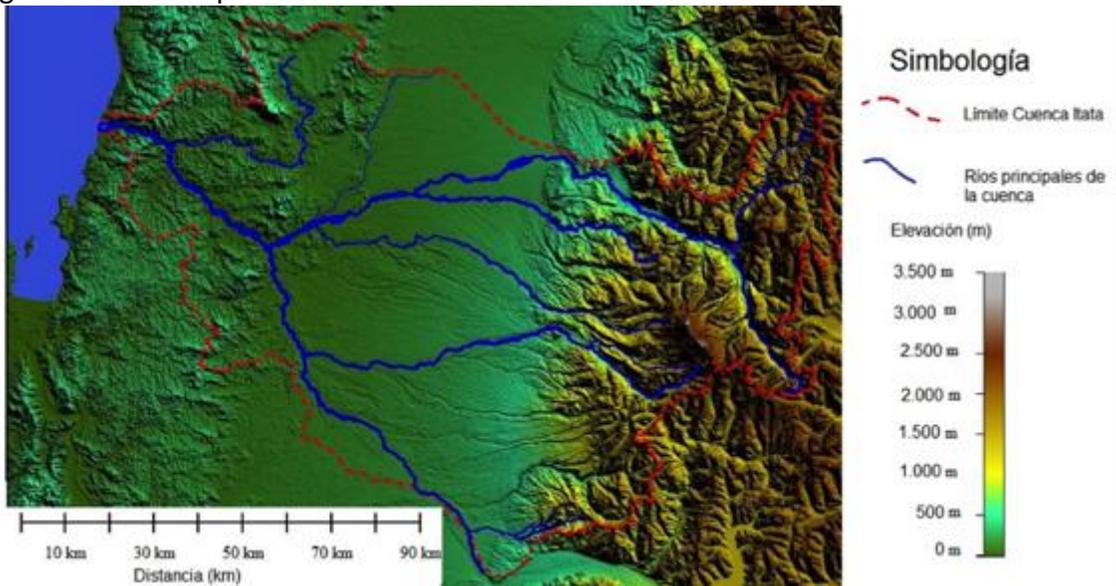


Figura 32. Modelo digital de elevación de terreno de la cuenca del Itata, donde se muestra el efecto de barrera geológica que produce la Cordillera de la Costa.

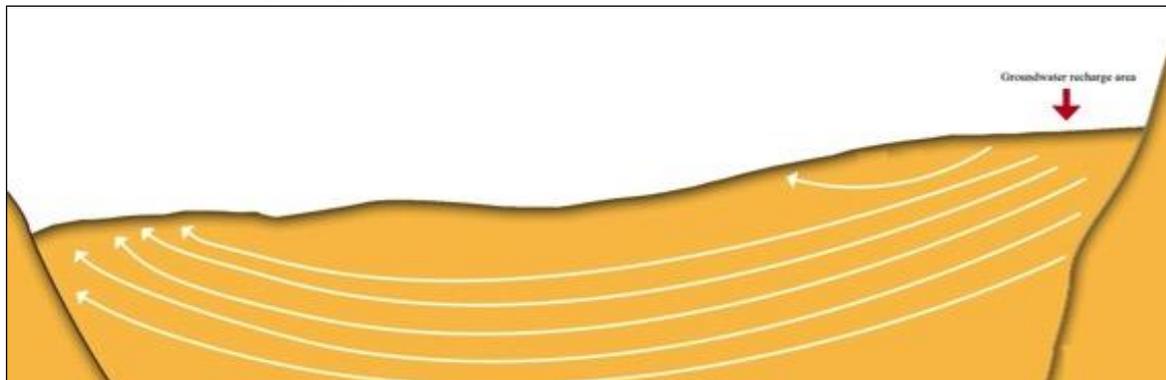


Figura 33. Las flechas blancas ilustran la tendencia del flujo de aguas subterráneas en el Valle Central de Chile.

5.5.6.2 Disponibilidad de agua superficial

Ñuble Alto

Corresponde a la parte andina de la cuenca del río Ñuble e incluye a su principal afluente, que es el río Los Sauces. Bajo el punto de vista del riego en esta zona se podría desarrollar alguna actividad agrícola en los valles cordilleranos, ubicados a una cota donde la nieve permita el desarrollo de cultivos o plantaciones.

La Figura 34 presenta las curvas de variación estacional de los caudales medidos en la estación fluviométrica río Ñuble en San Fabián, que es operada por la Dirección General de Aguas (DGA). La curva de variación estacional describe el comportamiento de los caudales medios mensuales y en el caso de la Figura 34, se presenta el comportamiento característico para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%, que es el equivalente a la seguridad de riego.

Es posible apreciar que los caudales medios mensuales producidos por la cuenca del Ñuble Alto varían en un orden de magnitud, superando los $180 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ en los meses lluviosos y bajando a menos de $18 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ durante la temporada de estiaje. Esta importante variación de caudales se debe a que la cuenca del Ñuble Alto recibe aportes de escorrentía pluvial durante los meses de invierno y de derretimiento nival durante los meses de primavera, pero sólo recibe aportes de derretimiento de los pequeños glaciares y liberación de aguas subterráneas durante los meses de estiaje.

De hecho, debido a que en la cuenca del Ñuble, la altura máxima que alcanza la cordillera es de sólo 3.300 metros, el deshielo se produce al inicio de la primavera y dura sólo hasta mediados de enero. Por lo anterior, el bombardeo de nubes resulta inviable en esta cuenca, ya que el deshielo se concentra durante los meses de primavera y no se dispondría de más agua durante los meses de verano.

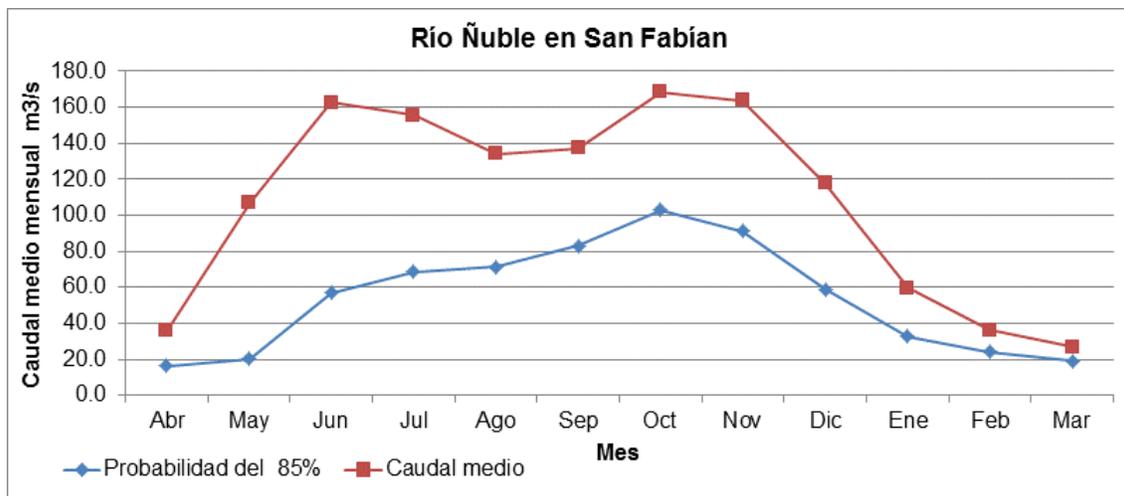


Figura 34. Curva de variación estacional del río Ñuble en San Fabián para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.

Ñuble Bajo

Corresponde a la subcuenca del río Ñuble con sus principales tributarios, que son los ríos Cato, Chillán y Changaral. Esta subcuenca incluye una importante área de desarrollo agrícola que posee una infraestructura de riego desarrollada donde existen Asociaciones de Canalistas y las Juntas de Vigilancia de los ríos Ñuble y Chillán.

Desde el punto de vista de la infraestructura de riego, destaca en esta subcuenca el embalse Coihueco y el proyecto del embalse Punilla, que aprovechará las aguas del Ñuble Alto, para regar este territorio.

Desde el punto de vista de la disponibilidad de los recursos hídricos, este territorio posee la mayor parte de las acciones de aprovechamiento de agua del río Ñuble, por lo que los caudales descritos en la Figura 34, son la base para la distribución de aguas de riego que realiza la Junta de Vigilancia del río Ñuble.

Las subcuencas del Cato y del Chillán drenan la precordillera Andina y por eso poseen un régimen hídrico predominantemente pluvial, con algo de deshielo y un aporte de liberación de aguas subterráneas. La Figura 35 presenta las curvas de variación estacional de los caudales medidos en la estación fluviométrica río Chillán en Esperanza, que es operada por la Dirección General de Aguas (DGA). La curva de variación estacional describe el comportamiento de los caudales medios mensuales y en el caso de la Figura 35, se presenta el comportamiento característico para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%, que es el equivalente a la seguridad de riego.

Es posible apreciar que los caudales medios mensuales producidos por la cuenca del Chillán, también poseen una alta variabilidad. En los meses de invierno los caudales se producen principalmente por escorrentía directa, durante primavera existe una pequeña componente de deshielo y en los meses de verano aportes del glaciar ubicado en el volcán Chillán, así como la liberación de aguas subterráneas desde los acuíferos fracturados que componen el complejo volcánico.

El río Cato se desarrolla a lo largo de la unión de las dos grandes unidades geológicas que forman la parte norte de la cuenca del Itata, que son los abanicos pleistocénicos del río Ñuble (Abanico de San Carlos) y del río Chillán (Abanico de Chillán). Ambas formaciones se unen al norte de la ciudad de Chillán formando en dicha unión el río, que se desarrolla a una cota mucho más baja que los ríos Ñuble y Chillán (Arumí, J.L., Rivera, D., Muñoz, E., & Billib, M., 2012). Una condición similar posee el río Changaral que se desarrolla entre los rellenos que conforman el abanico del río Ñuble y la Cordillera de la Costa y por ello drena la parte poniente del área regada de San Carlos y San Nicolás.

Un esquema de esta interacción se ilustra en la Figura 36, desde el punto de vista de calidad de agua, tanto el río Cato como el río Changaral presentan riesgos de recibir contaminación difusa originada en las zonas de riego. Siguiendo lo anterior el río Changaral es aún más crítico, pues su área de drenaje incluye la parte poniente de la cuenca y además recibe los derrames de los canales de riego que produce un aumento de escorrentía durante el mes de noviembre Figura 37.

La alta variabilidad de caudales que se produce a lo largo del año en los ríos de la zona ha motivado la formulación de proyectos de construcción de embalses como el Esperanza, Káiser, Miraflores, Quilmo, Changaral, etc..

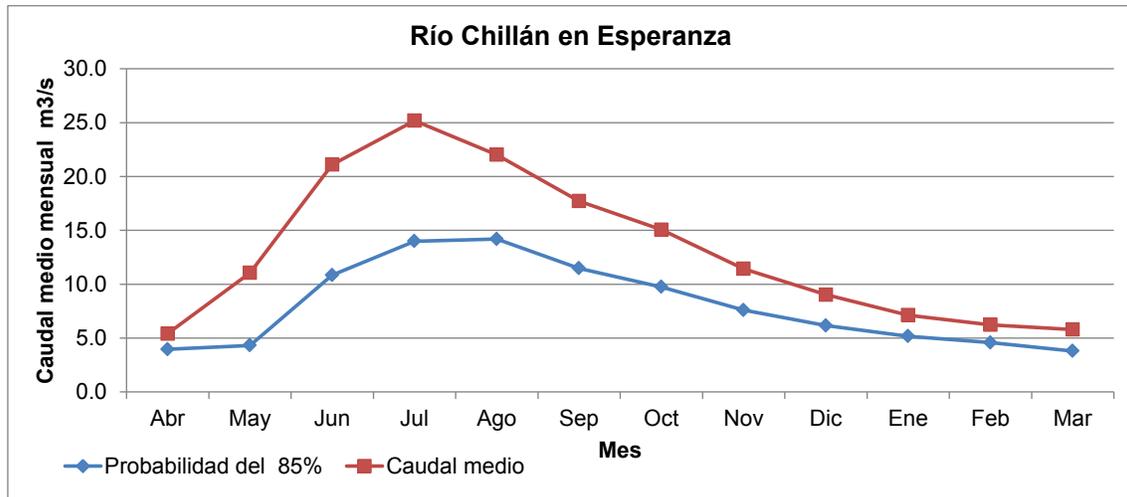


Figura 35. Curva de variación estacional del río Chillán en Esperanza para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.

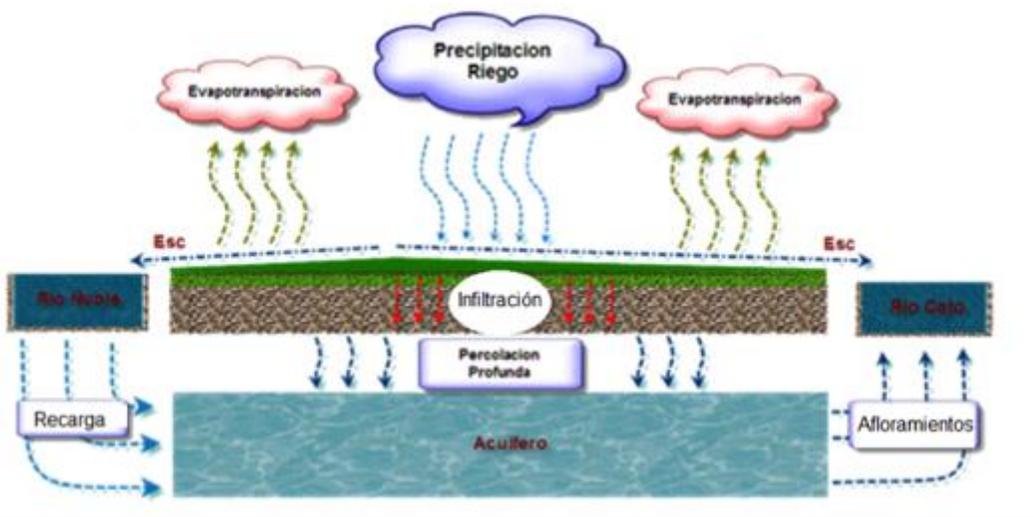


Figura 36. Esquema conceptual de las interacciones hidrológicas existentes en la zona de Cato.

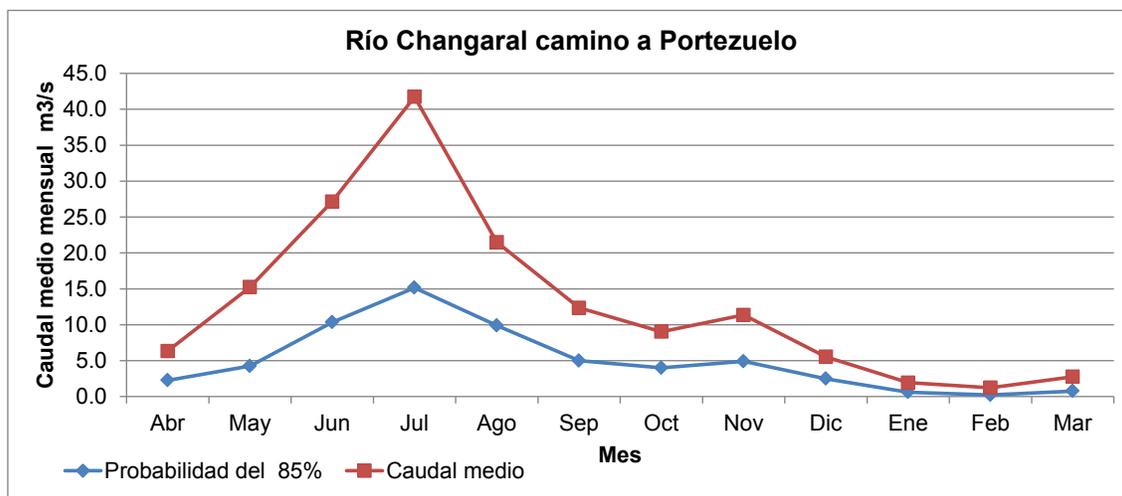


Figura 37. Curva de variación estacional del río Changaral camino a Portezuelo para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2010.

Itata Alto (hasta río Diguillín)

Esta subcuenca recibe el drenaje de esteros que se originan en la precordillera, siendo los más importantes los esteros Huépil, Cholguán, Trilaleo y Dañicalqui. Es importante destacar que el río Itata se forma a partir de la confluencia del Huépil con el Cholguán.

La Figura 38 presenta las curvas de variación estacional de los caudales medidos en la estación fluviométrica río Itata en Cholguán, que es operada por la Dirección General de Aguas (DGA). La curva de variación estacional de esta figura representa un río con un régimen pluvial, pero cuyos caudales de estiaje están afectados por el trasvasije de aproximadamente $15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, que corresponden al canal Zañartu.

En general los cauces que conforman esta subcuenca poseen caudales bajos durante los meses de estiaje y es por eso que es una zona de desarrollo limitado de la agricultura de riego. La principal fuente de agua superficial es el río Itata, pero que es suplementados por aportes provenientes de la cuenca del Laja, que son trasvasijados por el canal Zañartu y por aportes subterráneos.

El canal Zañartu posee una bocatoma en el río Laja y realiza un trasvasije de agua, vaciándose en el río Huépil, donde es conducido hasta una bocatoma ubicada cerca del salto del Itata en el sector de Campanario. Otra obra hidráulica importante es el canal Laja Diguillín, que trasvasa aguas desde la cuenca del Laja al área del Diguillín (Arumí, J.L., Rivera, D., Rougier, A., & Díaz, R.), usando un tramo de 5,5 km de conducción por el río Huépil.

El río Huépil nace en el cono aluvial del Laja y al unirse con el río Cholguán forma el río Itata que en su desarrollo diagonal (Sureste Noreste) marca el límite norte del cono de arenas formado por la rotura del lago Laja, hace 9.000 años (Thiele, R., Moreno, H., Elgueta, H., Lahsen, A., Rebolledo, S., & Petit-Breuilh, M., 1998). Por esta razón, se

produce una conexión subterránea que drena hacia el río Itata (Arumí, J.L., Rivera, D., Muñoz, E., & Billib, M., 2012).

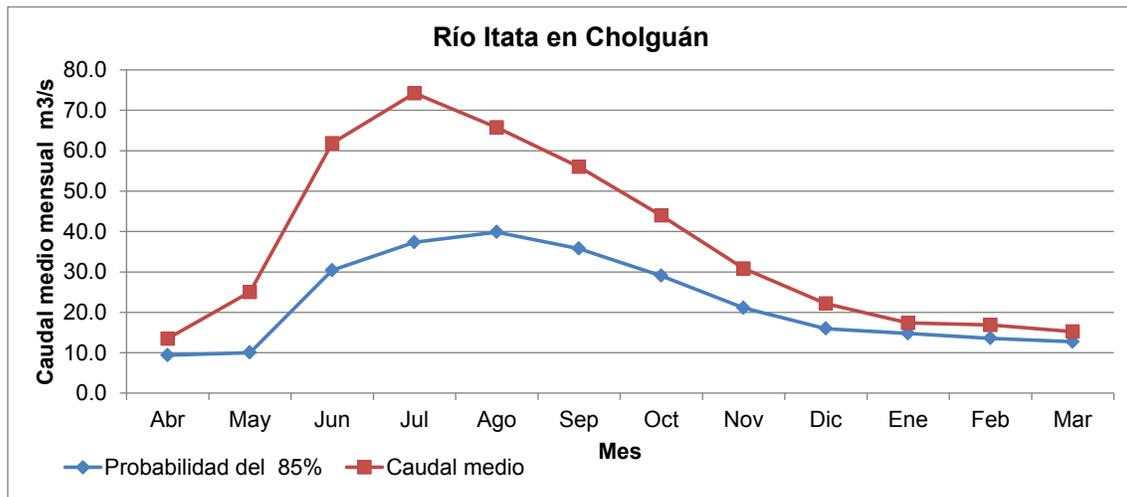


Figura 38. Curva de variación estacional del río Itata en Cholguán para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.

Itata Medio

Corresponde a la subcuenca del río Itata, desde la confluencia del Diguillín hasta la confluencia del Ñuble en Nueva Aldea. Esta subcuenca presenta al principal tributario que descarga desde el sur al río Itata, que es el estero Donquilco, que drena el área de Quillón.

Esta subcuenca incluye importantes áreas de desarrollo agrícola como son las zonas regadas por los ríos Diguillín, Larqui y canal Quillón. Una importante organización de usuarios de agua es la Junta de Vigilancia del río Diguillín y sus Afluentes, que representa las áreas regadas por el río Diguillín y el canal Laja Diguillín.

Desde el punto de vista de la infraestructura de riego, destaca en esta subcuenca el canal Laja Diguillín, que trasvasija aguas desde el lago Laja y el proyecto del embalse Zapallar, que aprovechará las aguas del río Diguillín, para regar este territorio.

La subcuenca del Diguillín, tiene un régimen principalmente pluvial, pero también recibe aportes andinos desde los valles de las Trancas, Aguas Calientes y de los Huemules, por lo que recibe aportes de deshielo que se mantienen normalmente hasta el mes de diciembre (Figura 39). Durante la temporada de verano y principios de otoño, el río Diguillín mantiene un caudal mínimo estable producto de la descarga de aguas subterráneas almacenada en sistemas de agua subterránea fracturados y del acuífero existente en el Valle Central, que aportan unos $10 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, que se deberían sumar a los caudales registrados en la estación de San Lorenzo (Arumí, J.L., Rivera, D., Rougier, A., & Díaz, R.). Es importante destacar que si bien el río Diguillín tiene un importante número de canales de riego, desde los esteros afluentes del río Diguillín, como las Raíces, Corontas y Temuco, también se extrae agua en una serie de canales de riego.

La subcuenca del Larqui corresponde a una cuenca que drena principalmente el Valle Central, sin tener aportes de la precordillera Andina. Por esa razón el régimen hídrico del río corresponde a un sistema de drenaje de aguas lluvia, con un reducido caudal de estiaje.

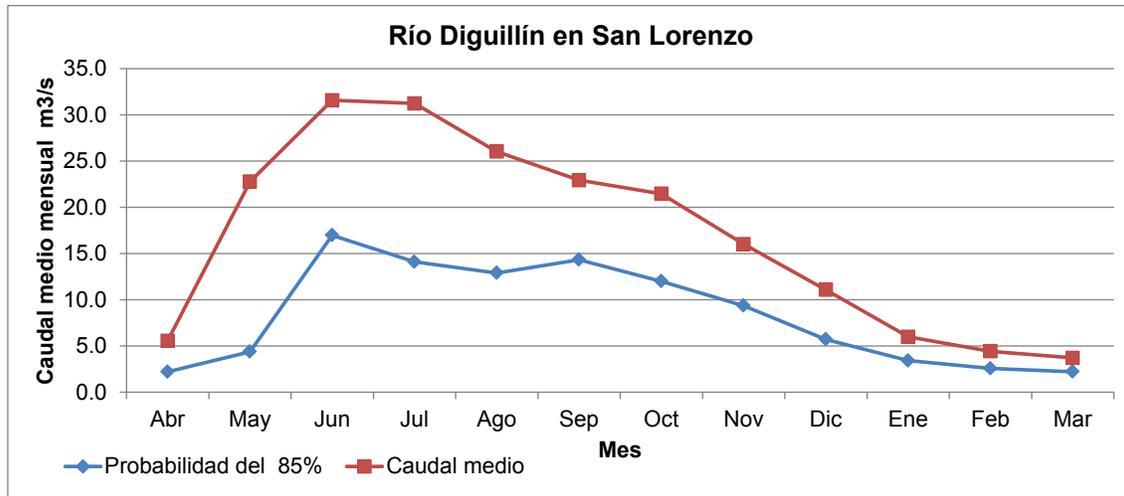


Figura 39. Curva de variación estacional del río Diguillín en San Lorenzo para un año promedio y para una probabilidad de excedencia del 85%. Análisis considerando datos desde abril 1941 a marzo 2014.

La cuenca del estero Donquilco, drena un valle de la Cordillera de la Costa, por lo que su régimen hidrológico corresponde a un río que drena aportes pluviales y que tienden a poseer un caudal reducido o secarse en temporada de estiaje. Un caso especial es el estero Queime que mantiene un caudal estable en verano, probablemente por aportes de vertientes que descargan un sistema de aguas subterráneas fracturado existente en la ladera norte del cerro Cayumanqui. El estero Donquilco es una fuente de agua para riego de las parcelas ubicadas en la zona de Coyanco.

No obstante lo anterior, en la zona de Quillón la principal fuente de agua superficial para riego es el río Itata, que es aprovechado actualmente a través del canal Quillón.

Itata Bajo

Esta subcuenca corresponde principalmente al río Lonquén y los esteros Quillolemu y Guarilihue.

Esta subcuenca se encuentra ubicada en la zona geográfica conocida como secano interior que corresponde a la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa. Es bien conocido el hecho de que la principal limitante productiva para la agricultura de la zona es la escasez de agua, situación que se genera por la combinación de tres factores: clima, geología e historia.

Desde el punto de vista climático la zona se encuentra ubicada en una zona protegida de los sistemas frontales, que originan la precipitación en la zona central de Chile. Esta ubicación produce que la comuna reciba menos aporte de precipitación en comparación

con otras comunas ubicadas en diferentes zonas geográficas como el valle central o la precordillera de los Andes.

Con respecto a la geología, la zona está constituida por formaciones graníticas de origen paleozoico, que son características de la Cordillera de la Costa (Proltata , 1992). Al erosionarse, estas formaciones graníticas dan origen a rellenos recientes formados por un material de textura fina, con una fracción importante de arena, denominado maicillo. Desde el punto de vista hidrogeológico las característica típicas de los suelos de origen granítico son baja permeabilidad y alta capacidad de retención de agua; pero también este material presenta una alta erodabilidad (Selker, J., Rupp, M., Leñam, M., & Uribe, H., 2000).

Históricamente, la zona del secano interior, fue parte del "Granero de Chile". Esta fue una zona donde se cultivó intensivamente trigo y otros cereales. Desafortunadamente, las prácticas agrícolas utilizadas fueron inadecuadas para los tipos de suelos y pendientes de la zona, produciendo una erosión generalizada con la consiguiente pérdida de suelo y cobertura vegetal. Esto explica por qué, a pesar que en esta zona precipita más del doble que en otros valles similares de la Cordillera de la Costa (como el de Marga Marga o el de Limache en la Quinta región) sea más seco en verano, pues se perdió la capacidad de retención de humedad que aporta el suelo y la vegetación.

En la Fotografía 3, se aprecia una vista de un valle típico de la zona. En general se trata de valles rodeados de cerros erosionados que han sido formados por el depósito del material de relleno en la parte baja. Los cerros presentan un gran número de quebradas que desembocan al valle. Como se puede apreciar en la imagen, la vegetación en los cerros es escasa, apareciendo manchones bien definidos en las quebradas y en las partes bajas del valle. Estos manchones verdes son producto de la presencia de vertientes y vegas.



Fotografía 3. Valle típico de la zona.

La hidrología del río Lonquén ha sido extensamente estudiada por (Selker, J., Rupp, M., Leñam, M., & Uribe, H., 2000) y posteriormente por (Stewart, R.D., et al., 2015), quien demostró que el comportamiento de los sistemas de fisuras de los suelos controlan la escorrentía. Estos resultados son extensibles a todos los suelos del secano interior. Como

se indica en la Figura 40, el régimen hídrico de este río es netamente pluvial, con tres marcados períodos asociados a las características del suelo granítico que tiene baja permeabilidad con gran capacidad de almacenamiento de agua:

Período de estiaje (entre noviembre y mayo). En este período la precipitación es escasa y la evapotranspiración es alta. Por esta razón los suelos existentes en la cuenca están secos y se producen sistemas de fisuras, por donde se infiltra la escasa lluvia que cae durante ese período. Existe muy poca escorrentía en los cauces (Figura 40), lo que implica que prácticamente no existe flujo base en las cuencas.

Período de acumulación de humedad en la cuenca (entre los meses de abril y junio). Durante este período comienzan las lluvias, el suelo se comienza a humedecer, pero las fisuras están aún abiertas por lo se mantiene una alta tasa de infiltración y nula escorrentía.

Período de invierno (entre los meses de julio y octubre). En este período el suelo está saturado por lo las fisuras se cierran impermeabilizando la cuenca y prácticamente toda la precipitación escurre superficialmente.

De acuerdo a lo anterior aproximadamente el 40% de la precipitación que cae sobre la cuenca del Lonquén escurre superficialmente. La paradoja que se presenta en la zona, es que a pesar de que la disponibilidad de agua es la principal limitante productiva para la agricultura, en realidad hay agua, pero durante los meses de lluvia, por lo que en realidad faltan son estructuras de acumulación de aguas invernales.

Sin embargo, estas estructuras serán vulnerables a la sedimentación si no se considera la creación de zonas de protección ribereñas en los cauces que la alimentan, un mejor manejo de la vegetación en las áreas de mayor pendiente y la implementación de sedimentadores aguas arriba de los embalses.

Finalmente, se ha presentado como un proyecto alternativo a la construcción del embalse Lonquén, la construcción de un canal que trasvase aguas desde el embalse Punilla a la subcuenca del Lonquén.

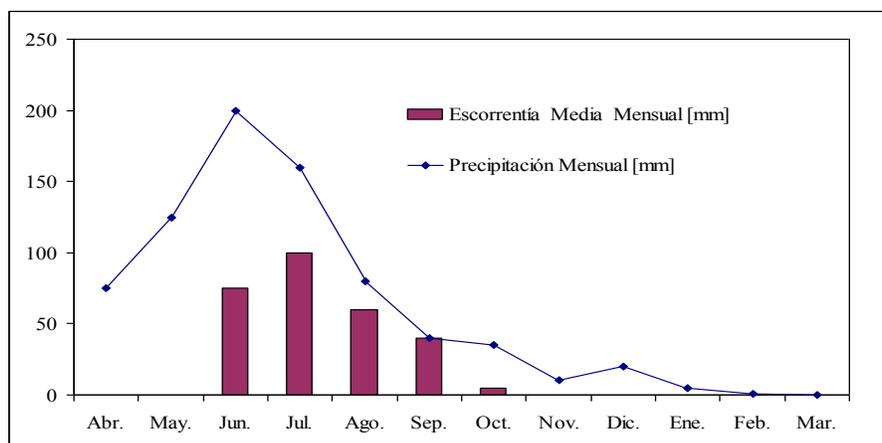


Figura 40. Características de flujo superficial y precipitación en la cuenca del río Lonquén. Análisis considerando datos desde abril 1986 a marzo 2014.

Cuencas costeras Cobquecura y Tomé

Debido a la escasez de datos sobre la hidrología de las cuencas del secano costero, se desarrollará un análisis conjunto de ambas cuencas, que corresponden a una agrupación de diferentes ríos y esteros costeros:

Costeras Tomé:

- Río Pingueral
- Estero Pudá
- Estero Agüita de los Leones
- Estero Perales

Costeras Cobquecura

- Estero Mela
- Estero Montezorro
- Río Colmullao
- Estero sin Nombre
- Río Talicú (o Taucú)
- Río Cobquecura
- Estero Careo (Buchuporeo)

En términos generales las cuencas de los esteros costeros pertenecientes a la Cordillera de la Costa, poseen características bastantes comunes, que se derivan del origen granítico de los suelos y de la influencia del océano Pacífico.

La única estación fluviométrica existente en esta zona, corresponde a la estación río Pingueral, que funcionó entre 1985 y 1989. Existiendo solamente registros completos por tres años. En la Figura 41, se pueden observar los caudales medios mensuales medidos para esos años, donde se observa claramente que la componente pluvial del régimen hidrológico.

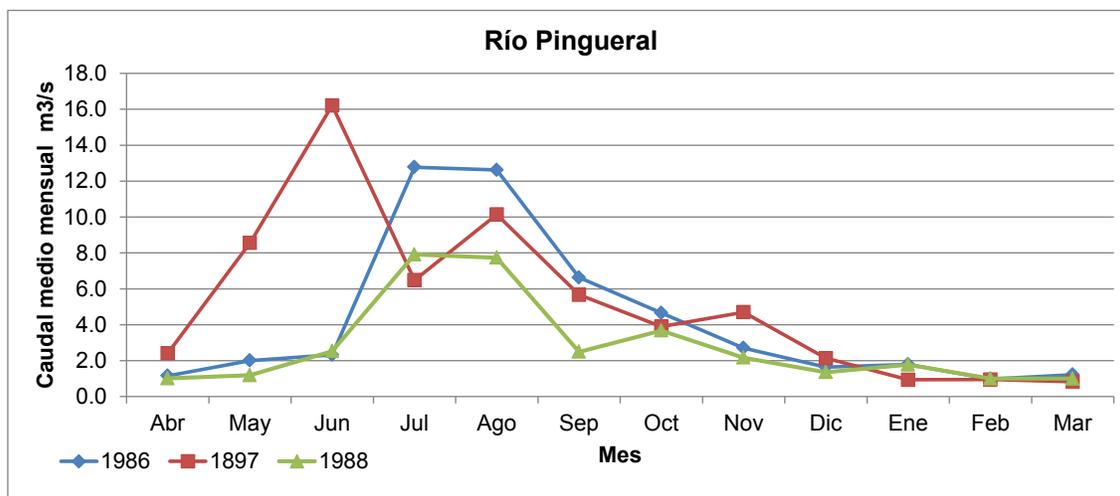


Figura 41. Características de flujo superficial en la cuenca del río Pingueral para los tres años donde existen registros.

El régimen hídrico de estas cuencas se ve favorecido por la influencia del aire costero, que posee menor temperatura y mayor humedad que el aire en el secano interior. Por ello, en general en estas cuencas se presenta un mayor desarrollo de vegetación que en la otra vertiente de la Cordillera de la Costa.

Los cauces pertenecientes a este territorio tienden a formar barreras en su desembocadura, lo que genera las características lagunas costeras de la zona. Aguas arriba de estas lagunas se desarrollan valles planos, formados por sedimentos de suelos limosos arenosos, que presentan zonas húmedas o vegas.

En general, las características del territorio hacen posible la construcción de pequeños acumuladores, pero la producción de sedimentos desde la cuenca, hacen compleja la mantención de estas estructuras.

5.5.6.3 Disponibilidad de agua subterránea

Como se dijo anteriormente, en la cuenca del Itata existen dos importantes estudios que han recopilado y generado antecedentes sobre los sistemas de aguas subterráneas existentes en la cuenca del río Itata. Estos estudios son los de Proitata (1992) y Aquaterra (DGA, 2011). Sin embargo, estos estudios no aportan antecedentes suficientes para cuantificar las reservas de aguas subterráneas existentes en la cuenca, lo que requiere de un estudio detallado, cosa solicitado tanto por la Dirección General de Aguas, como por el representante del Delegado Presidencial de recursos hídricos en la región.

Cabe destacar que en la cuenca del Itata, existe una red de pozos de observación de la DGA, recientemente operativa, por lo que no se dispone de registros históricos de niveles freáticos. La única información disponible corresponde a los registros operacionales de las plantas de Essbio, que fueron analizados por Escobar, 2009.

Es esperable que este estudio se concrete en los próximos años, y permita definir las características de los sectores acuíferos, su volumen almacenado, su recarga y el balance hídrico de dichos acuíferos.

Mientras no se disponga de dicha información, sólo se puede avanzar en forma cualitativa y por ello se presenta a continuación una apreciación sobre la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos en la cuenca del Itata.

El estudio hidrogeológico realizado por Aquaterra la DGA (2011), generó una primera aproximación de una sectorización acuífera, basada en la aplicación del modelo SIGMAgic realizada para la DGA por CGF (2002) y que principalmente sigue las principales subcuencas hidrológicas superficiales de la cuenca del Itata. Se considera adecuada esta discretización por las siguientes razones:

- El flujo de agua subterránea, estudiado por Aquaterra (DGA, 2011) sigue la dirección general del escurrimiento superficial.
- Esta definición de sectores acuíferos facilitaría la administración de los recursos de agua subterránea de la cuenca.

Además de lo anterior, esta definición permite incluir la mayoría de los pozos existentes en la cuenca (Figura 44). En la Figura 43, se presentan las estimaciones de nivel freático realizada por Aquaterra (2011).

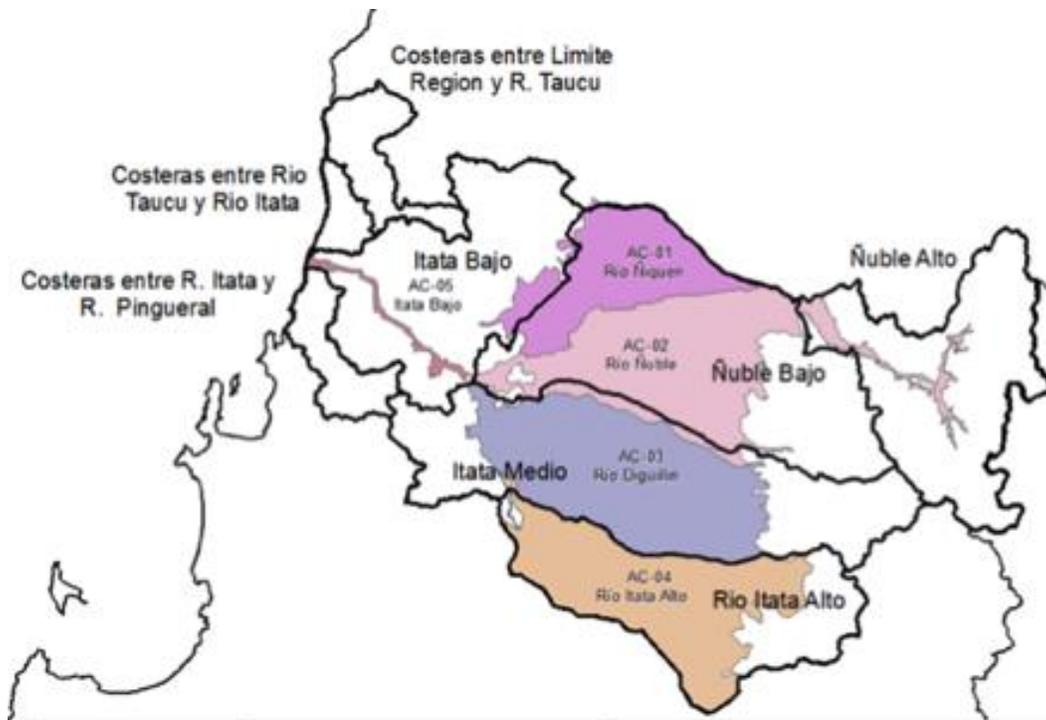


Figura 42. Propuesta de definición de sectores acuíferos de la cuenca del Itata según Aquaterra.

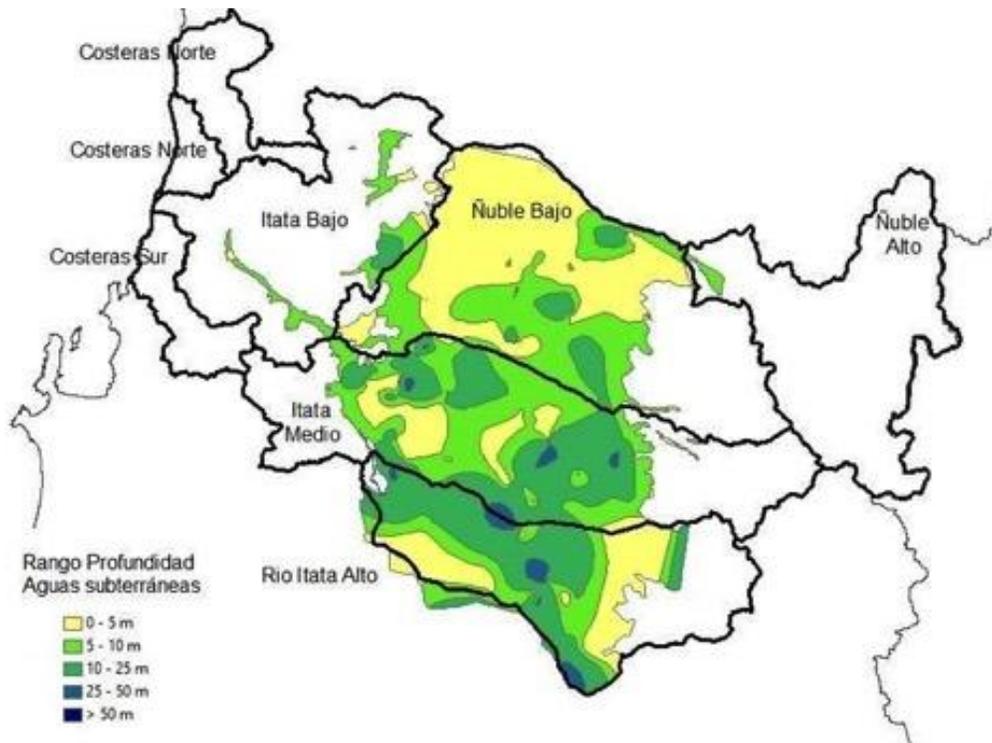


Figura 43. Profundidades nivel freático, según Aquaterra (2011).

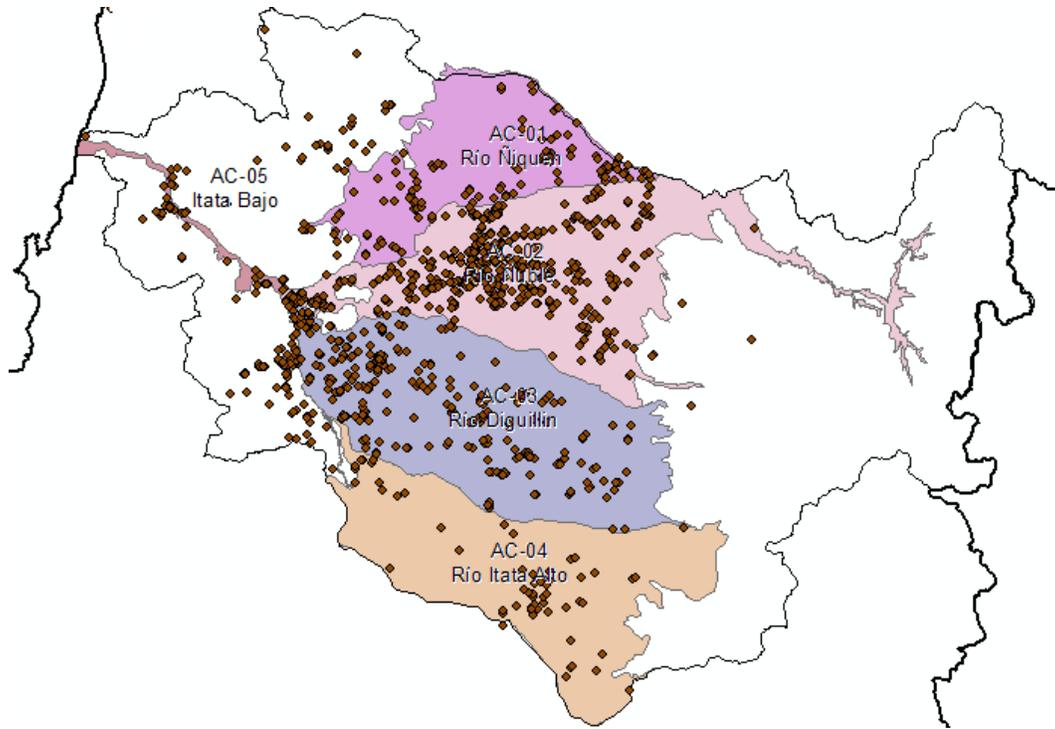


Figura 44. Pozos identificados en los estudios de Aquaterra (DGA, 2011), para la cuenca del Itata.

Balance Hídrico

El estudio de Aquaterra, presenta un balance hídrico preliminar para cada una de los cinco sectores acuíferos, realizando la estimación de recargas promedio y estimaciones preliminares de las recargas y descargas de cauces naturales, lagunas y embalses. A pesar de que el estudio reconoce que es un resultado aproximado, da una idea inicial de la disponibilidad de aguas subterráneas en cada sector acuífero. Cabe destacar que el estudio indica una disponibilidad limitada en el sector acuífero del Ñuble.

Es necesario mantener el funcionamiento de la red de monitoreo de niveles de aguas subterráneas para evaluar la dinámica de los acuíferos.

Tabla 20. Balance general de acuíferos. Caudales medios mensuales disponibles (m^3s^{-1})

Acuífero	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Feb.	Mar.	Anual
Ñuble Bajo	-7.53	27.79	69.41	51.26	18.89	7.90	8.86	18.87	12.27	2.54	-5.41	-	16.38
Itata Alto	12.99	74.68	145.78	135.88	96.98	76.45	59.95	45.71	23.79	11.74	8.06	4.11	58.01
Itata medio	12.38	38.89	75.50	66.67	43.29	33.80	25.01	18.40	12.91	10.98	10.39	9.37	29.80
Itata bajo	5.96	17.36	27.70	30.99	26.08	20.12	16.34	13.02	7.51	3.86	2.99	2.58	14.54
Total	23.80	158.72	318.39	284.80	185.24	138.27	110.16	96.00	56.48	29.12	16.03	7.81	

Fuente: Estudio de Aquaterra.

5.5.6.4 Descripción de características principales de los sistemas de agua subterráneas para cada subcuenca

Ñuble Alto

Desde el punto de vista del desarrollo de explotaciones de aguas subterráneas, en esta cuenca existen muchas vertientes cordilleranas, que normalmente aportan agua a los cursos superficiales, pero no es lógico suponer que se construirán pozos para riego. La construcción de pozos en esta zona se podría realizar en zonas asociadas a valles cordilleranos, pero es una decisión muy riesgosa, pues una característica de estos valles es la presencia de niveles freáticos profundos. Por esta razón en el Catastro realizado por Aquaterra (2011) se identifica sólo un pozo en la cuenca.

En forma local es posible que existan puntos donde se pueda aprovechar alguna condición local que genere condiciones más favorables para la explotación de aguas subterráneas, pero esto probablemente se concentrará en un uso doméstico para la población o la actividad turística.

Ñuble Bajo

Corresponde a los sectores acuíferos río Ñiquén AC-01 y la parte principal del acuífero río Ñuble AC-02. Desde el punto de vista de la explotación de aguas subterráneas, es importante destacar que esta zona sigue la tendencia del flujo de agua subterránea que significa que las zonas cercanas a la precordillera, o sea la parte alta de este territorio, tendrá niveles freáticos más profundos, pero con pozos que exploten acuíferos más potentes. Esto implica un mayor costo de construcción de los pozos y un mayor consumo energético para el bombeo de agua subterránea.

En la parte media de la cuenca, el nivel del agua subterránea está más cerca de la superficie, y los pozos presentan una potencia razonable, por lo que esta es la zona donde tiene mayor lógica el desarrollo de riego basado en el uso de agua subterránea. De hecho, en el Catastro realizado por Aquaterra (2011) se identifican 720 pozos en la cuenca.

Al poniente de San Carlos, los rellenos proveniente de la Cordillera de los Andes, pueden estar cubiertos por rellenos menos permeables, ya se originados por una antigua condición lacustre o por material proveniente de la Cordillera de la Costa, dando origen a acuíferos confinados, que tiene potencial de ser usados para riego.

En la parte baja de la cuenca del Ñuble, especialmente en la zona de Confluencia, el uso de agua subterránea es atractivo dentro del valle aluvial formado por el río. Exploraciones de pozos realizadas en las laderas de los cerros que drenan hacia el río producen pozos con rendimientos relativamente pobres.

Itata Alto (hasta río Diguillín)

Corresponde al sector acuífero Itata Alto AC-04. Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, esta zona presenta abundante recursos superficiales en la zona cubierta por las arenas del Laja, que generan un acuífero superficial de 10 a 12 metros de espesor, recargado por infiltraciones del Laja, canales de riego y aguas lluvia.

En la parte norte y este del Valle Central, existe un acuífero de menor calidad formado por restos del colapso del volcán Dañicalqui, que se asocia a una unidad geológica definida en el plano geológico de Chile como PI3t. Es probable que bajo esta unidad geológica existan acuíferos formados por depósitos antiguos de gravas y arenas que reciben agua desde la zonas de recarga ubicadas hacia la Cordillera de Los Andes y que corresponderían a la formaciones Mininco o la Montaña. Pozos de mayor profundidad sacan agua desde este depósito de aguas subterráneas.

En el catastro realizado por Aquaterra (2011) se identifican 75 pozos en la cuenca.

Itata Medio

Corresponde al sector acuífero río Diguillín AC-03. Desde el punto de vista de la explotación de aguas subterráneas, esta zona también sigue la tendencia del flujo de agua subterránea y eso significa que las zonas cercanas a la precordillera, o sea la parte alta de este territorio, tendrá niveles freáticos más profundos, pero con pozos que exploten acuíferos más potentes. Como se indicó anteriormente esto implica un mayor costo de construcción de los pozos y un mayor consumo energético para el bombeo de agua subterránea. En el Catastro realizado por Aquaterra (2011) se identifican 450 pozos en la cuenca.

Al norte del río Diguillín se desarrolla una unidad geológica conformada por rellenos recientes, donde se intercalan diferentes orígenes: fluvio-glaciares, aluviales, de remoción de masa y restos de flujos piroclásticos. Mediciones gravimétricas hechas para la DGA (2011), revelan la existencia de rellenos de hasta 1.000 metros de profundidad a la altura de la ciudad de San Ignacio.

La existencia de distintos tipos de rellenos genera la existencia de capas acuíferas de diferente transmisibilidades, por lo que si bien es posible considerar la construcción de pozos profundos para el abastecimiento de riego, es recomendable que estos superen los 50 metros de profundidad, para asegurar un caudal que haga interesante la perforación.

Al otro lado del río Itata, en la zona de Quillón, existen muchas punteras que captan agua desde la arenas del Itata, que corresponden a un acuífero de abundantes recursos, pero de un espesor limitado. El uso masivo de punteras es tradicional en esa zona, y permite el riego de pequeñas unidades agrícolas. Al igual que en el caso de Confluencia, las captaciones de agua subterráneas existentes en las laderas de cerros, producen caudales muy reducidos y están asociadas a pozos norias o vertientes.

Itata Bajo

Corresponde al sector acuífero Itata Bajo AC-05. Debido al origen granítico de los depósitos existentes en los valles del secano interior, estos no poseen una gran capacidad de proveer agua subterránea. La razón de lo anterior se debe a la baja conductividad hidráulica del material que forma los depósitos, el cual es del orden de 1 a 100 cm día⁻¹. Sin embargo, estos suelos poseen una gran capacidad de acumular agua (25% de su volumen). Por esa razón es común encontrar zonas húmedas en las partes bajas,

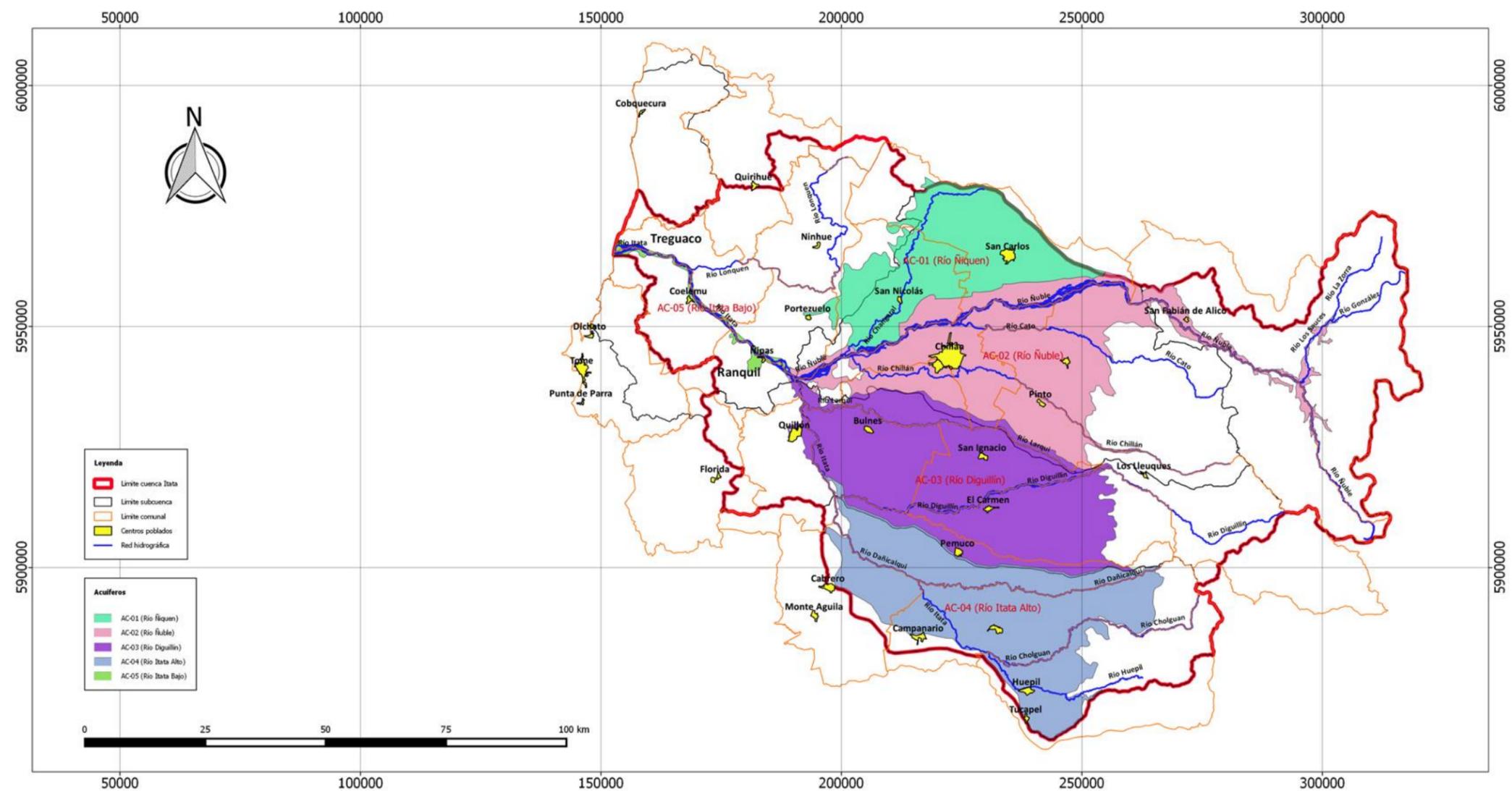
denominadas vegas. Estas vegas pueden alimentar pequeños afloramientos de agua llamados puquios u ojos de agua (Fotografía 5).

En la zona existe un gran número de vertientes que normalmente alimentan una zona de vegetación más verde (Fotografía 6). Estas vertientes son alimentadas por aguas provenientes del vaciamiento gradual de la humedad acumulada en las zonas altas, especialmente en aquellas donde hay mayor vegetación.

Un caso especial, en términos de la detección del agua subterránea, lo constituyen las "venas de agua". Estas venas de aguas, como se conocen popularmente, están asociadas principalmente a fracturas de origen tectónico que alimentan pozos y vertiente de mayor rendimiento, como el mostrado en la Fotografía 7. Además, los campos de fisuras que cubren las laderas de los cerros generan condiciones de almacenamiento que alimentan pequeñas vertientes o pozos que son usados para riego de chacras o invernaderos.

En general, en las localidades estudiadas existen numerosa captaciones de aguas subterráneas mediante norias, pozos zanjas y algunos pozos profundos. En el catastro realizado por Aquaterra (2011) se identifica 135 pozos en la cuenca.

Es posible mejorar estas captaciones incorporando conceptos como la construcción de pozos norias de mayor diámetro, y la instalación de pozos o drenes en los lechos arenosos de los esteros y del río Lonquén.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título SECTORES ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL ITATA		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide: GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 45. Ubicación sectores acuíferos de la cuenca del Itata.

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 4. Lecho seco de un estero.



Fotografía 5. Afloramiento de agua llamado púquio.



Fotografía 6. Quebrada en la cual se aprecia una zona de vegetación alimentada por una vertiente.



Fotografía 7. Evidencia de una fractura o "veta de agua" en la ladera de un cerro.

Cuencas costeras Cobquecura y Tomé

Debido al origen granítico de los depósitos existentes en los valles del secano costeros, estos no poseen una gran capacidad de proveer agua subterránea. La razón de lo anterior se debe a la baja conductividad hidráulica del material, del orden de 1 a 100 cm día⁻¹, que

forma los depósitos. Sin embargo, estos suelos poseen una gran capacidad de acumular agua (25% de su volumen). Por esa razón es común encontrar zonas húmedas en las partes bajas, denominadas vegas. Estas vegas pueden alimentar pequeños afloramientos de agua llamados puquios u ojos de agua (Fotografía 5).

Una limitación que existe para la explotación de aguas subterráneas es el riesgo de intrusión salina de los pozos ubicados cerca de la costa. Por ello, en el Catastro realizado por Aquaterra (2011) sólo se identifican 5 pozos en las cuencas.

En la zona existen vertientes que normalmente alimentan una zona de vegetación más verde, que son alimentadas por aguas provenientes del vaciamiento gradual de la humedad acumulada en las zonas altas, especialmente en aquellas donde hay mayor vegetación.

Tabla 21. Análisis crítico sobre disponibilidad de agua por subcuenca.

Subcuenca	Disponibilidad superficial durante temporada de riego	Aguas Subterráneas
Ñuble alto	La escorrentía superficial está originada por deshielo y liberación de aguas subterráneas. Dependiendo del año, entre diciembre y enero se produce una fuerte reducción de la disponibilidad. Se recomienda la construcción de embalses de cabecera en valles cordilleranos.	Existen acuíferos fracturados en los sistemas andinos y acuíferos porosos a lo largo del valle del Ñuble. No es factible la construcción de pozos para riego, pues los niveles freáticos son profundos. Existen vertientes cordilleranas que alimentan cauces superficiales.
Ñuble bajo	La escorrentía superficial de los afluentes del Ñuble se produce por deshielo (Ríos Chillán y Diguillín) y liberación de aguas subterráneas. Dependiendo del año, entre diciembre y enero se produce una fuerte reducción de la disponibilidad. Se recomienda la construcción de embalses en valles precordilleranos.	Existen acuíferos fracturados que alimentan los ríos precordilleranos. Existe un importante sistema de aguas subterránea compuesto por varias unidades superpuestas que conforman acuíferos libres y confinados. Alto número de pozos para riego, pero es factible la construcción de nuevas captaciones. Se recomienda la recarga artificial de aguas subterráneas, asociada a canales de riego.
Itata Alto	La escorrentía superficial de los afluentes del Itata se produce por liberación de aguas subterráneas. Se recomienda la construcción de embalses en valles precordilleranos. Se recomienda la recarga artificial de aguas subterráneas, asociada a	Existen acuíferos fracturados que alimentan los ríos precordilleranos. Existe un importante sistema de aguas subterránea compuesto por varias unidades superpuestas que conforman acuíferos libres y confinados.

Subcuenca	Disponibilidad superficial durante temporada de riego	Aguas Subterráneas
	canales de riego	Existe potencial para construir nuevas captaciones de aguas subterráneas, pero estas deberán ser profundas, por sobre 100 metros Se recomienda la recarga artificial de aguas subterráneas, asociada a canales de riego
Itata Medio	La escorrentía superficial de los afluentes del Itata se produce por liberación de aguas subterráneas. No hay disponibilidad de agua superficial para incrementar el riego	Existe un importante sistema de aguas subterránea compuesto por varias unidades superpuestas que conforman acuíferos libres y confinados Existe potencial para construir nuevas captaciones de aguas subterráneas, pero estas deberán ser profundas, por sobre 100 metros
Itata Bajo	Disponibilidad de agua superficial muy limitada en invierno. Se recomienda la construcción del embalse Lonquén y acumuladores pequeños	Existen vertientes en quebradas de la cordillera de La Costa Los acuíferos tienen una matriz limosa que reduce su rendimiento. No hay posibilidad de aumentar la explotación de aguas subterráneas Caudales reducidos usados para agricultura de subsistencia
Costeras	Disponibilidad de agua superficial muy limitada en invierno. Se recomienda la construcción de acumuladores pequeños	Existen vertientes en quebradas de la cordillera de La Costa Los acuíferos tienen una matriz limosa que reduce su rendimiento. No hay posibilidad de aumentar la explotación de aguas subterráneas Caudales reducidos usados para agricultura de subsistencia

5.5.6.5 Análisis crítico del uso multisectorial del recurso hídrico

Ñuble Alto

Por tratarse principalmente de una subcuenca andina, el uso de agua se concentra principalmente en los siguientes aspectos

- Agua potable para San Fabián de Alico y otras pequeñas comunidades.
- Agua de bebida para explotaciones pecuarias, especialmente caprinas.

- Generación hidroeléctrica, donde destaca el proyecto de la central Ñuble, pero también existen proyectos de centrales de menor tamaño en desarrollo.
- Minería, existen varias concesiones mineras solicitadas, por lo que este uso está latente en la zona.
- Turismo, es una importante actividad de la zona que se concentra en balnearios y otras actividades que se desarrollan en la zona.
- Protección del ecosistema, es una importante consideración ya que en la zona existe una reserva para la biosfera.

Como se indicó anteriormente, en la zona el desarrollo de la agricultura de riego es marginal y no hay actividades industriales.

Ñuble Bajo

Por tratarse principalmente de una subcuenca que se desarrolla en la precordillera y en el Valle Central Andino, existen múltiples usos de agua que en condiciones de estiaje pueden llegar a generar conflictos entre usuarios.

- Agua potable para San Carlos, Pinto, Coihueco, Chillán y otras comunidades.
- Agua de bebida para explotaciones pecuarias, especialmente porcinas.
- Existen algunos proyectos de centrales hidroeléctrica de paso en la zona de precordillera.
- Turismo, es una importante actividad de la zona que se concentra en balnearios, ubicados a en las riberas de los ríos Ñuble y Chillán principalmente.
- Riego, existe una importante superficie regada en la cuenca, especialmente por los ríos Ñuble, Cato y Chillán.
- Protección del ecosistema, especialmente en la parte alta del río Chillán y media del Ñuble, donde existen además emprendimientos turísticos.

En la zona existe una importante oportunidad de desarrollo de centrales hidroeléctricas construidas sobre canales de riego.

El impacto sobre el riego se produce al colisionar intereses opuestos, como lo es la mantención de actividades turísticas en balnearios, que realizan obras en los ríos, afectando bocatomas de canales de riego. Esto es una situación recurrente en el río Chillán y menos común en los ríos Ñuble y Diguillín.

Otro problema bastante frecuente de observar en la zona es la contaminación difusa de agua de riego producto principalmente de actividad pecuaria, que origina altas cargas de coliformes fecales, afectando la calidad del agua de riego.

Finalmente se han reportado conflictos producidos por extracciones de áridos que han afectado bocatomas de canales de riego. En este sentido destaca la situación ocurrida en la parte baja del río Chillán donde varias bocatomas quedaron sobre la cota del río, después de que esta fuera explotada para la construcción de la doble vía de la Ruta 5.

Itata Alto (hasta río Diguillín)

Por tratarse principalmente de una subcuenca que se desarrolla en la precordillera y en Valle Central, existen múltiples usos de agua que en condiciones de estiaje pueden llegar a generar conflictos entre usuarios.

- Agua potable para las ciudades ubicadas en la zona (Huépil, Tucapel, etc.).
- Agua de bebida para pequeñas explotaciones pecuarias.
- Existen algunos proyectos de centrales hidroeléctricas en la zona de precordillera, donde destaca el proyecto del salto del Itata, canal Zañartu y varios proyectos en los ríos Trilaleo y Dañicalqui.
- Riego, existe una superficie regada en la cuenca, que se abastece de canales que extraen agua desde el río Itata.
- Forestal, existe en la zona una importante superficie plantada, si bien no utiliza directamente el agua, es un consumidor importante del acuífero formado por las arenas del Laja.
- Protección del ecosistema, especialmente los saltos del Itata, Cholguán y Dañicalqui.

En la zona existe una importante oportunidad de desarrollo de centrales hidroeléctricas construidas sobre canales de riego, siendo el proyecto del canal Zañartu el mayor proyecto de este tipo planteado en Chile.

El impacto sobre el riego se produce principalmente por la contaminación difusa de agua de riego producto principalmente de actividad pecuaria, que origina altas cargas de coliformes fecales, afectando la calidad del agua de riego.

Se han reportado conflictos producidos por extracciones de áridos que han afectado bocatomas de canales de riego. En este sentido destaca la situación ocurrida en la parte baja del río Diguillín, donde existe una extracción de áridos que afecta la bocatoma del canal El Carmen.

Itata Medio

Por tratarse principalmente de una subcuenca que se desarrolla en la precordillera y en el Valle Central, existen múltiples usos de agua que en condiciones de estiaje pueden llegar a generar conflictos entre usuarios.

- Agua potable para ciudades como El Carmen, San Ignacio, Bulnes, etc.
- Agua de bebida para explotaciones pecuarias, especialmente lecheras.
- Existen algunos proyectos de centrales hidroeléctricas en la zona de precordillera, donde destaca la central Halcones en el Diguillín.
- Turismo, en la zona se desarrollan dos importantes centros turísticos asociados a las termas de Chillán y al valle de Quillón. Además existen balnearios en los ríos Diguillín e Itata, así como también en las lagunas Santa Elena y Avendaño.
- Riego, existe una importante superficie regada en la cuenca, especialmente por los ríos Diguillín e Itata.
- Protección del ecosistema, especialmente en la parte alta del río Diguillín donde se encuentra la reserva nacional Ñuble, y la zona de interés de la Biósfera.

- Forestal, en la parte media y baja de la cuenca existen grandes extensiones con plantaciones.

En la zona existen conflictos importantes relacionados con el uso del agua. Desde el punto de vista poblacional, el conflicto más notorio es la situación de las fuentes de agua potable del valle de Las Trancas, cuyos derechos han sido objetados por la Junta de Vigilancia del río Diguillín y sus Afluentes (JVRDA).

Otra situación que debe ser resuelta es la existencia de áreas no regadas distribuidas uniformemente dentro de la zona de riego del sistema Laja Diguillín. Estos agricultores se conocen como “Blancos”, nombre originado porque en un momento se definió con un color cada superficie regada por un canal y ellos quedaron sin color. Este es un clamor social que se debería resolver con la construcción del embalse Zapallar y la total puesta en marcha del canal Laja Diguillín, para lo que se requiere la construcción de los sistemas de canales secundarios.

Un tercer conflicto lo producen las extracciones de áridos que afectan canales de riego, como el caso de los Tilos

Un último conflicto latente en la zona es la instalación de la central térmica El Campesino, que afecta a agricultores. Sin embargo esto no altera al riego.

Itata Bajo

Por tratarse principalmente de una subcuenca que se desarrolla en el Secano Interior, la zona posee una escasez permanente de recursos hídricos, el uso de agua se dedica principalmente al agua potable, riego de subsistencia y pequeña agricultura campesina. Entonces los usos son:

- Agua potable para ciudades como Ninhue, Quirihue, o Coelemu etc..
- Agua de bebida para explotaciones pecuarias.
- El complejo industrial Nueva Aldea.
- Turismo, en la zona se desarrollan algunos puntos turísticos asociado a la tradición del secano (Chupallas y artesanía de paja), la cuna de Prat y varias granjas educativas. A su vez existen balnearios en la ribera del río Itata.
- Riego, existen limitadas explotaciones regadas, asociadas a esteros tributarios del Lonquén y la zona de Guarilhue.
- Forestal, producto de la construcción de Nueva Aldea se han plantado miles de hectáreas en la zona.

Un tema crítico para la zona es el abastecimiento de agua potable rural (APR). El notorio uso de camiones aljibe para el abastecimiento de agua rural ha alcanzado un alto nivel de atención nacional y es un problema prioritario a abordar.

En el caso de ciudades como Ninhue, el abastecimiento de agua se realiza desde pozos ubicados en el río Lonquén, que son sistemas vulnerables y por ello generan conflictos permanentes.

Otra situación que es un foco permanente de conflicto es la presencia del complejo forestal Nueva Aldea y su impacto en la calidad del agua y del río Itata.

Cuencas costeras Cobquecura y Tomé

Por tratarse principalmente de una subcuenca que se desarrolla en el Secano Interior, la zona posee una escasez permanente de recursos hídricos, el uso de agua se dedica principalmente al agua potable, riego de subsistencia y pequeña agricultura campesina. Entonces los usos son:

- Agua potable para localidades como Cobquecura, Buchuporeo, Taucú, o Pingueral.
- Agua de bebida para explotaciones pecuarias.
- Turismo, en la zona se desarrollan algunos puntos turísticos asociado a la costa.
- Riego, existen limitadas explotaciones regadas.

Un tema crítico para la zona es el abastecimiento de agua potable rural (APR). El notorio uso de camiones aljibe para el abastecimiento de agua rural ha alcanzado un alto nivel de atención nacional y es un problema prioritario a abordar.

Tabla 22. Análisis crítico del efecto de uso multisectorial sobre riego.

Cuenca	Impacto
Ñuble alto	Principales usos son turismo y energía, uso limitado para riego
Ñuble bajo	Riego es el principal usuario, compite con agua potable, turismo y energía. Problemas con extracciones de áridos
Itata Alto	Riego es el principal usuario, compite con agua potable y energía. Gran superficie de uso forestal en el territorio
Itata Medio	Riego es el principal usuario, problemas con extracciones de áridos. Gran superficie de uso forestal en el territorio
Itata Bajo	Riego limitado, compite con agua potable. Gran superficie de uso forestal en el territorio
Costeras	Riego limitado, compite con agua potable. Gran superficie de uso forestal en el territorio

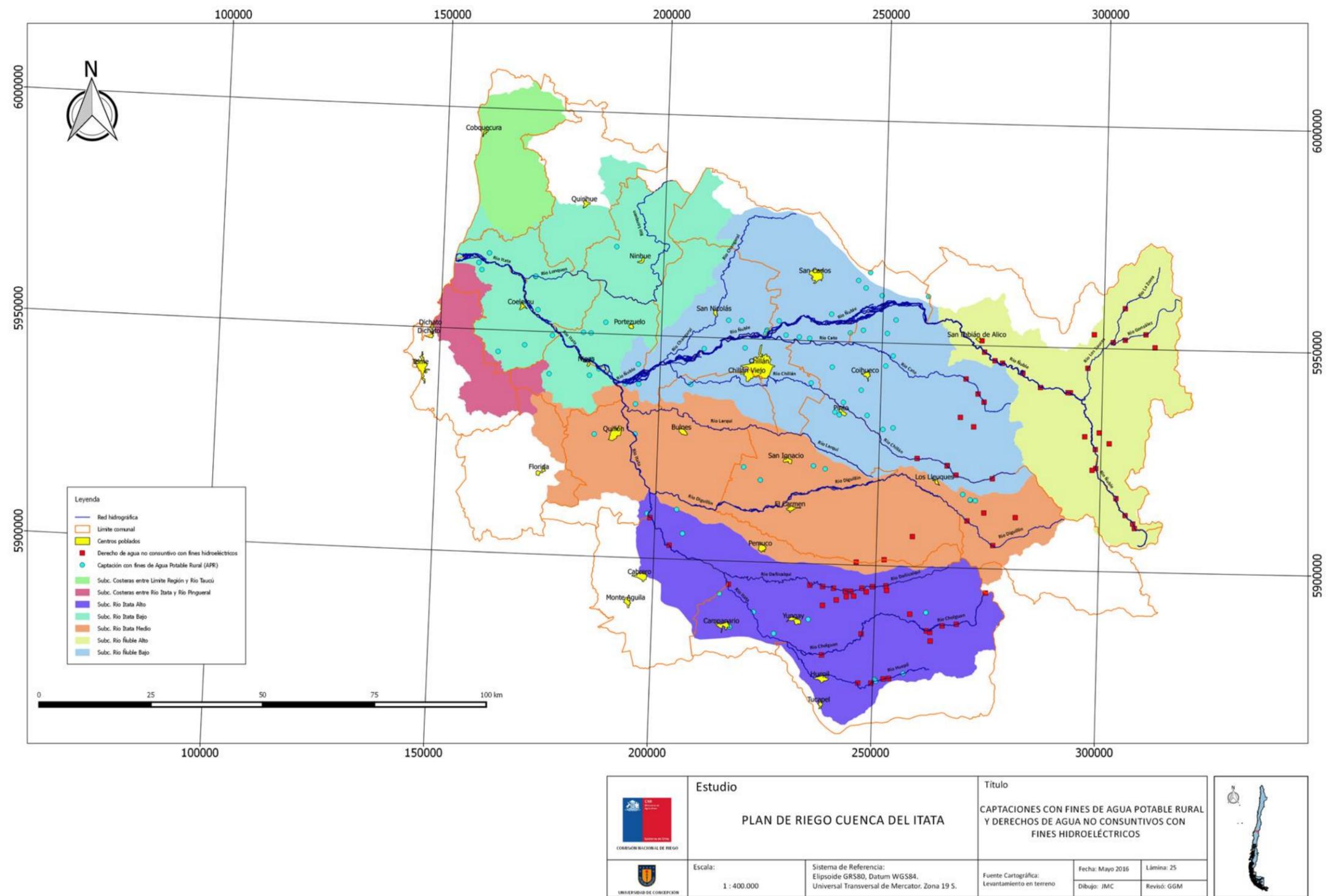


Figura 46. Ubicación de captaciones con fines de Agua Potable Rural (APR) y derechos de aprovechamiento de agua no consuntivos con fines Hidroeléctricos.

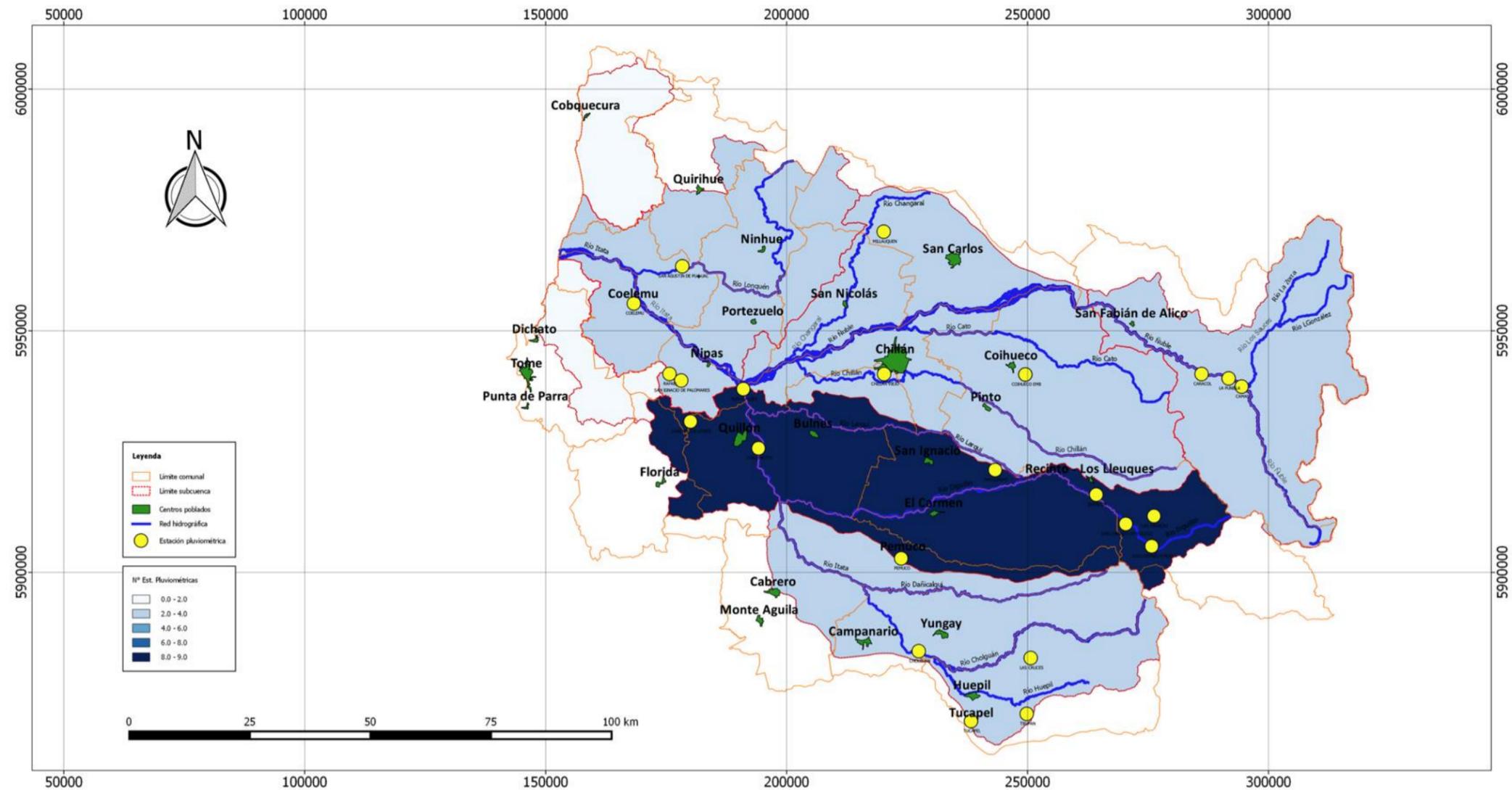
Fuente: Elaboración propia (Anexo 12, Derechos de Aprovechamiento de Agua DGA).

5.5.6.6 Evaluación de las redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico, calidad de aguas superficiales y subterráneas

La red de monitoreo hidrometeorológico en el territorio consiste en 21 estaciones fluviométricas de las cuales 3 miden simultáneamente parámetros sedimentológicos y meteorológicos (Figura 47). Por otra parte, la red de niveles freáticos cuenta con 13 pozos de observación.

El informe final del estudio “Análisis crítico de las redes hidrométricas, Zona Sur” (Sociedad de servicios profesionales en recursos hídricos y medio ambiente Ltda, 2014), señala en el caso de estaciones fluviométricas, la red es buena en términos de emplazamiento y condición de la infraestructura, con lo cual son necesarias solamente acciones de mantención. Respecto a la idoneidad espacial, esto es, la capacidad de control homogéneo y de generación de información útil en cuanto a solicitudes de derechos y balance hídricos, la red es calificada como buena. Por otra parte, más del 90 % de las estaciones presenta más de 20 días por cada mes con datos. Sin embargo, las cuencas costeras se encuentran con un menor número de estaciones de monitoreo, principalmente dada la menor actividad productiva.

El mismo estudio propone expandir la red fluviométrica en 4 estaciones que controlen el río Changaral, aportes laterales al río Diguillín, aportes laterales al río Itata y el río Cholgúan. A juicio de consultor, los emplazamientos y número de estaciones propuestos son correcto. Sin embargo, debe considerarse que el río Cholgúan portea en algún tramo el caudal del canal Zañartu. Por otra parte, es necesario incluir una estación de control para el río Ñuble, antes de la confluencia con el río Itata que permita una mejor estimación del balance hídrico.



	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA		Título ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS POR SUBCUENCA		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	

Figura 48. Mapa con la ubicación de las estaciones pluviométricas.

Fuente: Elaboración propia.

La red de aguas subterráneas presenta una condición regular, puesto que las subcuencas costeras y de secano no están controladas. El estudio mencionado indica la necesidad de emplazar una nueva estación a la salida del río Itata.

Respecto a las estaciones meteorológicas, alrededor de un 20 % del territorio no queda cubierto respecto a precipitación y temperatura. Las áreas no controladas se ubican en las subcuencas altas del territorio y en el secano interior. Las ubicaciones de montaña son de especial importancia dado que el derretimiento de nieves es una fuente principal como flujo base en el período de estiaje, que a su vez corresponde al período de máxima demanda de agua de riego.

Las estaciones de calidad de aguas presentan variables físico químicas. Sin embargo, la literatura técnica indica la necesidad de incluir campañas de monitoreo de variables bacteriológicas, como coliformes fecales. Al respecto, el registro de emisiones y transferencias de contaminantes dispone de datos de emisión. Sin embargo, estas descargas se encuentran emplazadas en zonas urbanas. A juicio del consultor, es necesario establecer puntos de monitoreo en las subcuencas medias con frecuencia trimestral de, al menos, coliformes fecales, en las subcuencas de los ríos Chillán y Diguillín. El informe de “Diagnóstico de calidad de agua” del año 2003 señala en el capítulo correspondiente a la cuenca del río Itata que destacan los sectores cercanos a la ciudad de Chillán, en donde se reúne un número importante de industrias de diversos rubros que depositan sus desechos en los cursos de aguas cercanos (río Chillán).

Basado en los sendos estudios antes indicados, la red de monitoreo hidrométrico es suficiente, en términos de cobertura espacial y en frecuencia de muestreo y en buen estado, en cuanto a la posibilidad de falla y nivel de mantenimiento. Sin embargo, es necesario indicar que la red está diseñada para proveer datos a la gestión de los recursos hídricos a nivel de subcuencas. Por lo anterior, la información requerida para procesos de planificación a escalas espaciales menores deben ser derivadas o simuladas dependiendo de la escala espacial a estudiar (por ejemplo, el diseño de infraestructura para unidades espaciales menores a las subcuencas). A juicio del consultor, el grado y extensión de la información disponible permite simulaciones confiables para escalas espaciales menores a las indicadas por las subcuencas, una vez que se establezca una caracterización del área específica.

5.5.6.7 Calidad de aguas

La Tabla 23 y Figura 49 muestra las estaciones de calidad físico química en el territorio, las que muestran una cobertura homogénea. Se descargaron reportes mensuales para cada una de las estaciones listadas considerando desde el año 2005. Las series de tiempo son discontinuas y con datos faltantes, por lo que sólo es posible realizar un análisis preliminar (la prueba de Mann Kendall, por ejemplo, requiere de series completas y uniformemente muestreadas). Por otra parte, la frecuencia de muestreo es de 3 a 4 veces por año, por lo que no es posible identificar causas o eventos puntuales en los cambios de calidad de agua. Dado lo anterior, las series presentan un comportamiento estable.

Los dos pozos de observación de calidad de aguas subterráneas muestran valores cloruro, conductividad eléctrica y nitratos menores a los establecidos en la NCh1333 (Instituto Nacional de Normalización, 1987), lo que permite el uso irrestricto en riego, es decir, en el riego de frutas y hortalizas que crezcan a ras de suelo y se consuman crudas y frescas. En cuanto a la calidad de agua superficial, las estaciones muestran valores de cloruro inferiores a 100 mgL⁻¹ a excepción de la estación Chillán en Longitudinal, con valores cercanos a 180 mgL⁻¹ que estarían influenciados por las descargas de aguas servidas tratadas. La Tabla 26, muestra la ubicación por comuna de las plantas de tratamiento de agua residuales. El Fierro y el pH, que influencia los procesos de taponamiento de sistemas de riego presurizado, se encuentran en bajos los valores y rango normados. Nuevamente, la estación Chillán en Longitudinal presenta algunos valores sobre 5 mgL⁻¹ que no presentan alguna tendencia. El valor normado para el parámetro Razón de Adsorción de Sodio, que influencia la movilidad de metales en el suelo, es superado consistentemente en la estación Itata en Balsa Nueva Aldea, alcanzando valores de 7. Sin embargo, los valores no son lo suficientemente altos para generar peligro a la salud de las personas o en los cultivos, pues los valores anteriores se encuentran dentro de los rangos establecidos en la NCh1333Of78.

Por lo anterior, y en concordancia con estudios anteriores, la calidad de las aguas en cauces naturales superficiales se considera de buena calidad, es decir, aguas Clase 1 (apta para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases 2 y 3) y Clase 2 (agua apta para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase 3) según el estudio (CADE-INDEPE, 2003). Es necesario indicar que el monitoreo establecido por la DGA no incluye parámetros microbiológicos, que a juicio de consultor, son de importancia, puesto que corresponden a parámetros que pueden afectar los requerimientos de inocuidad indicados en protocolos de control privado (e.g. GlobalGAP). Lo anterior es de importancia, puesto que el monitoreo debería establecerse en los niveles de Juntas de Vigilancia y de productores. Sin embargo, estos monitoreos corresponden a estudios específicos o se consideran información.

Por otra parte, a juicio del consultor, los datos disponibles, en lo principal en la extensión y frecuencia de muestreo, no son suficientes para aplicar la metodología del clases de calidad de agua (CADE-INDEPE, 2003). El método requiere de intensivos y periódicos muestreos que capturen la variabilidad natural y por efecto antrópico de las condiciones de los cuerpos de agua. Se recomiendan monitoreos al inicio del año hidrológico (abril), invierno (julio), deshielo (octubre) y estiaje (enero). Además, se requiere del consenso de expertos y usuarios finales respecto del peso de las variables a monitorear en el cálculo del índice. Respecto a la aplicación de la NCh1333Of78, esta se aplica a las aguas de riego que ingresan al predio, por lo que no son aplicables, aunque sirven de marco normativo, a los cuerpos de agua superficiales.

Tabla 23. Parámetros de calidad seleccionados para pozos de observación.

Parámetro	Valor promedio en tiempo	Valor normado
Cloruro (mg/L)	3	200
Conductividad Eléctrica (mhos/cm)	100	750

Parámetro	Valor promedio en tiempo	Valor normado
Nitratos (mg/L)	2	10

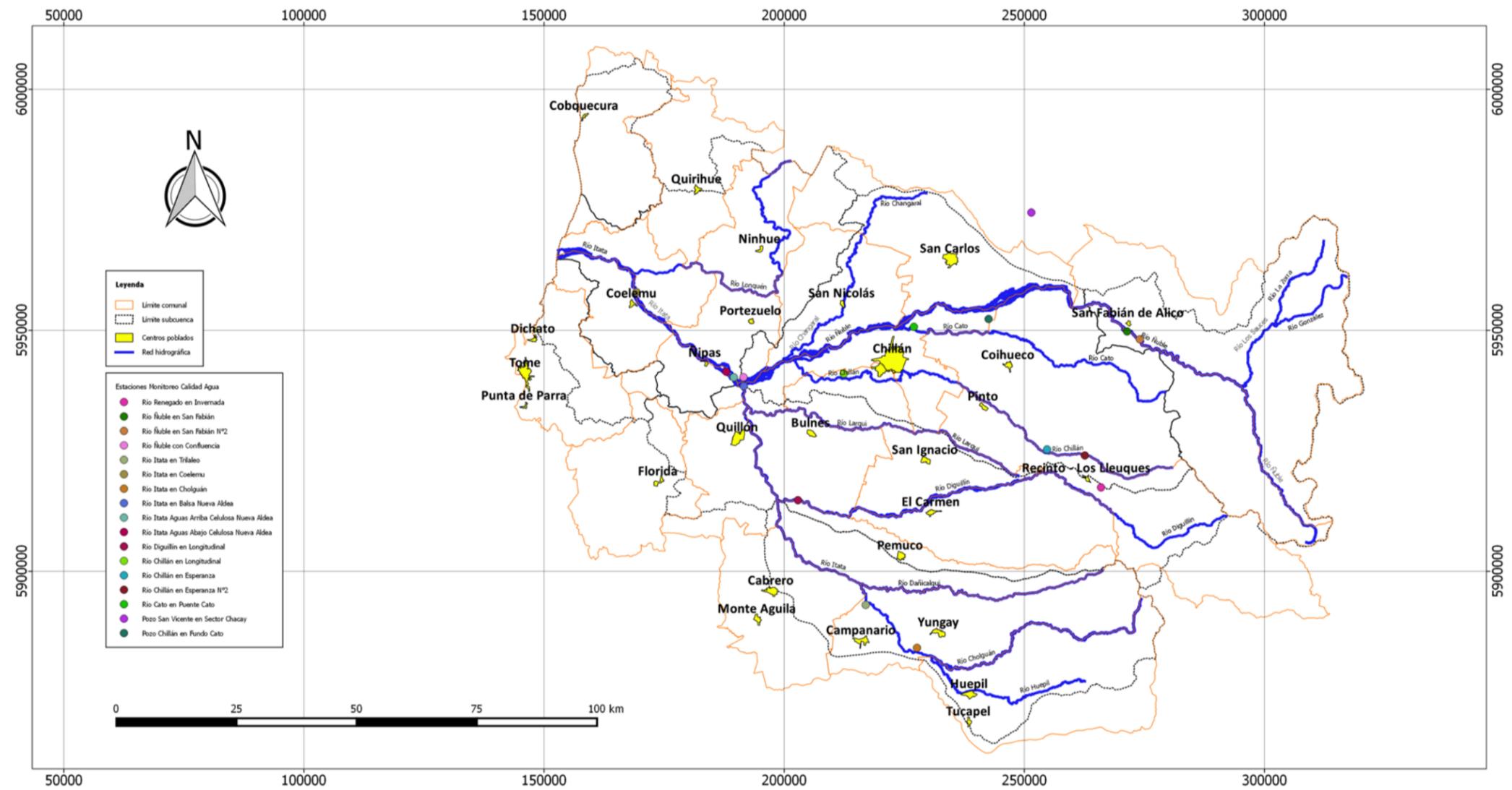
Tabla 24. Parámetros de calidad seleccionados para estaciones de observación de calidad de agua superficial.

Parámetro	Valor promedio en tiempo	Valor normado
Cloruro (mg/L)	<100	200
Fierro (mg/L)	<1	5
pH	7-8	5,5-9
Razón de Adsorción de Sodio (-)	0,8	2,4
Conductividad Eléctrica (mhos/cm)	100	750
Nitratos (mg/L)	<1	10

Tabla 25. Estaciones vigentes.

ESTACIONES VIGENTES	ÚLTIMO REGISTRO	CODIGO BNA	ALTITUD (msnm)	LATITUD S	LONGITUD W	UTM NORTE (m)	UTM ESTE (m)
POZO CHILLAN EN FUNDO CATO	07-07-2015	08113002-7	0	36° 32' 23"	71° 52' 33"	5952271	242542
POZO SAN VICENTE EN SECTOR CHACAY	10-07-2015	08118006-7	0	36° 20' 35"	71° 46' 10"	5974373	251442
RÍO CATO EN PUENTE CATO	20-12-2006	08114001-4	123	36° 33' 00"	72° 02' 60"	5950930	764070
RÍO CHILLAN EN ESPERANZA	03-12-2010	08117004-5	435	36° 47' 12"	71° 44' 55"	5925202	254724
RÍO CHILLAN EN ESPERANZA N 2	03-12-2014	08117006-1	586	36° 48' 00"	71° 39' 39"	5923944	262596
RÍO CHILLAN EN LONGITUDINAL	25-08-2015	08117001-0	75	36° 38' 00"	72° 13' 00"	5942128	748878
RÍO DIGUILIN EN LONGITUDINAL	04-12-2014	08132001-2	80	36° 52' 00"	72° 20' 00"	5916532	737722
RÍO ITATA A. ABAJO DESCARGA CELULOSA NUEVA ALDEA	25-08-2015	08140004-0	25	36° 37' 19"	72° 29' 23"	5944064	724486
RÍO ITATA A. ARRIBA DESCARGA CELULOSA NUEVA ALDEA	25-08-2015	08140003-2	25	36° 37' 58"	72° 28' 21"	5942822	725995
RÍO ITATA EN Balsa Nueva Aldea	04-12-2014	08135002-7	29	36° 39' 00"	72° 27' 00"	5940858	727959
RÍO ITATA EN CHOLGUAN	24-08-2015	08123001-3	220	37° 09' 00"	72° 04' 00"	5884391	760531
RÍO ITATA EN COELEMU	21-08-2015	08141001-1	27	36° 28' 01"	72° 41' 28"	5961714	706886
RÍO ITATA EN TRILALEO	24-08-2015	08124002-7	155	37° 04' 00"	72° 11' 00"	5893953	750441
RÍO RENEGADO EN INVERNADA	01-07-2015	08130001-1	710	36° 51' 38"	71° 37' 31"	5917313	265957

ESTACIONES VIGENTES	ÚLTIMO REGISTRO	CODIGO BNA	ALTITUD (msnm)	LATITUD S	LONGITUD W	UTM NORTE (m)	UTM ESTE (m)
RÍO ÑUBLE CON CONFLUENCIA	25-08-2015	08119002-K	20	36° 38' 00"	72° 27' 00"	5942708	728009
RÍO ÑUBLE EN SAN FABIAN	02-12-2010	08106001-0	410	36° 34' 13"	71° 33' 17"	5949693	271389
RÍO ÑUBLE EN SAN FABIAN N 2	02-12-2014	08106002-9	450	36° 35' 08"	71° 31' 32"	5948066	274040



 CORPORACIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio	Título		
	PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA		ESTACIONES MONITOREO CALIDAD DE AGUA	
 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	Escala:	Sistema de Referencia:	Fuente Cartográfica:	Fecha: Mayo 2016
	1 : 400.000	Elipsoide GR580, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Levantamiento en terreno	Lámina: 28
				Revisó: GGM

Figura 49. Ubicación estaciones de monitoria calidad de agua.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, esta condición contrasta con la calidad medida en la red de distribución de canales. Las muestras tomadas del río Ñuble como parte del estudio “Diagnóstico y plan de desarrollo participativo para el área del futuro embalse Punilla” (Universidad de Concepción, 2011) pueden clasificar como clase 1, lo que implica que las aguas son aptas para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases 2 y 3. Por otra parte, los valores de conductividad eléctrica y pH son concordantes con el estudio “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad” (CADE-INDEPE, 2003). Sin embargo, las muestras tomadas en los canales de riego muestran valores en los rangos establecidos por la NCh1333 (Instituto Nacional de Normalización, 1987) para el pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales con los cuales generalmente no se observarán efectos adversos en los cultivos. Ahora bien, 35 de las 50 muestras presentan valores de concentración de coliformes fecales superiores a 1.000 coliformes fecales 1.100 mL, por lo que no sería posible regar "cultivos de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consume en estado crudo" (Punto 6.2, requisitos bacteriológicos).

Es importante señalar la necesidad de catastrar las descargas de aguas residuales además de establecer un diagnóstico de la calidad bacteriológica dentro de la red de distribución, pues la calidad de los cauces naturales es buena.

De acuerdo al registro de emisiones y transacciones de contaminantes, el territorio presenta 42 fuentes emisoras reguladas por el Decreto Supremo 90 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2001), las cuales se muestran en la Tabla 26. El 40 % de las fuentes corresponde a plantas de tratamiento de aguas servidas operadas con ESSBIO. Estas plantas cumplen con la normativa y descargan menos de 20 UFC / 100 mL. Un 10 % de las fuentes emisoras corresponde a sistemas de producción pecuaria, que según registros de la Superintendencia de Servicios Sanitarios descargan sobre 1.000 UFC / 100 mL. Por lo anterior, es recomendable monitorear aguas abajo de los puntos de descarga. Las fuentes emisoras se encuentran principalmente en áreas urbanas, por lo cual su influencia ocurre aguas abajo de los puntos de descarga. Por lo anterior, es recomendable monitorear aguas abajo de los puntos de descarga. El volumen de las descargas es despreciable frente a los caudales circulantes. En general, no existen problemas agudos de contaminación dentro del territorio, sino más bien eventos puntuales relacionados con, por ejemplo, malos olores derivados de la industria porcina, humo producto de quemas y combustión de leña y descargas ilegales que afectan la calidad bacteriológica de las aguas en los canales de riego.

Tabla 26. Establecimientos emisores según DS 90 inscritos en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Establecimiento emisor	Comuna	Rubro	Caudal de descarga (Ls⁻¹)
AGR. Y GANADERA CHILLAN VIEJO LTDA. (PUENTE ÑUBLE)_197	Chillán	Agricultura	167,65
AGR. Y GANADERA CHILLAN VIEJO LTDA.	Chillán Viejo	Agricultura	136,57

Establecimiento emisor	Comuna	Rubro	Caudal de descarga (Ls⁻¹)
(RUCAPEQUEN)_195			
CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION (NUEVA ALDEA)_50	Ránquil	Industrias manufactureras	71476,7
CENTRAL TERMOELECTRICA CAMPANARIO_516	Cabrero	Electricidad, gas y agua	92
CENTRAL TERMOELECTRICA SANTA LIDIA_1073	Cabrero	Electricidad, gas y agua	137,72
COLBUN S.A. (CENTRAL TERMOELECTRICA LOS PINOS)_1027	Cabrero	Electricidad, gas y agua	300,9
COPIULEMU S.A. (FLORIDA)_1108	Florida	Otros	84,59
ESSBIO PTAS - BULNES	Bulnes	Plantas de Tratamiento	1452,03
ESSBIO PTAS - CABRERO	Cabrero	Plantas de Tratamiento	2045,33
ESSBIO PTAS - CHILLÁN	Chillán	Plantas de Tratamiento	38082,42
ESSBIO PTAS - COBQUECURA	Cobquecura	Plantas de Tratamiento	192,49
ESSBIO PTAS - COELEMU	Coelemu	Plantas de Tratamiento	1225,13
ESSBIO PTAS - COIHUECO	Coihueco	Plantas de Tratamiento	1283,87
ESSBIO PTAS - EL CARMEN	El Carmen	Plantas de Tratamiento	973,49
ESSBIO PTAS - FLORIDA	Florida	Plantas de Tratamiento	497,62
ESSBIO PTAS - HUEPIL	Tucapel	Plantas de Tratamiento	1167,92
ESSBIO PTAS - MONTE AGUILA	Cabrero	Plantas de Tratamiento	775,57
ESSBIO PTAS - NINHUE	Ninhue	Plantas de Tratamiento	243,89
ESSBIO PTAS - ÑIPAS	Ránquil	Plantas de Tratamiento	234,87
ESSBIO PTAS - PEMUCO	Pemuco	Plantas de Tratamiento	808,13
ESSBIO PTAS - PINTO	Pinto	Plantas de Tratamiento	443,69
ESSBIO PTAS - QUILLÓN	Quillón	Plantas de Tratamiento	628,43
ESSBIO PTAS - QUIRIHUE	Quirihue	Plantas de Tratamiento	1126,01
ESSBIO PTAS - SAN CARLOS	San Carlos	Plantas de Tratamiento	5987,44
ESSBIO PTAS - SAN IGNACIO	San Ignacio	Plantas de	593,11

Establecimiento emisor	Comuna	Rubro	Caudal de descarga (Ls ⁻¹)
ESSBIO PTAS - SANTA CLARA	Bulnes	Tratamiento Plantas de Tratamiento	319,28
ESSBIO PTAS - YUNGAY	Yungay	Plantas de Tratamiento	1191,5
FRUTAS Y HORTALIZAS DEL SUR S.A._1	San Carlos	Industrias manufactureras	1104
FRUTICOLA OLMUE S.A._1	Chillan	Industrias manufactureras	51,45
HUGO NAJLE HAYE (SAN CARLOS)_1	San Carlos	Industrias manufactureras	11,45
IANSAGRO S.A. (CHILLAN)_66	Chillán	Industrias manufactureras	37231
INDUSTRIAS RÍO ITATA S.A._1	Treguaco	Industrias manufactureras	4,85
LUIS VEAS FUENTES_1	Chillán	Industrias manufactureras	73,95
MASISA S.A. (CABRERO)_239	Cabrero	Industrias manufactureras	219,4
MASONITE S.A. (PLANTA DE PINTADO)_1	Cabrero	Industrias manufactureras	517
ORAF TI CHILE S.A._1	Pemuco	Agricultura	1077,5
PANELES ARAUCO S.A. (PLANTA TRUPAN)_274	Yungay	Industrias manufactureras	3480
PESQUERA CAMANCHACA S.A. (TUCAPEL)_117	Tucapel	Pesca	39650,02
PESQUERA LANDES S.A. (PISCICULTURA POLCURA)_983	Tucapel	Pesca	102728,48
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS CITA ECOBIO_280	Chillán	Otros	18,5
RELLENO SANITARIO FUNDO LAS CRUCES ECOBIO_396	Chillán Viejo	Otros	75

Fuente: Estudio "Diagnóstico y plan de desarrollo participativo para el área del futuro embalse Punilla".

5.5.6.8 Análisis de variabilidad climática

Enfoque, metodología y recopilación de información

El análisis de tendencia para precipitación y caudal en la cuenca del río Itata incluye series medias mensuales de 25 estaciones pluviométricas y 18 estaciones fluviométricas pertenecientes a la DGA y que se distribuyen a través de la cuenca, como se muestra en la Figura 50.

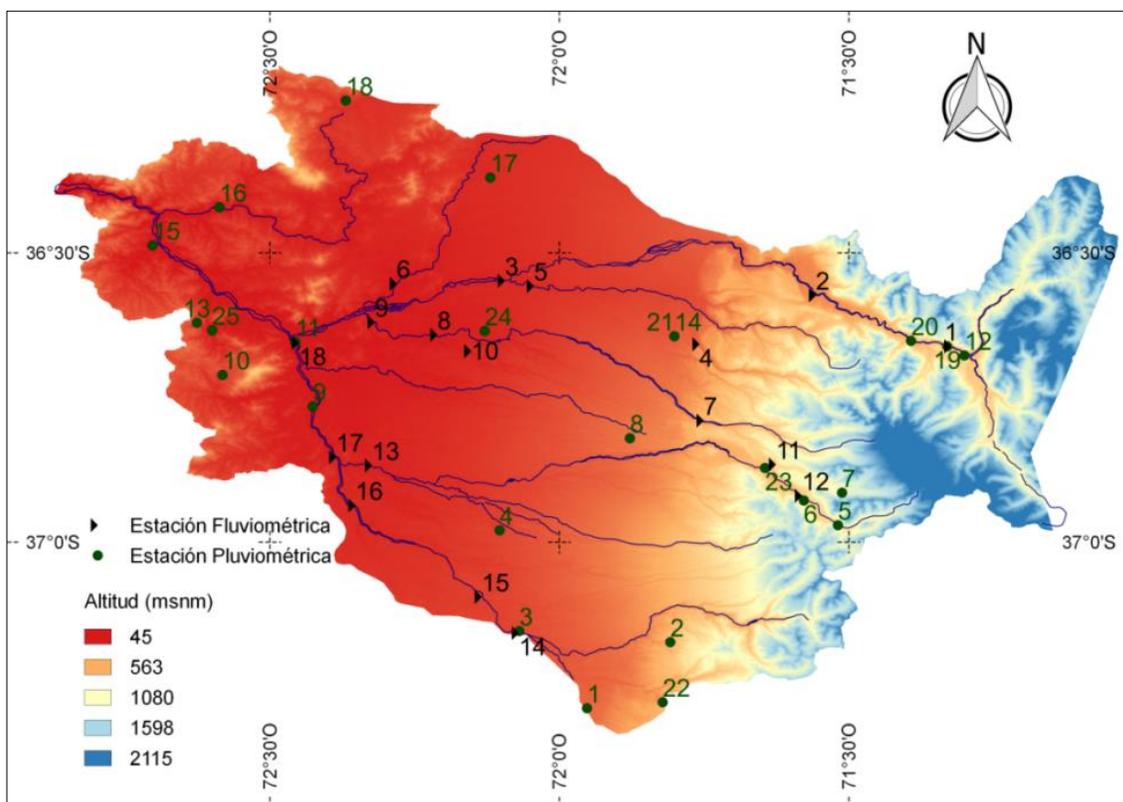
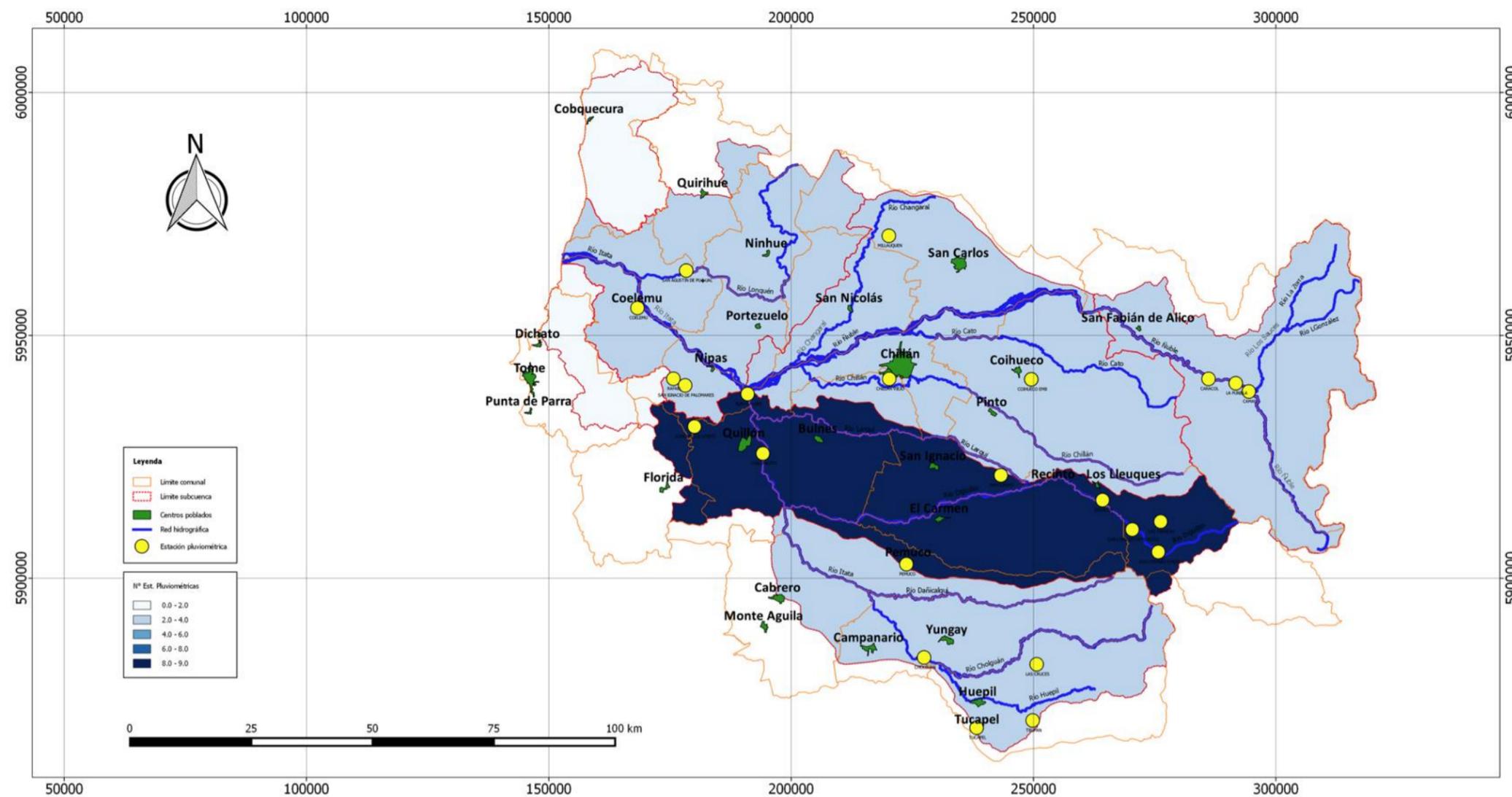


Figura 50. Estaciones pluviométricas y fluviométricas de la cuenca del río Itata. El número de registro corresponde al indicado en la Tabla 30 y Tabla 31.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS POR SUBCUENA	
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	
		Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	Lámina: 5 Revisó: GGM

Figura 52. Ubicación estaciones pluviométricas por subcuena.

Fuente: Elaboración propia.

La selección, control de calidad y relleno de las series fue realizado por la DGA a través de correlaciones, permitiendo encontrar estaciones óptimas utilizadas para el relleno o reemplazo de datos anómalos.

Posteriormente, las series de precipitación y caudal fueron distribuidas temporal y espacialmente de acuerdo al interés del presente trabajo (Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29). De manera de normalizar las series de caudal, se consideraron las áreas portantes de cada estación (Tabla 30).

Las series utilizadas corresponden a series completadas, ampliadas y homogeneizadas de precipitación y caudal provistas en el Estudio Hidrogeológico Cuencas Biobío e Itata (Aquaterra, 2011) siguiendo los métodos estándar indicados por la DGA. Las series de tiempo fueron divididas usando dos criterios. En lo primero, dado que las cuencas del Valle Central presentan una marcada variabilidad estacional, se analizaron valores anuales y estacionales (anual, verano, estival, otoño, invierno y primavera). En lo segundo, puesto que la literatura técnica reciente (Valdes-Pineda, R., et al., 2014) indican la necesidad de: (1) Separar en periodos decadales para evaluar la variabilidad decadal (largo plazo) (2) Es necesario realizar el análisis sobre un periodo común para efecto de las conclusiones asociadas a patrones espaciales sean robustas.

Puesto que las intensidades de precipitación dicen relación con eventos y no con tendencias, no se incluye este indicador en el análisis. Por otra parte, Pizarro, R., et al., (2012) en un análisis latitudinal de la intensidad de lluvias y precipitación media anual en Chile, señalan que no se observan cambios significativos, por lo que es posible mantener el uso de las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia para el diseño de estructuras que requieran de estos parámetros.

Una vez ordenadas, fueron ingresadas a la planilla Excel MAKESENS desarrollada por el Instituto de Meteorología de Finlandia. MAKESENS entrega dos tipos de análisis: la tendencia monótona creciente o decreciente de Mann Kendall y la pendiente de una tendencia lineal realizado por el test de Sen (Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., & Amnell, T., 2002).

Tabla 27. Distribución temporal de datos medios mensuales, precipitación y caudal.

Unidad	Distribución temporal
Otoño	*Marzo, abril, mayo
Invierno	*Junio, julio, agosto
Primavera	*Septiembre, octubre, noviembre
Verano	*Diciembre, enero, febrero
Periodo de estiaje	Diciembre, enero, febrero, marzo
Anual	1940-1970; 1950-1980; 1960-1990; 1970-2000; 1980-2010

*Pezoa (2003), Quintana (2004).

Tabla 28. Distribución espacial de datos medios mensuales.

Unidad	Distribución espacial	Parámetro
Altitud	Metros sobre el nivel del mar	Precipitación
Subcuenca	0810, 0811, 0812, 0813 y 0814	Precipitación y caudal

Unidad	Distribución espacial	Parámetro
Régimen hídrico	Pluvial; pluvial nival	Caudal

Tabla 29. Clasificación de subcuencas.

Cuenca	*Código subcuenca	Cauces
Itata	0810	Ñuble, Los Sauces
	0811	Ñuble, Changaral, Cato, Nibilinto, Chillán
	0812	Itata
	0813	Itata, Diguillín, Larqui, Renegado
	0814	Itata, Lonquén

Elaboración propia a partir del informe “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Itata”. CADE-IDEPE (2004).

*Clasificación realizada por la DGA.

Tabla 30. Estadígrafos del período anual entre 1940 y 2010 de las estaciones fluviométricas distribuidas en la cuenca del río Itata.

N° Estación		*Coordenadas		Altitud	Período	Promedio m ³ s ⁻¹	Desviación estándar m ³ s ⁻¹	Coeficiente variación (-)	Caudal promedio mensual máximo m ³ s ⁻¹	Caudal promedio mensual mínimo m ³ s ⁻¹
		UTM(m)		(msnm)						
		N	E							
1	Río Ñuble en La Punilla	5.941.278	288.435	635	1940-2010	79,8	25,2	0,32	150,4	25,6
2	Río Ñuble en San Fabián	5.950.105	271.798	410	1940-2010	109,8	24,8	0,32	212,2	33,4
3	Río Ñuble en Longitudinal	5.951.066	759.587	107	1940-2010	133,5	46,3	0,35	282,8	26,1
4	Río Nibilinto antes del Canal Alimentador	5.939.825	253.658	290	1940-2010	12,5	4,2	0,34	22,4	2,7
5	Río Cato en Puente Cato	5.950.930	764.064	123	1940-2010	41,1	14,4	0,35	74,7	8,9
6	Río Changaral Camino a Portezuelo	5.951.546	743.173	60	1940-2010	16,1	6,3	0,39	35,1	6,3
7	Río Chillán en Esperanza	5.925.568	254.586	435	1940-2010	14,9	4,6	0,31	26,6	5,5
8	Río Chillán en Longitudinal	5.942.128	748.874	75	1940-2010	27,3	10,0	0,36	50,6	6,7
9	Río Chillán en Camino a Confluencia	5.944.232	739.982	45	1940-2010	21,8	7,0	0,32	40,2	7,8
10	Estero Quilmo Camino a Yungay	5.936.404	754.671	90	1940-2010	2,1	0,7	0,33	3,8	0,4
11	Río Renegado en Invernada	5.916.614	265.254	710	1940-2010	3,7	1,8	0,49	9,1	0,4
12	Río Diguillín en San Lorenzo	5.909.379	271.397	598	1940-2010	16,9	5,1	0,30	29,3	5,4
13	Río Diguillín en Longitudinal	5.916.532	737.718	80	1940-2010	49,5	16,9	0,34	89,0	9,9
14	Río Itata en Cholguán	5.884.391	760.526	220	1940-2010	43,5	11,2	0,26	70,4	14,2
15	Río Itata en Trilaleo	5.893.953	750.436	155	1940-2010	42,1	13,2	0,31	77,4	8,7
16	Río Itata en General Cruz	5.909.175	736.026	90	1940-2010	58,5	18,5	0,32	114,9	14,6
17	Río Itata en Cerro Negro	5.918.505	733.311	60	1940-2010	115,4	37,7	0,33	219,0	32,2
18	Río Itata en Balsa Nueva Aldea	5.940.858	727.957	15	1940-2010	134,8	45,1	0,33	236,0	33,2

*Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS 84) y Huso 19 Sur.

Tabla 31. Estadígrafos del período anual entre 1941 y 2010 de las estaciones pluviométricas distribuidas en la cuenca del río Itata.

N° Estación	*Coordenadas		Altitud	Período	Promedio mm	Desviación estándar mm	Coeficiente variancia (-)	Precipitación máxima anual mm	Precipitación mínima anual mm
	UTM(m)		(msnm)						
	N	E							
1 Tucapel	5.869.147	238.266	330	1941-2010	1597,3	322,80	0,20	2234,0	837,7
2 Las Cruces	5.882.586	254.145	650	1941-2010	1937,0	432,50	0,22	2821,5	882,9
3 Cholguán	5.883.615	227.436	225	1941-2010	1373,6	328,10	0,24	2296,5	594,0
4 Pemuco	5.903.861	223.814	200	1941-2010	1237,2	306,30	0,25	1821,9	449,0
5 San Lorenzo Fundo	5.905.397	275.759	710	1941-2010	2355,3	569,80	0,24	3486,5	1062,1
6 Atacalco Fundo	5.910.826	271.157	730	1941-2010	2347,7	614,40	0,26	3532,0	130,5
7 Las Trancas	5.910.984	277.097	1200	1941-2010	2288,1	630,00	0,28	3590,2	997,8
8 Mayulermo	5.921.162	244.093	385	1941-2010	1551,8	351,10	0,23	2254,1	775,3
9 Chillancito	5.924.985	191.842	40	1941-2010	1062,2	281,90	0,27	1872,7	552,1
10 Cancha Los Litres	5.930.097	179.731	173	1941-2010	1001,8	266,00	0,27	1779,3	339,1
11 Nueva Aldea	5.937.884	189.881	25	1941-2010	1008,1	274,60	0,27	1781,3	426,8
12 Caman	5.939.277	298.718	660	1941-2010	2328,4	589,00	0,25	2530,3	844,3
13 Rafael	5.941.084	176.327	210	1941-2010	1398,4	316,60	0,23	2269,5	473,9
14 San Fabián	5.951.552	271.558	460	1941-2010	1858,6	590,00	0,32	3832,0	671,8
15 Coelemu	5.955.606	168.304	30	1941-2010	853,6	259,50	0,30	1631,9	353,4
16 San Agustín de Puñual	5.963.394	178.488	35	1941-2010	916,0	245,30	0,27	1671,1	404,7
17 Millauquén	5.970.398	220.169	146	1941-2010	922,7	241,60	0,26	1655,0	467,8
18 Mangarral	5.984.448	197.215	150	1941-2010	821,6	218,90	0,27	1494,6	380,0
19 La Punilla	5.940.438	291.934	840	1941-2010	1936,5	512,00	0,26	3072,2	881,0
20 Caracol	5.941.349	286.321	620	1941-2010	2540,7	701,90	0,28	3960,6	750,1

N° Estación	*Coordenadas		Altitud	Período	Promedio mm	Desviación estándar mm	Coeficiente variancia (-)	Precipitación máxima anual mm	Precipitación mínima anual mm
	UTM(m)		(msnm)						
	N	E							
21 Coihueco Embalse	5.941.253	249.734	314	1941-2010	1462,5	360,00	0,25	2360,1	698,6
22 Trupán	5.870.980	250.025	480	1941-2010	1725,1	373,00	0,22	2773,9	936,4
23 Diguillín	5.916.375	264.442	670	1941-2010	2141,7	506,40	0,24	3145,9	967,4
24 Chillán Viejo	5.942.044	756.927	106	1941-2010	1049,4	240,20	0,23	1755,1	522,1
25 San Ignacio de Palomares	5.943.053	714.591	75	1941-2010	1119,1	295,60	0,26	2048,9	586,2

*Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS 84), Huso 19 Sur.

La prueba de Mann Kendall es un test estadístico no paramétrico basado en el ranking (posición en una serie ordenada, creciente o decreciente) de la relación entre dos variables y se puede utilizar para evaluar las tendencias de los datos de series hidrológicas si una de las variables es el tiempo. Presenta una mayor potencia estadística a medida que la serie de datos se aleja de una distribución normal (Gilbert, 1987) .

Esta prueba se aplica en los casos en que los datos de precipitación o caudal (x_i) con respecto al tiempo siguen el modelo:

$$x_i = f(t_i) + \varepsilon_i \quad [1]$$

Donde $f(t_i)$ corresponde a la función monótonica continua que puede aumentar o disminuir con respecto al tiempo siendo ε_i el residuo con igual distribución y media cero.

El test S de Mann Kendall se detalla en la siguiente expresión:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{signo}[(x_j - x_k)] \quad [2]$$

Donde X_j y X_k son los valores anuales de precipitación o caudal, en los años j y k , con $j > k$.

$$\text{signo}[(x_j - x_k)] = +1 \quad \text{si } (x_j - x_k) > 0, \quad [3]$$

$$\text{signo}[(x_j - x_k)] = 0 \quad \text{si } (x_j - x_k) = 0 \text{ y} \quad [4]$$

$$\text{signo}[(x_j - x_k)] = -1 \quad \text{si } (x_j - x_k) < 0. \quad [5]$$

En caso que se obtenga un empate ($\text{signo } x_j - x_k = 0$)

$$\text{Var}[S] = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{q=1}^p t_q(t_q-1)(2t_q+5) \right] \quad [6]$$

Donde, n es el número total de pares de datos, p es el número de grupos de estaciones pluviométricas o fluviométricas y t_q es el número de datos incluidos en el análisis de cada grupo.

Una vez obtenidos los valores del test S y la varianza de S, éstos son utilizados para calcular la estadística de prueba Z, como se observa a continuación:

Índice estadístico Z

$$Z = \frac{S - 1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} \quad \text{Para } S > 0 \quad [6]$$

$$Z = 0 \quad \text{Para } S = 0 \quad [7]$$

$$Z = \frac{S + 1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} \quad \text{Para } S < 0 \quad [8]$$

Donde si Z tiene un valor positivo indica una tendencia ascendente. Por el contrario, si Z posee un valor negativo indica una tendencia descendente.

De acuerdo a Gilbert (1987), el método de Sen asume una tendencia lineal. Por lo tanto la función f(t) debe ser igual a:

$$f(t) = Q_t + B \quad [9]$$

$$Q_t = \frac{x_{i'} - x_i}{i' - i} \quad [10]$$

Donde Q_t es la pendiente de Sen, B es la constante y $x_{i'}$ y x_i son los valores de la variable (precipitación o caudal) a tiempos i' e i . Siendo $i' > i$.

Los resultados de tendencias se muestran a través de mapas creados en el software libre Quantum Gis, logrando de esta manera traslapar los resultados de tendencias temporales y espaciales de precipitación y caudal.

5.5.6.9 Variabilidad de precipitaciones, caudal y temperaturas

Las tendencias de precipitación en los 70 años de datos para todos los períodos incluidos en el análisis, no presentan significancia estadística. Es importante destacar que en la época de estiaje y primavera existe una disminución en la precipitación anual (Tabla 32), tendencia que se muestra en la totalidad de la cuenca afectando principalmente a la estación San Fabián y Caman (Figura 53 y Figura 54).

En otoño, donde se inicia la temporada de precipitación, no presenta una tendencia temporal consistente, en el cual hay estaciones pluviométricas que indican un aumento o disminución. Sin embargo, el análisis espacial señala una tendencia consistente en que la precipitación disminuye tanto en la costa como en la Cordillera de los Andes. Por el contrario, la época invernal la pluviometría aumenta a través de la cuenca. Es importante destacar que las estaciones pluviométricas ubicadas en la depresión intermedia no muestran consistencia en sus tendencias, exceptuando en la época invernal.

En el análisis decadal la precipitación aumenta entre los años 1.951 al 2.000 en la cuenca donde dicha tendencia se destaca en la zona precordillerana representando la mayor aumento en la estación San Fabián, tendencia que cambia en el último tiempo donde la pluviometría desciende en 31 milímetros al año en la estación San Fabián ubicada en la zona precordillerana. De acuerdo a lo anteriormente expuesto, no existe diferencia de tendencias en la distribución espacial, para los períodos decadales (Rojas, 2014).

Tabla 32. Tendencia de precipitación para períodos estacionales con grado de significancia (Sg) estadística (S=significativa, NS= no significativa) y pendiente de Sen (Q).

Estación	Estraje		Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Sg	Q (mm*año ⁻¹)	Sg	Q (mm*año ⁻¹)	Sg	Q (mm*año ⁻¹)	Sg	Q (mm*año ⁻¹)	Sg	Q (mm*año ⁻¹)
Tucapel	NS	-0,01	NS	-0,15	NS	0,56	NS	0,29	NS	-0,70
Las Cruces	NS	-0,14	NS	-0,08	NS	0,19	NS	0,38	NS	-0,30
Cholguán	NS	-0,52	NS	-0,28	NS	-0,10	NS	0,79	NS	-0,94
Pemuco	NS	-0,22	NS	-0,11	NS	0,23	NS	0,65	NS	-1,09
San Lorenzo Fundo	NS	-0,48	NS	-0,24	NS	0,01	NS	0,66	NS	-1,18
Atacalco Fundo	NS	-0,27	NS	-0,06	NS	0,12	NS	1,11	NS	-1,01
Las Trancas	NS	-0,33	NS	-0,15	NS	0,01	NS	-0,85	NS	-1,13
Mayulermo	NS	-0,43	NS	-0,23	NS	-0,04	NS	0,92	NS	-0,65
Chillancito	NS	-0,25	NS	0,02	NS	0,01	NS	0,91	NS	-0,20
Cancha Los Litres	NS	-0,23	NS	0,00	NS	-0,04	NS	0,48	NS	-0,18
Nueva Aldea	NS	-0,18	NS	0,04	NS	-0,11	NS	0,82	NS	-0,08
Camán	NS	-0,74	NS	-0,40	NS	-0,42	NS	2,40	NS	-1,56
Rafael	NS	-0,27	NS	-0,03	NS	-0,26	NS	1,05	NS	-0,15
San Fabián	NS	-0,79	NS	-0,47	NS	-0,68	NS	0,26	NS	-1,07
Coelemu	NS	-0,34	NS	-0,13	NS	-0,06	NS	1,55	NS	-0,12
San Agustín de Puñal	NS	-0,14	NS	-0,01	NS	-0,03	NS	1,38	NS	-0,30
Millauquen	NS	-0,06	NS	0,03	NS	-0,10	NS	0,78	NS	-0,03
Mangarral	NS	-0,16	NS	-0,06	NS	-0,09	NS	1,22	NS	-0,14
La Punilla	NS	-0,35	NS	-0,20	NS	-0,22	NS	0,32	NS	-0,77
Caracol	NS	-0,65	NS	-0,20	NS	-0,07	NS	1,18	NS	-0,75
Coihueco Embalse	NS	-0,35	NS	-0,20	NS	0,13	NS	1,09	NS	-0,74
Trupán	NS	0,16	NS	0,20	NS	0,56	NS	-0,24	NS	-0,39
Diguillín	NS	-0,36	NS	-0,20	NS	0,04	NS	1,97	NS	-0,87
Chillán Viejo	NS	0,02	NS	0,14	NS	0,13	NS	0,43	NS	-0,10
San Ignacio de Palomares	NS	-0,32	NS	0,07	NS	0,16	NS	1,86	NS	-0,12

Resultados negativos indican disminución de precipitación y resultados positivos muestran un aumento (Rojas, 2014).

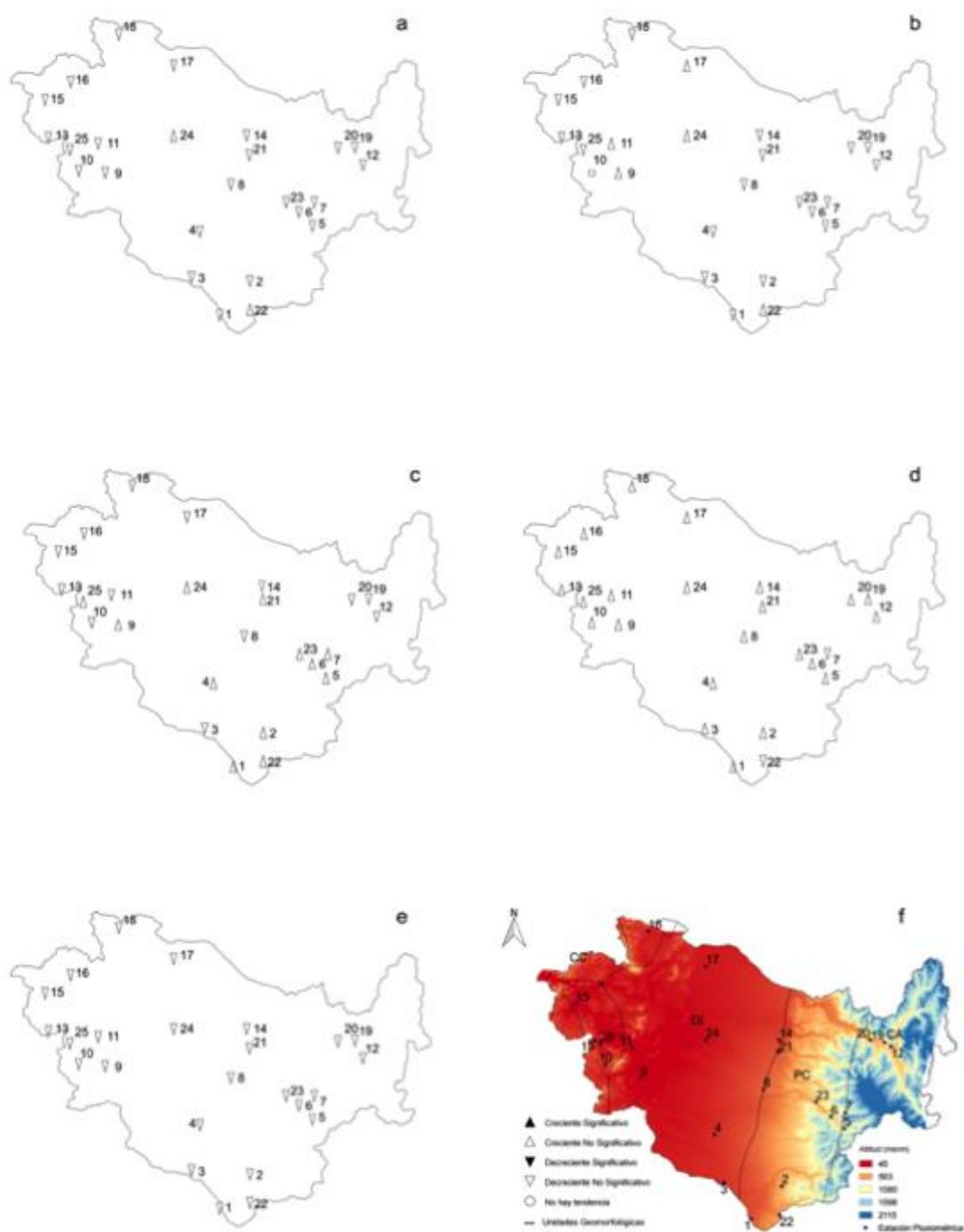


Figura 53. Tendencia de precipitación media distribuidas por altitud y geomorfología para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (d), primavera (e) y su respectivas leyendas (f).

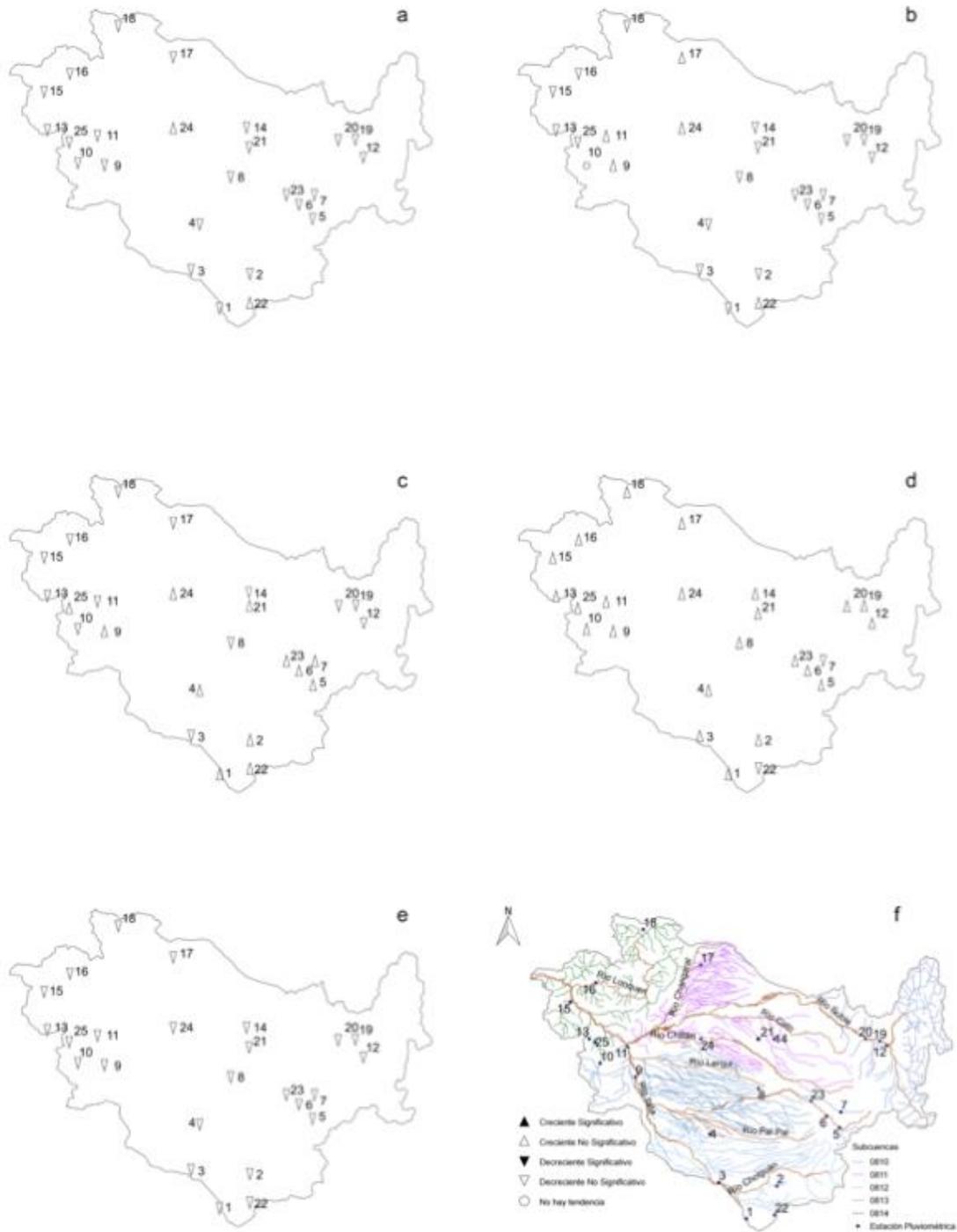


Figura 54. Tendencia de precipitación media distribuidas por subcuencas para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), primavera (e) y su respectiva leyenda (f).

Tabla 33. Tendencias de precipitación para períodos anuales con grado de significancia (Sg) estadística (S= significativa, NS= no significativa) y la pendiente de Sen (Q).

Estación	1941-1970		1951-1980		1961-1990		1971-2000		1981-2010	
	Sg	Q (mm*año ⁻¹)								
Tucapel	NS	-7,75	NS	2,65	NS	3,98	NS	3,98	NS	-0,02
Las Cruces	NS	-10,80	NS	9,93	NS	3,11	NS	3,11	NS	-11,57
Cholguán	S	-13,52	NS	10,24	NS	9,72	NS	9,72	S	-13,01
Pemuco	NS	-7,10	NS	5,82	NS	2,45	NS	2,45	NS	-6,60
San Lorenzo Fundo	NS	-12,56	NS	15,30	NS	5,55	NS	5,55	NS	-19,88
Atacalco Fundo	NS	-13,77	NS	12,39	NS	4,03	NS	4,03	NS	-11,38
Las Trancas	NS	-13,11	NS	23,95	NS	12,68	NS	12,68	NS	-19,09
Mayulermo	NS	-8,60	NS	7,92	NS	2,50	NS	2,50	NS	-10,65
Chillancito	NS	-3,13	NS	-3,03	NS	5,55	NS	5,55	NS	-3,38
Cancha Los Litres	NS	-2,12	NS	3,06	NS	3,29	NS	3,29	NS	-9,85
Nueva Aldea	NS	-3,52	NS	10,07	NS	1,90	NS	1,90	S	-15,01
Camán	NS	-14,63	NS	11,68	NS	4,52	NS	4,52	NS	-15,00
Rafael	NS	-1,70	NS	3,80	NS	3,80	NS	3,80	NS	-5,69
San Fabián	NS	-13,08	NS	17,44	NS	17,44	NS	17,44	S	-31,45
Coelemu	NS	-3,49	NS	2,06	NS	3,81	NS	3,81	NS	-5,07
San Agustín de Puñual	NS	-1,82	NS	2,93	NS	3,05	NS	3,05	NS	-8,67
Millauquen	NS	-2,06	NS	2,83	NS	3,04	NS	3,04	NS	-8,53
Mangarral	NS	-1,66	NS	2,63	NS	2,73	NS	2,73	NS	-8,45
La Punilla	NS	-2,54	NS	-6,19	NS	-10,36	NS	-10,36	NS	0,78
Caracol	NS	-17,56	NS	13,94	NS	6,28	NS	6,28	NS	-13,86
Coihueco Embalse	NS	-8,64	NS	1,96	NS	5,70	NS	5,70	NS	-3,27
Trupán	NS	-8,37	NS	5,06	NS	-3,85	NS	-3,85	NS	-7,00
Diguillín	NS	-14,93	NS	8,21	NS	5,96	NS	5,96	NS	-7,97
Chillán Viejo	NS	-1,48	NS	1,13	NS	1,96	NS	1,96	NS	-3,35
San Ignacio de Palomares	NS	-2,26	NS	3,59	NS	3,73	NS	3,73	NS	-11,57

Resultados negativos indican disminución de precipitación y resultados positivos muestran un aumento (Rojas, 2014).

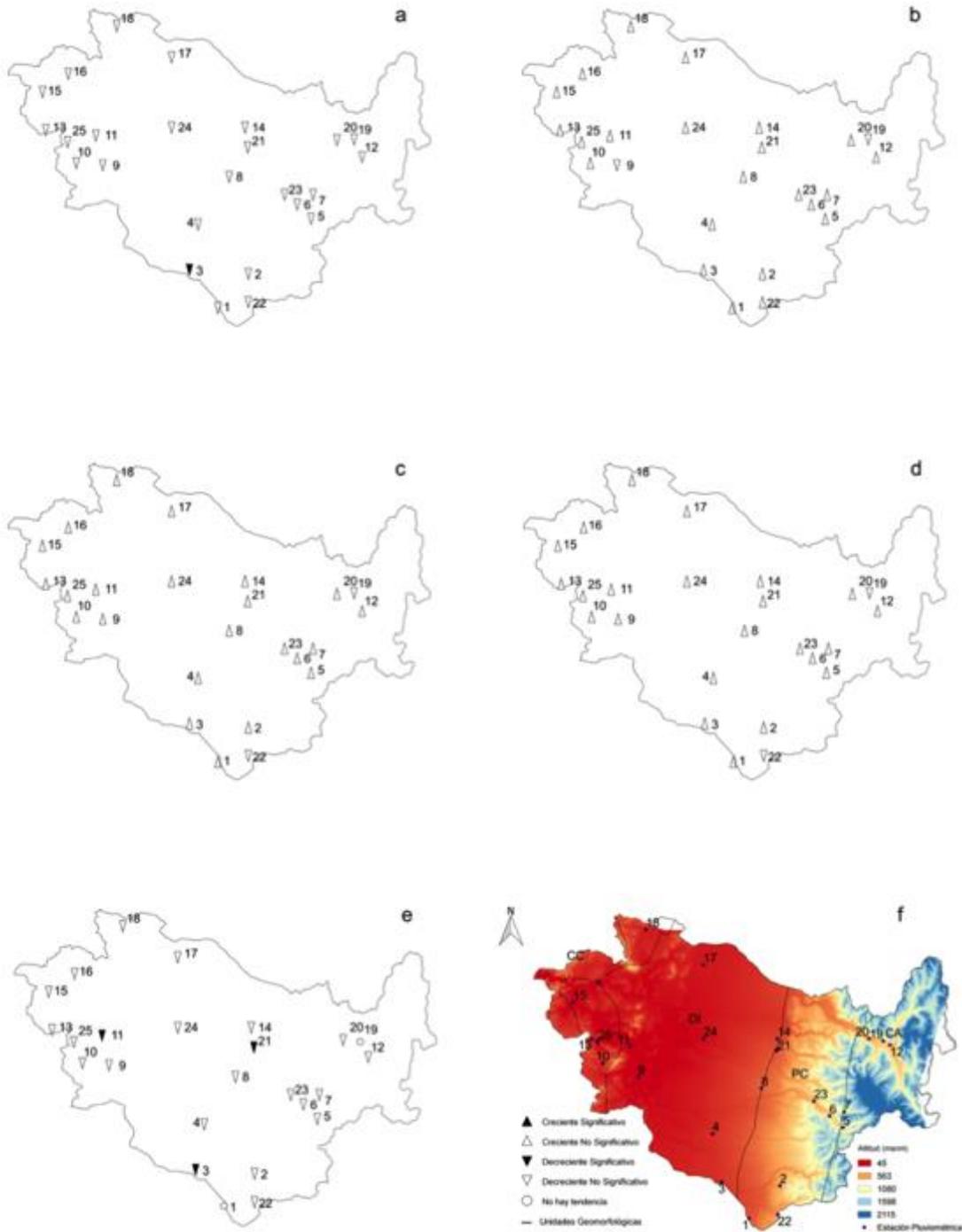


Figura 55. Tendencias de precipitación anual distribuidas por altitud y geomorfología para períodos: 1941-1970 (a), 1951-1980 (b), 1961-1990 (c), 1971-2000 (d), 1981-2010 (e) y su respectiva leyenda (f).

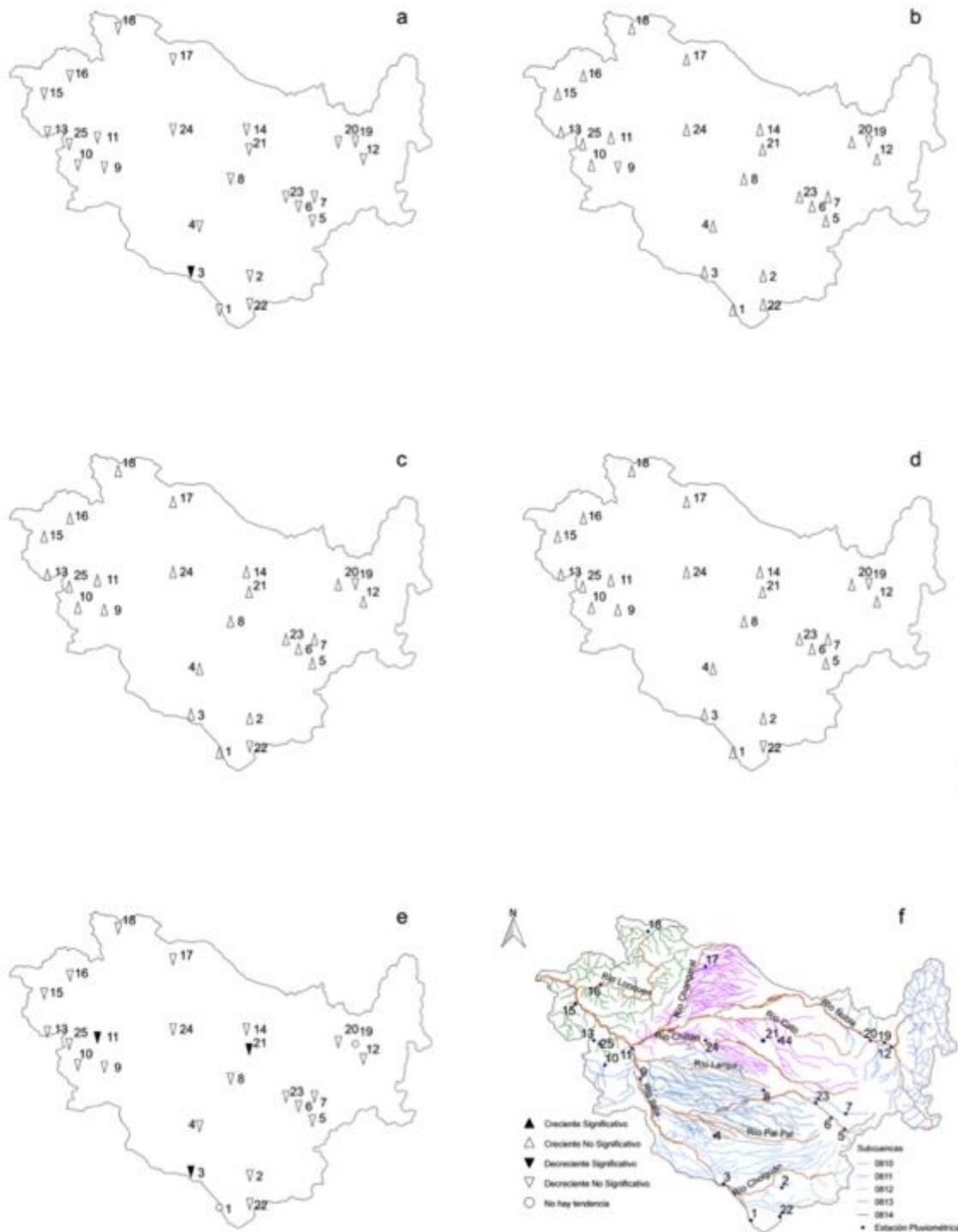


Figura 56. Tendencias de precipitación anual distribuidas por subcuencas para períodos: 1941-1970 (a), 1951-1980 (b), 1961-1990 (c), 1971-2000 (d), 1981-2010 (e) y su respectiva leyenda (f).

A diferencia de la precipitación, el comportamiento del caudal en la cuenca del río Itata es estadísticamente significativo, en el cual los meses de estiaje, primavera y verano el

caudal disminuye considerablemente repercutiendo al río Ñuble en la Punilla y San Fabián con un descenso de 2.680 m³ y 2.390 m³ al año, respectivamente. Cabe señalar, que en primavera la cuenca muestra un descenso en sus caudales, donde el 78% de las estaciones presentan significancia estadística, repercutiendo en el río Ñuble en la Punilla que refleja la mayor disminución al año con 3.049 m³. La magnitud de la tendencia decreciente es consistente con otros estudios (Rubio-Alvarez, E. & McPhee, J., 2010).

Se mantiene esta tendencia en otoño repercutiendo al río Chillán en estación Esperanza, asimismo el río Diguillín en Longitudinal es la única estación que presenta un comportamiento contradictorio, aumentando su caudal en los meses de otoño.

En invierno, la totalidad de las estaciones no muestran significancia estadística. Al observar las tendencias para este período, se puede establecer que el 75% de las estaciones muestran aumentos en sus caudales, destacándose el río Ñuble.

Al analizar espacialmente (Figura 57 y Figura 58), las tendencias del caudal en el caso de un río con régimen mixto (nivo pluvial) no difieren de las estaciones ubicadas en ríos con régimen pluvial, no obstante si presentan diferencias al observar las cantidades (Tabla 34). Por ejemplo, las tendencias presentadas en el río Ñuble, de régimen mixto, son decrecientes estadísticamente significativas observándose el mismo comportamiento para el resto de los ríos con régimen pluvial.

Si analizamos decadalmente el comportamiento del caudal se logra discernir que en la mayoría de los períodos analizados éste disminuye (1940-1970, 1950-1980) cambiando este escenario entre los años 1960-1990. Luego en el período 1970-2000 desciende nuevamente en toda la cuenca afectando principalmente al río Chillán en Esperanza (32.400 m³ al año).

Cuando se trata de períodos anuales (Figura 58) los caudales entre los ríos con aportes mixto y pluvial tienen igual comportamiento. Sin embargo, éste es diferente en el período 1950-1980, donde el aporte mixto muestra un aumento, en cambio los ríos pluviales presentan una disminución.

Al analizar espacialmente, es importante considerar condicionantes que se presentan en los últimos años. Los cambios de uso de suelo, procesos como la deforestación de extensas áreas cubiertas de bosques o los cambios en el paisaje generados por monocultivos industrializados, han provocado en las últimas décadas efectos sobre el comportamiento de variables climáticas afectando el ciclo hidrológico (Montecinos, 2012). Tales cambios se pueden argumentar con lo descrito por Azocar, G., Montecinos, P., Paredes, P., Rojas, J., & Aguayo, M. (2012) donde indica que de acuerdo a los Censos Agropecuarios 1997 y 2007 la región del Biobío ha disminuido los suelos cultivables, específicamente en las comunas del valle central y secano interior de la provincia de Ñuble. Por otra parte, en el estudio realizado en la región del Biobío y la Araucanía (Aguayo, M., Pauchard, A., Azócar, G., & Parra, O., 2009), se estimó que las plantaciones forestales aumentaron ocho veces entre los años 1979-2000, ocupando principalmente suelos agrícolas (40,1%), áreas con matorrales (38,3%) y bosque nativo (21,1%).

Tabla 34. Tendencias de caudal para períodos estacionales con grado de significancia (Sg) estadística (S= significativo, NS= no significativo) y la pendiente de Sen (Q).

Estación	Estraje		Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Sg	Q (m ³ *km ⁻² *año ⁻¹)	Sg	Q (m ³ *km ⁻² *año ⁻¹)	Sg	Q (m ³ *km ⁻² *año ⁻¹)	Sg	Q (m ³ *km ⁻² *año ⁻¹)	Sg	Q (m ³ *km ⁻² *año ⁻¹)
Río Ñuble en La Punilla	S	-2.679,53	S	-2.362,50	S	-826,20	NS	1.985,38	S	-3.048,55
Río Ñuble en San Fabián	S	-2.633,80	S	-2.388,98	S	-930,59	NS	1.653,18	S	-3.051,71
Río Ñuble en Longitudinal	S	-1.084,21	S	-1.042,91	S	-284,64	NS	1.572,93	S	-2.399,13
Río Nibilinto antes del Canal Alimentador	S	-1.348,78	S	-1.231,69	S	-681,82	NS	419,11	S	-3.987,39
Río Cato en Puente Cato	S	-560,32	NS	-280,70	NS	-256,95	NS	72,52	S	-2.607,36
Río Changaral Camino a Portezuelo	S	-995,65	S	-599,76	S	-974,37	NS	-1.251,67	S	-990,91
Río Chillán en Esperanza	S	-1.855,22	S	-1.479,77	S	-1.128,73	NS	-920,20	S	-3.124,29
Río Chillán en Longitudinal	S	-551,18	S	-385,88	NS	-216,97	NS	-234,56	S	-3.412,96
Río Chillán en Camino a Confluencia	NS	-162,90	NS	-149,02	NS	-151,57	NS	-548,65	NS	-920,35
Estero Quilmo Yungay	NS	-45,53	NS	-44,54	NS	10,69	NS	-105,12	S	-1.108,95
Río Renegado en Invernada	S	-1.475,96	S	-1.167,57	S	-1.103,35	NS	125,10	NS	-1.491,30
Río Diguillín en San Lorenzo	S	-2.540,00	S	-2.282,11	S	-1.123,02	NS	1.259,64	S	-5.538,82
Río Diguillín en Longitudinal	NS	-197,77	S	-270,70	NS	26,62	NS	401,70	S	-2.103,28
Río Itata en Cholguán	S	-1.330,52	S	-1.096,38	S	-696,07	NS	279,80	S	-1.651,51
Río Itata en Trilaleo	S	-540,42	S	-450,95	S	-240,23	NS	608,94	NS	-833,54
Río Itata en General Cruz	S	-666,26	S	-572,02	S	-314,07	NS	153,33	NS	-1.146,66
Río Itata en Cerro Negro	S	-532,92	S	-458,44	S	-271,74	NS	623,22	S	-1.126,83
Río Itata en Balsa Nueva Aldea	S	-338,67	S	-291,97	NS	-104,17	NS	-1.121,19	S	-1.546,92

Resultados negativos indican disminución de precipitación y resultados positivos muestran un aumento (Rojas, 2014).

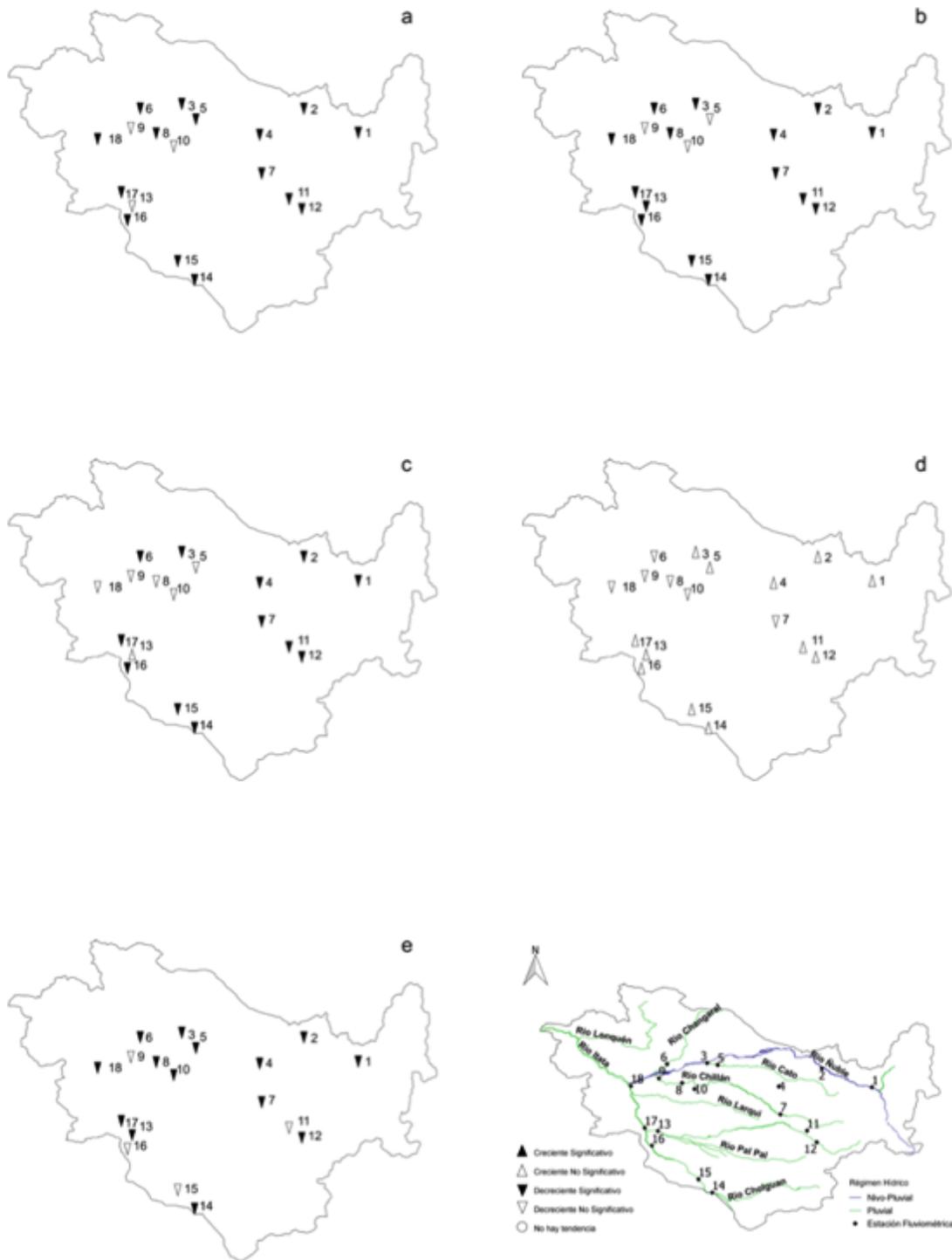


Figura 57. Tendencia de caudal medio estacional distribuido por régimen hídrico para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), invierno (d), primavera (e) y su respectiva leyenda (f).

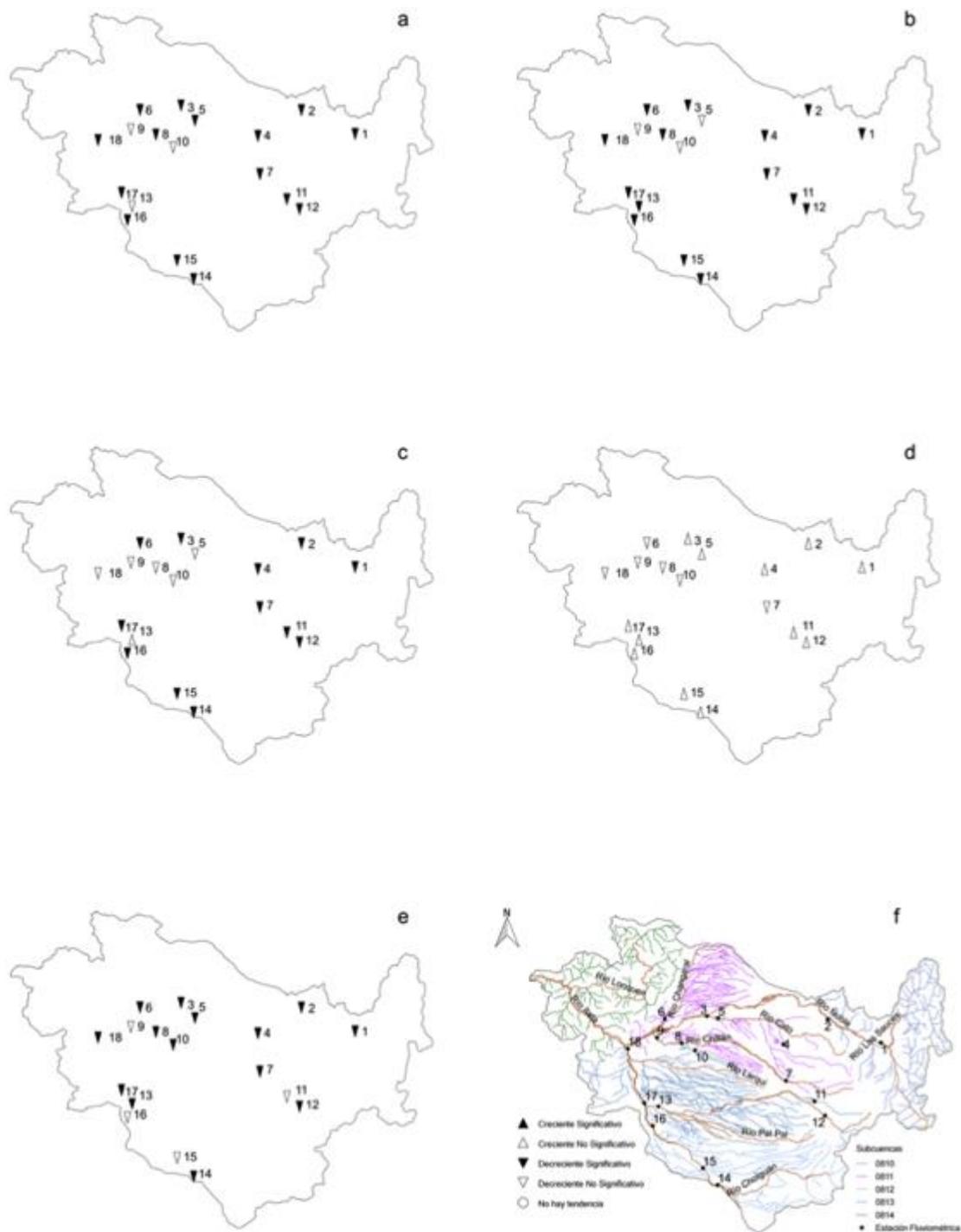


Figura 58. Tendencias de caudal medio estacional distribuidas por subcuenca para períodos: estiaje (a), verano (b), otoño (c), invierno (d), primavera (e) y respectiva leyenda (f).

Por otro lado, los registros de temperatura en el territorio son insuficientes para determinar las tendencias de largo y mediano plazo. Sin embargo, basado en estaciones de mayor registro en Chillán, se ha establecido una anomalía positiva desde el año 1980.

Las variaciones corresponden principalmente a una disminución de la amplitud térmica diaria ($T_{max}-T_{min}$) que afecta los períodos fenológicos. Desde el punto de vista estacional, se espera un aumento de las temperaturas estivales, lo que aumenta el riesgo de daño a frutales por estrés térmico, mientras que lluvias primaverales en conjunto con temperaturas medias mayores, aumentarían el riesgo de enfermedades fungosas.

Tabla 35. Cuadro resumen para tendencia de caudal de los periodos de estiaje, verano, otoño, primavera desde el año 1940 al 2010 y tendencias para periodos decadales (1940-1970; 1950-1980; 1970-2000; 1980-2010) para las estaciones fluviométricas de la cuenca del río Itata.

Estación	Estiaje	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Periodos				
						1940-1970	1950-1980	1960-1990	1970-2000	1980-2010
Río Ñuble en La Punilla	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS
Río Ñuble en San Fabián	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS
Río Ñuble en Longitudinal	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	+NS	ST	-NS	-NS
Nibilinto antes del Canal Alimentador	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Cato en Puente Cato	-S	-NS	-NS	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Changaral Camino a Portezuelo	-S	-S	-S	-NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-S
Río Chillán en Esperanza	-S	-S	-S	-NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-S
Río Chillán en Longitudinal	-S	-S	-NS	-NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-S
Río Chillán en Camino a Confluencia	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Estero Quilmo Camino a Yungay	-NS	-NS	+NS	-NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-S
Río Renegado en Invernada	-S	-S	-S	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS
Río Diguillín en San Lorenzo	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Diguillín en Longitudinal	-NS	-S	+NS	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Itata en Cholguán	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Itata en Trilaleo	-S	-S	-S	+NS	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Itata en General Cruz	-S	-S	-S	+NS	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-S
Río Itata en Cerro Negro	-S	-S	-S	+NS	-S	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS
Río Itata en Balsa Nueva Aldea	-S	-S	-NS	-NS	-S	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS

*Tendencia significativa: S; Tendencia no significativa: NS; No hay tendencia: ST

* Tendencia positiva: +; Tendencia negativa: -

Tabla 36. Cuadro resumen para la tendencia de precipitación de los periodos de estiaje, verano, otoño, primavera desde el año 1941 al 2010 y tendencias para periodos decadales (1941-1970; 1951-1980; 1971-2000; 1981-2010) para las estaciones pluviométricas de la cuenca del río Itata.

Estación	Estiaje	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Periodos				
						1941-1970	1951-1980	1961-1990	1971-2000	1981-2010
Tucapel	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	ST
Las Cruces	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Cholguán	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-S	+NS	+NS	+NS	-S
Pemuco	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
San Lorenzo Fundo	-NS	-NS	ST	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Atacalco Fundo	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Las Trancas	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Mayulermo	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Chillancito	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS
Cancha Los Litres	-NS	ST	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Nueva Aldea	-NS	+NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-S
Caman	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Rafael	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
San Fabián	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-S
Coelemu	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
San Agustín de Puñual	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Millauquen	-NS	+NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Mangarral	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
La Punilla	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	-NS	-NS	-NS	ST
Caracol	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Coihueco Embalse	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Trupán	NS	+NS	+NS	-NS	-NS	-NS	+NS	-NS	-NS	-NS
Diguillín	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS
Chillán Viejo	ST	+NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS

Estación	Estiaje	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Periodos				
						1941-1970	1951-1980	1961-1990	1971-2000	1981-2010
San Ignacio de Palomares	-NS	-NS	+NS	+NS	-NS	-NS	+NS	+NS	+NS	-NS

*Tendencia significativa: S; Tendencia no significativa: NS; No hay tendencia: ST

* Tendencia positiva: +; Tendencia negativa: -

Tabla 37. Balance Global del Sistema probabilidad excedencia 85% (Q en m³s⁻¹).

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Entrada													
Estado Inicial Embalses	10,88	10,37	10,60	10,15	10,05	10,26	9,81	9,99	9,29	8,76	9,09	7,73	0,89
Aporte Cuencas	65,98	101,10	263,86	344,09	325,24	316,79	274,16	243,84	151,89	103,26	82,37	68,11	195,68
Aporte Lluvia	15,59	83,66	140,08	109,69	88,84	45,80	17,31	4,29	0,08	0,00	0,94	1,63	42,57
Aporte Bombeo	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,68	2,37	2,93	3,67	3,73	3,65	1,43
TOTAL	92,73	195,12	414,55	463,93	424,13	372,87	301,95	260,49	164,19	115,69	96,13	81,11	240,57
Salida													
Precip. Evapotrans. En													
Sectores	1,19	1,72	1,12	1,04	2,65	33,79	15,76	4,08	0,07	0,00	0,79	1,39	5,29
Evaporación Sectores	7,96	1,42	1,47	1,55	2,97	5,69	3,14	2,69	3,41	3,79	3,17	2,50	3,30
Percolación Sectores	6,95	16,39	41,69	21,73	4,31	2,49	15,65	27,80	26,87	17,81	13,71	10,68	17,18
Riego Sectores	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	10,11	20,10	19,96	13,30	10,17	7,83	7,27
Evaporación Embalses	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,14	0,11	0,09	0,06
Percolación Embalses	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09
Estado Final Embalses	10,71	10,26	10,49	10,05	9,94	10,14	9,67	9,60	8,76	8,21	8,56	7,34	0,62
Percolación Cauces	19,69	37,01	90,80	112,52	103,81	92,32	72,69	56,64	34,98	26,59	22,68	19,91	57,68
Caudal Saliente Cuenca	41,26	128,21	268,87	316,93	300,34	227,11	174,78	139,40	69,94	45,77	36,85	31,31	149,09
TOTAL	92,73	195,12	414,55	463,93	424,13	372,87	301,95	260,49	164,19	115,69	96,13	81,11	240,57

Fuente: Estudio Hidrogeológico de las Cuencas del Itata y Biobío.

5.5.6.10 Conclusiones del análisis de variabilidad climática

La precipitaciones en la cuenca del Itata presentan una disminución no significativa luego de aplicada la prueba de Mann Kendall. Sin embargo, el régimen de precipitaciones muestra variabilidad estacional asociada al sistema climático inviernos lluviosos y veranos secos y una alta variabilidad interanual medida como el coeficiente de variación. Esta variabilidad se asocia a condiciones naturales derivadas del El Niño Oscilación del Sur. Por otra parte, se superpone a la variabilidad interanual una importante componente de variabilidad decadal que repercute en las planificaciones a largo plazo. En este sentido, las acciones de adaptación al cambio climático deben apuntar al aumento de la regulación de caudales mediante, por ejemplo, la construcción de embalses.

Respecto de los caudales, se observan tendencias no significativas en la temporada de lluvias y disminución de caudales en las temporadas de primavera y verano. Lo anterior se debe al aumento de la temperatura que influye en un menor flujo base, además de disminución en el almacenaje natural en la parte alta de la cordillera de Los Andes.

El régimen de temperatura muestra un aumento significativo, principalmente asociado a aumentos en las temperaturas mínimas. Con lo anterior, se observa una disminución en la amplitud térmica, la que influye en los procesos fenológicos de los cultivos.

Para efecto de planificación a largo plazo, es necesario incluir la variabilidad decadal de las precipitaciones y caudales. Por otra parte, la variabilidad interanual es el principal factor que afecta la planificación en los tipos de cultivo y área cultivada. Por lo anterior, se recomienda avanzar en sistemas de información de disponibilidad de caudales que permitan una mejor planificación de las actividades agrícolas y un mejor manejo del riesgo respecto de eventos extremos como sequías en el caso de las precipitaciones y las heladas y golpes de calor en el caso de las temperaturas.

El Estudio Hidrogeológico de las Cuencas del Itata y Biobío, provee de un balance global de la cuenca a escala mensual. Como se observa en la Tabla 37, el caudal saliente es positivo a escala anual y para cada uno de los meses. Sin embargo, es necesario indicar que este resultado no considera la variabilidad espacial del balance, por lo que algunas zonas se ven afectadas por condiciones de desbalance entre oferta y demanda. Más aún, es necesario indicar que la oferta o disponibilidad de agua presenta una condición de variabilidad natural intrínseca, mientras que la demanda de agua muestra un comportamiento monotónicamente creciente. Por lo anterior, la variabilidad interanual requiere de pronósticos confiables que permitan una mejor planificación que ajuste las condiciones de oferta y demanda.

Desde el punto de vista de la variabilidad del clima y la disponibilidad de aguas, un punto a considerar es la provisión de caudal ecológico indicada en el Código de Aguas. Al respecto, como muestra la Tabla 38, los caudales ecológicos en la cuenca asociados a derechos de aprovechamiento permanente y continuo es de $138 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ el cual es menor para los valores anuales, pero muestra diferencias a escala mensual. En efecto, para los caudales globales, y con una seguridad del 85 %, para algunos meses como abril, el caudal pasante debería ser provisto para condiciones de caudal ecológico, lo que limitaría la entrega de

nuevos derechos. Sin embargo, la distribución espacial de los derechos asociados a caudales ecológicos están distribuidos a lo largo de la cuenca, lo que sumado a la variación mensual, no presenta efectos importantes en la disponibilidad.

Finalmente, a juicio del consultor, es recomendable realizar estudios específicos de modelación hidro climática a nivel de subsubcuencas, que permitan estimar de mejor manera el balance entre la oferta y demanda de agua y las potenciales consecuencias en la agricultura. Los estudios hasta ahora disponibles son robustos, pero es necesario avanzar en mejorar la resolución espacial de estos.

Tabla 38. Caudal ecológico por tipo de derecho para derechos vigentes en la cuenca del Itata a enero de 2016.

Tipo	Número	Caudal total (m³s⁻¹)
Permanente y Continuo	601	138
Eventual y continuo	60	25
Eventual y discontinuo	84	74
Permanente y alternado	0	0
Permanente y discontinuo	72	39

5.5.6.11 Propuesta de adaptación al cambio climático

Las proyecciones de cambio climático para el territorio indican escenarios de disminución de las precipitaciones entre un 15 y un 20 % del promedio anual, además de cambios en la precipitación acumulada de las estaciones, para un horizonte de tiempo al año 2030. Adicionalmente, se espera un aumento de la temperatura promedio de 2 a 3 °C (CONAMA, 2006).

Dada la dependencia de las actividades de riego en cuanto a la precipitaciones, acumulación nival y flujo base, el territorio presenta una vulnerabilidad Alta y Muy Alta (AGRIMED, 2008), lo que viene a justificar medidas de adaptación del sector agropecuario. Por otra parte, el aumento de las temperaturas estivales generando cuadros de estrés, el aumento de las poblaciones de insectos y el aumento del riesgo agrometeorológicos, incluida la mayor variabilidad de las heladas.

El estudio más reciente, y que sistematiza y consolida estudios anteriores es el “Portafolio de propuestas para el programa de adaptación del sector silvoagropecuario en Chile al Cambio Climático” (AGRIMED, 2011) , como “Sistematización de las Políticas y Estrategias de Adaptación Nacional e Internacional al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario y de los Recursos Hídricos y Edáficos” (Universidad de Chile , 2008), “La economía del cambio climático en Chile” (Naciones Unidas, CEPAL, 2012) y el “Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de cambio climático” (AGRIMED, 2008).

A continuación se presentan medidas indicadas en MMA (AGRIMED, 2011) aplicables al territorio:

1. Iniciativas de orden técnico y tecnológico: Estas acciones buscan hacer frente a la reducción y aumento de la vulnerabilidad de los recursos esenciales para la producción

suelo, agua y energía y enfrentar las reducciones de rendimiento como consecuencia del cambio climático. Se incluyen además prácticas y técnicas productivas. Estas acciones se pueden resumir en:

- Uso y mejoramiento de sistemas riego tecnificado y mejoramiento de los sistemas de riego tradicionales.
- Técnicas para el aumento de la infiltración de agua en el suelo.
- Técnicas que prevengan y controlen la erosión y la degradación.
- Cambio en los calendarios de siembra para minimizar riesgos climáticos y uso de variedades resistentes a estreses biológicos y fisiológicos (térmico, hídrico, mecánico).
- Incorporación a la matriz energética predial de energías renovables no convencionales, como aprovechamiento del potencial energético de residuos y desechos en el sector silvoagropecuario en conjunto con sistemas de producción energéticamente eficientes.

2. Iniciativas de creación de capacidades que buscan una mejor preparación de los productores en la toma de decisiones.

- Iniciativas de infraestructura como la optimización del sistema de secciones de aforo y partidores, ampliación y mejoramiento de capacidad de porteo de la red de canales y aumento de la capacidad de regulación de caudales mediante construcción de embalses.
- Iniciativas de generación de información hidrológica, climática, bioclimática y biológica que permitan una mejor gestión del riesgo. Se incluyen acciones como el reforzamiento del monitoreo y pronóstico de recursos hídricos y eventos climáticos e hidrológicos relevantes, además de sistemas de alerta temprana de riesgos climáticos, hidrológicos, plagas y enfermedades.

3. Iniciativas de reforzamiento y generación de instrumentos financieros, comerciales y legales como soporte de la actividad económica silvoagropecuaria. Se incluyen acciones como:

- Expansión del actual seguro agrícola. Una mejora en la predictibilidad redundaría en pólizas más baratas.
- Diseño de un programa de certificación de huella de agua de los productos silvoagropecuarios.

4. Capacidades de capital humano que buscan la creación de capacidades en todos los niveles, mediante acciones como:

- Crear programas de capacitación en cambio climático.
- Capacitar e informar a los agricultores para el uso de nuevas opciones de cultivos, en los casos donde se requiera cambio de uso de suelo y prácticas y técnicas para enfrentar los impactos climáticos.

- Promover las organizaciones de pequeños productores con el objetivo de aprovechar las economías de escala: compra de insumos, asistencia técnica, transformación y comercialización de productos, capacitación.

Considerando lo anteriormente expuesto, las medidas de adaptación y mitigación de interés para el territorio se pueden agrupar en:

1. Aumento de la eficiencia de riego. Al respecto, la eficiencia considera la relación entre el agua usada por los cultivos y el agua aplicada. En general las acciones mejoran, adaptación y expansión de sistemas de riego que permitan una aplicación acotada. Sin embargo, los costos de operación de sistemas de riego presurizado son elevados dado el costo de la energía. Por lo anterior, una opción plausible es el fomento de sistemas de aducción de baja presión. Por otra parte, la eficiencia depende de la estimación adecuada de las necesidades hídricas de los cultivos, por lo cual se recomienda implementar sistemas de pronóstico de evapotranspiración basado en datos de terreno y datos meteorológicos.

2. Aumento de la capacidad de regulación de caudales. Dado el aumento esperado en la variabilidad interanual y la disminución de la precipitación, se recomienda mejorar la capacidad de regulación mediante:

- Obras de almacenamiento como embalses, tranques nocturnos y tranques de acumulación o cosecha de agua. Una obra mayor será el embalse Punilla, en la región del Biobío, con 600 Hm³ para riego y energía (Ministerio de Obras Públicas, 2010) que se encuentra en licitación y se espera el final de la construcción el año 2020, además del embalse Zapallar con una capacidad de 80 Hm³ para riego que se encuentra en etapa de diseño e inicio esperado de las obras el año 2017.
- Uso sostenible del agua subterránea mediante la instalación de telemetría en pozos, obras de aumento de infiltración y de conservación de suelo y cobertura vegetal, además de obras de recarga artificial de acuíferos.

3. Aumento de capacidades técnicas Dado que tanto la eficiencia como el uso sostenible de la infraestructura depende de las condiciones de manejo de los sistemas de producción es imperativo establecer e incluir elementos de transferencia tecnológica para efectos de mitigación de variabilidad del clima. Deben aplicarse programas focalizados a grupos vulnerables, como por ejemplo, pequeños agricultores del secano. Los cultivos presentarán efectos diferenciados, por lo cual, los planes de transferencia deben incluir esta condición en el diseño y seguimiento de planes de transferencia tecnológica. Por ejemplo, tanto el maíz como las papas no presentan cambios significativos bajo riego ante condiciones de cambio climático, mientras que se espera una disminución moderada en trigo de secano. Las nuevas condiciones de temperatura podrían generar aumentos de producción en zona de riego de la depresión intermedia.

Por otra parte, para efectos de planificación territorial, es importante considerar las precipitaciones mínimas esperadas según período de retorno. La Figura 59 muestra los valores de precipitación mínima para un período de retorno de 5, considerando datos

históricos. Estos valores se corresponden con los volúmenes mínimos esperados para disponibilidad de aguas. Desde el punto de vista territorial, es importante destacar que comunas dentro de una misma subcuenca, los valores esperados son diferentes, por lo que es necesario establecer medidas de adaptación y mitigación diferenciadas. El patrón espacial se mantiene para períodos de retorno de 10, 15, 25, 50, 75 y 100 años.

Conclusiones

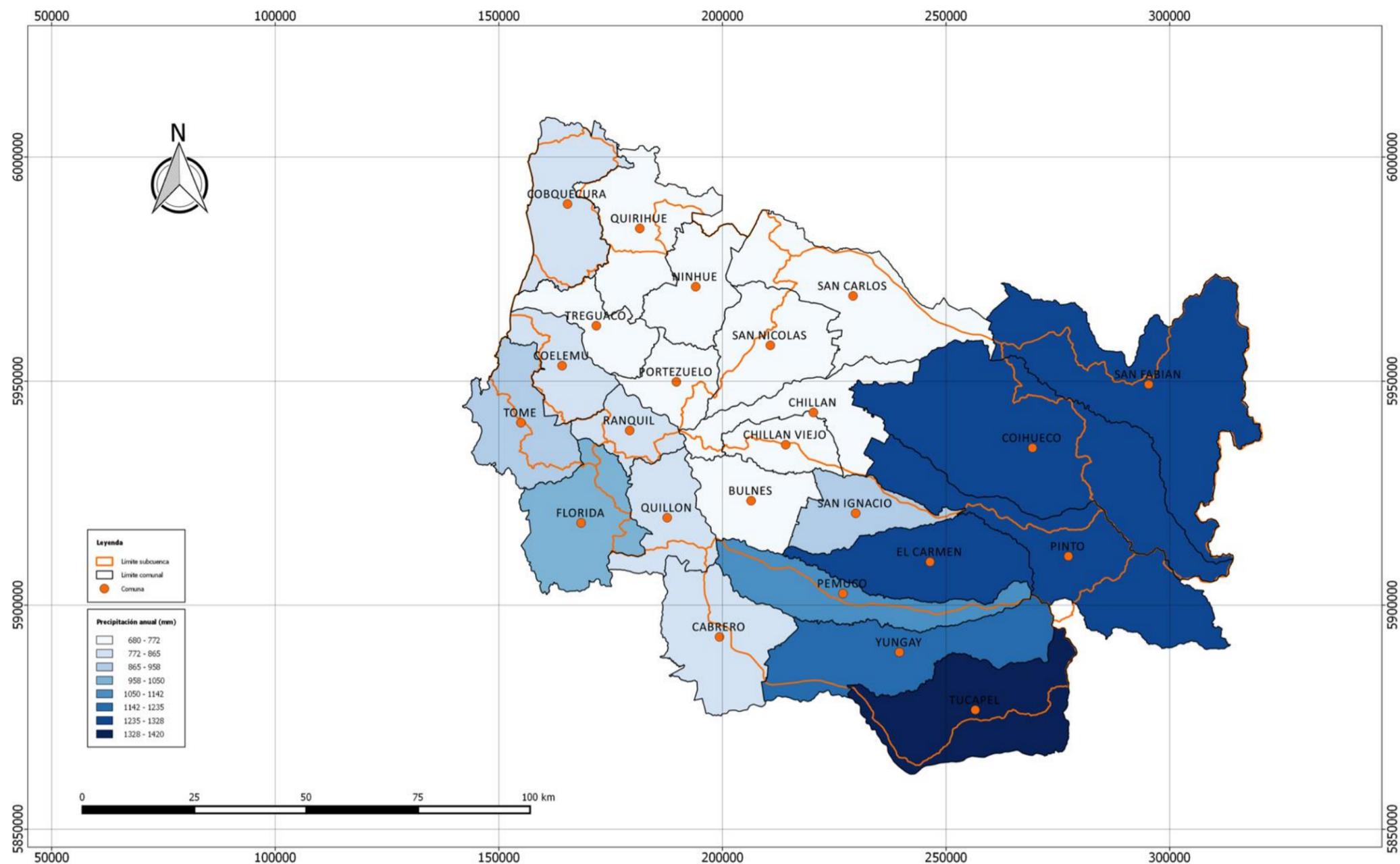
Dada la alta variabilidad interanual en las precipitaciones, la tendencia decreciente en los caudales de estiaje y el aumento de la demanda de agua en la temporada de riego, la principal medida de adaptación al cambio climático es el desarrollo de infraestructura de almacenamiento a diferentes escalas – embalses, tranques, recarga de acuíferos. Por otra parte, la principal medida de adaptación para el control de la demanda dice relación con una mejora en la eficiencia de riego, aumento en la productividad del agua y control y monitoreo del uso de agua a nivel predial y de organizaciones de usuarios. De manera transversal, se requiere de la implementación de un programa de transferencia tecnológica a nivel de cuenca. La Tabla 39 resumen las medidas antes indicadas.

Tabla 39. Medidas de adaptación al cambio climático para el territorio.

Medida de Adaptación	Efectos	
	Demanda	Disponibilidad
<p><u>Fomento de sistemas de aducción de baja presión</u> Los sistemas de aducción de baja presión también conocidos como sistemas de riego californiano corresponden a sistemas de distribución de agua de riego intrapredial que distribuyen y controlan métodos de riego superficial. Este esquema utiliza la fuerza de gravedad en el transporte del agua, por lo cual no requiere de fuentes externas (e.g. energía eléctrica) lo que disminuye los costos de operación y se constituye en una alternativa a los sistemas de riego presurizado. Estos métodos se utilizan desde hace décadas en California, EEUU, además de riego en, por ejemplo, frutales en el valle central. La aplicabilidad de este método se centra en el valle de la cuenca del Itata.</p>	Mejora en eficiencia de riego	
<p><u>Sistemas de pronóstico de evapotranspiración basado en datos de terreno y datos meteorológicos</u> Una gestión adecuada de los recursos hídricos, requiere del conocimiento de la oferta y demanda de agua. Para ello, las técnicas de teledetección permiten abarcar espacialmente el territorio con una resolución suficiente para manejo agrícola. Las técnicas de teledetección han sido aplicadas exitosamente en Chile, con plataformas de interacción probadas. Tal es el caso de la plataforma AQUASAT, que ya se encuentra en</p>	Mejora en eficiencia de riego	Puesto que es posible aplicar el agua necesaria para los cultivos, se mejora la eficiencia en el uso del recurso.

Medida de Adaptación	Efectos	
	Demanda	Disponibilidad
<p>aplicación en el territorio.</p> <p>Aumento de la capacidad de regulación de caudales: embalses</p> <p>Dadas las condiciones hidrológicas del territorio, es necesario establecer medidas de regulación. La opción de grandes obras deben circunscribirse a las partes altas de la cuenca y de preferencia, con opciones de uso múltiple (almacenaje y generación eléctrica)</p>		<p>Mejora seguridad de riego para temporada</p> <p>Dado que el embalse regula los flujos aguas abajo, es posible mejorar la seguridad de riego, puesto que se amortiguan las variaciones naturales en los cauces</p>
<p><u>Aumento de la capacidad de regulación de caudales: tranques intraprediales</u></p> <p>La infraestructura intrapredial considera el almacenaje de agua en ciclos cortos (días, semanas o meses) que permitan amortiguar las variaciones de caudal pero además permiten una mejor planificación de las labores agrícolas. Este tipo de infraestructura puede ser establecida en la parte media y baja del territorio, y requiere además el establecimiento de sistemas de distribución y métodos de riego que permitan un mejor control de la entrega de agua. La infraestructura intrapredial es exitosa en cuanto se establecen y aplican acciones de manejo adecuadas (e.g. paso a riego nocturno)</p>	Mejora en eficiencia de riego	Mejora seguridad de riego para temporada
<p><u>Instalación de telemetría en pozo</u></p> <p>Los sistemas de telemetría permiten un monitoreo continuo y centralizado de las extracciones de agua subterránea. Lo anterior redundará en una mejor gestión por parte de los usuarios y de una mejor administración por parte de las instituciones públicas. Los sistemas de telemetría deberían ser requerimientos en la formación de comunidad de aguas subterráneas, o adecuadas en las organizaciones en los pozos actuales. El costo de instalación de estos sistemas ha disminuido a costos aceptables.</p>	Mejora en eficiencia de riego	<p>Mejora seguridad de riego para temporada</p> <p>Un conocimiento detallado y confiable de las aguas almacenadas permite una mejor administración del recurso, evitando la sobreexplotación.</p>
<p><u>Obras de aumento de infiltración y obras de recarga artificial de acuíferos</u></p> <p>Las obras de aumento de infiltración buscan</p>		<p>Aumento de agua disponible</p> <p>Aumento de</p>

Medida de Adaptación	Efectos	
	Demanda	Disponibilidad
<p>mejorar la capacidad del suelo de almacenar agua y recargar los acuíferos. Lo anterior redundaría en mayor disponibilidad de aguas. Las opciones de infiltración mejorada han sido estudiadas para cuencas chilenas de similares características al territorio, como lo es la cuenca del Maule, y se dispone manuales de diseño e implementación. Sin embargo, los sistemas de infiltración aportan al acuífero como un bien común. Por su parte, las obras de recarga de acuíferos buscan aumentar la seguridad de riego mediante el almacenaje de agua en el suelo, por lo que, por definición, busca recuperar en calidad y cantidad el agua infiltrada. Las experiencias de sistemas de recarga artificial han sido dispares en Chile, dadas las alta heterogeneidad hidrogeológica, los costos de los estudios y la complejidad técnica. Sin embargo, el territorio muestra ventajas en escalas de sub sub cuencas.</p> <p><u>Conservación de suelo y cobertura vegetal</u> Estas medidas buscan restablecer o conservar la capacidad de infiltración de los suelos, lo que redundaría en mayor recarga de los acuíferos. Estas acciones debiesen focalizarse en suelos degradados de las zonas de secano, y en la protección de cubierta nativa en las partes altas.</p> <p><u>Transferencia tecnológica</u> Ninguna de las medidas anteriormente descritas soluciona los problemas por si sola. Más aún, la implementación de acciones de inversión debe correlacionarse con una adecuada transferencia de conocimiento que permita sacar provecho a la nueva o mejorada infraestructura. Al respecto, la tendencia actual, como el caso de California, es un acompañamiento continuado a los agricultores, con planes de transferencia de largo plazo y evaluados periódicamente. Por otra parte, es necesaria mayor desarrollo en las técnicas pedagógicas y didácticas en la transferencia, puesto que diferentes públicos y formas de aprender.</p> <p>Programas focalizados a grupos vulnerables, como por ejemplo, pequeños agricultores del secano</p>		<p>Infiltración y recarga</p> <p>Aumento de infiltración y recarga</p>
	Mejora en eficiencia de riego	
	Mejora en eficiencia de riego	



	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título PRECIPITACIÓN ANUAL MÍNIMA ESPERADA (MM) PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS	
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	
		Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	Lámina: 6 Revisó: GGM

Figura 59. Precipitación anual mínima esperada (mm) para un período de retorno de 5 años.

Fuente: Elaboración propia.

5.5.6.12 Sequías

La Tabla 40 muestra el período de retorno asociado a diferentes niveles de sequía (como porcentaje del valor promedio anual de precipitaciones). Para esta tabla, valores de período de retorno bajos implican mayor recurrencia. Los eventos más recurrentes ocurren en las comunas del secano interior y el secano costero. Los eventos intensos con déficit mayor a 40 %, sin embargo, muestran diferencias donde las comunas del secano presentan una mayor recurrencia.

Tabla 40. Período de retorno de sequía (años), para las comunas del territorio.

Comunas	20%	40%	60%	80%
Chillán	4,4	17,3	151,3	10117,3
San Carlos	4,0	12,9	114,6	7087,7
Coihueco	4,3	15,9	131,0	4110,3
Bulnes	4,4	17,0	171,2	4494,7
Yungay	4,5	18,2	170,6	7873,2
Coelemu	4,4	17,0	150,6	4350,5
Ninhue	4,0	12,4	119,4	2571,5
Treguaco	4,2	15,3	136,8	3743,1
Portezuelo	4,3	16,5	146,8	4074,0
Ránquil	4,4	17,5	159,6	4641,7
Coelemu	4,4	17,0	150,6	4350,5
Quillón	4,4	17,3	171,8	4503,2
San Ignacio	4,5	18,6	170,3	11297,1
Pemuco	4,5	18,1	173,7	7084,1
El Carmen	4,5	18,7	166,6	7561,1
Pinto	4,2	14,1	139,0	3629,8
San Fabián	4,0	12,1	98,3	2689,1
Chillán Viejo	4,4	17,0	160,9	5561,4
San Nicolás	4,2	15,3	133,6	4590,7
Quirihue	3,7	10,1	106,7	1558,8
Cobquecura	3,6	9,8	106,5	1413,8
Cabrero	4,4	17,0	176,8	4368,6
Tucapel	4,5	17,8	162,5	5842,8
Florida	4,5	18,5	174,3	5080,6
Tomé	4,4	17,9	166,9	4791,3

5.5.6.13 Capacidad de prevención, respuestas y/o mitigación frente a eventos extremos

Ñuble Alto

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Grandes nevazones que puedan bloquear los accesos a las comunidades.
- Corte de caminos y destrucción de infraestructura ribereña por crecidas de los ríos.

- Incendios forestales, que afecten la parte alta de la cordillera.
- Erupción del complejo volcánico Nevados del Chillán.

En general, debido a que la población es reducida en la zona, el riesgo a personas e infraestructura es limitado. No así el riesgo al ecosistema que presentan los incendios forestales, de continuar la escasez hídrica, y en especial cuando se producen condiciones de secamiento asociadas al viento Puelche.

Ñuble Bajo

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Corte de caminos, destrucción de infraestructura y pérdidas agrícolas zonas de ribera por crecidas de los ríos
- Propagación de las inundaciones por ingreso de agua a los canales de riego
- Incendios forestales, que afecten la parte alta de la cordillera

Descontando el terremoto de 2010, el mayor desastre para la población en esta zona fue causado debido a la propagación de las inundaciones que ingresaron a través de las bocatomas de los canales de riego, durante el temporal de julio de 2006.

Itata Alto (hasta río Diguillín)

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Corte de caminos, destrucción de infraestructura y pérdidas agrícolas zonas de ribera por crecidas de los ríos.
- Propagación de las inundaciones por ingreso de agua a los canales de riego.
- Incendios forestales, que afecten las extensas plantaciones existentes.
- Posible derrame accidental de una de las industrias existentes en la zona.

Itata Medio

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Corte de caminos, destrucción de infraestructura y pérdidas agrícolas zonas de ribera por crecidas de los ríos.
- Incendios forestales, que afecten la parte alta de la cordillera.
- Eventos climatológicos que dañen la producción de frutales, en especial la de cereza.

La inundación del 2006, produjo severos daños en el canal Laja Diguillín, el que a su vez resultó con daños menores después del terremoto del 2010.

Itata Bajo

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Corte de caminos, destrucción de infraestructura y pérdidas agrícolas zonas de ribera por crecidas de los ríos.
- Propagación de las inundaciones por ingreso de agua a los canales de riego.
- Incendios forestales, que afecten la parte alta de la cordillera.
- Eventos climatológicos que dañen la producción de frutales, en especial la de cereza.

El hecho más destacado fue el incendio del 2011, que afectó 25.000 ha de la zona.

Cuencas costeras Cobquecura y Tomé

La zona puede ser vulnerable frente a los siguientes tipos de eventos:

- Corte de caminos, destrucción de infraestructura y pérdidas agrícolas zonas de ribera por crecidas de los ríos.
- Incendios forestales, que afecten la parte alta de la cordillera.

Tabla 41. Análisis crítico frente a casos extremos.

Cuenca	Eventos extremos e impacto sobre riego
Ñuble alto	Nevazón e incendios
Ñuble bajo	Crecidas de ríos afectan predios ribereños. Desbordes de canales afectan infraestructura. Incendios forestales afectan producción
Itata Alto	Crecidas de ríos afectan predios ribereños. Desbordes de canales afectan infraestructura. Incendios forestales afectan producción
Itata Medio	Crecidas de ríos afectan predios ribereños. Desbordes de canales afectan infraestructura. Incendios forestales afectan producción
Itata Bajo	Crecidas de ríos afectan predios ribereños. Incendios forestales afectan producción
Costeras	Crecidas de ríos afectan predios ribereños. Incendios forestales afectan producción

5.5.6.14 Caracterización ambiental del territorio

Para la región del Biobío existe una superficie actual de suelos erosionados (clasificados en categorías de erosión ligera, moderada, severa y muy severa) de 1,18 millones de hectáreas, lo que representa el 31,9% de la superficie regional. Sin embargo, parte de esta superficie, en especial hacia la Cordillera de los Andes, ha sido afectada durante milenios por procesos de erosión de tipo geológica. Las superficies categorizadas como erosión no aparente (cobertura vegetal sobre el 75%) no son despreciables (38,9%). Las comunas más afectadas son San Fabián (62,7%), Quirihue (53,3%), Pinto (52,3%) y Ninhue (51,7%). Pinto y San Fabián se constituyen como las comunas con la mayor superficie de erosión “severa” y “muy severa” (180.000 ha, en conjunto). Las superficies con riesgo regional de erosión actual y potencial severa y muy severa son de 11,2% y 47,2%, respectivamente, lo que revierte preocupación si no se considera una capa vegetal protectora de suelo. Pero, en sectores del secano de la región, estas cifras aumentan significativamente.

Cabe señalar que en Chile no existe un diagnóstico detallado sobre las actividades productivas que cesaron, lo que hace prácticamente desconocida la cantidad y características de los suelos y sitios contaminados. Los valores se presentan a nivel regional.

Para el caso de las partes altas de la cuenca del Itata, existe riesgo de suelos contaminados debido al abandono de aserraderos. Sin embargo, la principal causa de degradación de suelo que principalmente afecta la productividad agrícola es la erosión inducida por malas prácticas silvoagrícolas, además del cambio del uso de suelo que afecta el régimen hídrico. Desde el punto de vista de fuentes emisoras, la generación eléctrica presenta amenazas en el territorio dada la instalación de termoeléctricas en las zonas del valle y de centrales de pasada en las partes altas que pueden afectar el valor de biodiversidad y los servicios ecosistémicos aguas abajo de los cauces. Sin embargo, dentro de la cuenca no hay presencia significativa de faenas mineras activas o abandonadas.

La agricultura en la actualidad requiere de ingentes cantidades de recursos como el agua y el suelo, además de elementos de control de plagas y de fertilizantes artificiales. En este respecto, la expansión de la agricultura sin medidas de control, puede producir efectos negativos en la salud pública, en los mismos cultivos y en los ecosistemas. A conocimiento del consultor, no existen estudios detallados que permitan cuantificar el efecto de la actividad agrícola en el estado del medioambiente en el territorio, lo que implica una fuerte necesidad de transferencia de conocimiento en el uso racional de los recursos.

Respecto a la generación de residuos, el territorio presenta valores bajos comparados en relación al resto del país, con la excepción de las zonas urbanas de Chillán y Chillán Viejo. Sin embargo, el tratamiento y disposición de residuos principalmente domiciliarios se realiza de manera segura. Al respecto, la actividad agropecuaria debe mejorar la gestión de residuos, como los biocidas, puesto que presentan un riesgo a la salud pública.

Para el territorio, los ecosistemas terrestres presentan un estado de conservación estable en las partes altas de la cuenca, de vulnerabilidad en las zonas de precordillera y de peligro en el valle central y la Cordillera de la Costa dado el cambio acelerado en el uso del suelo. Desde el punto de vista de la biodiversidad y de conservación de especies, es posible analizar dos casos. El primero dice relación con la parte alta del río Ñuble, que corresponde a un sitio de alto valor de biodiversidad y que se encuentra protegido. Por otra parte, las cuencas altas del río Chillán se encuentran altamente intervenidas por actividades de turismo, como por ejemplo el Valle de Las Trancas y las Termas de Chillán.

5.5.6.15 Conclusión de la caracterización ambiental del territorio

El territorio presenta un estado ambiental estable y aunque no se presenta una alta contaminación o amenaza debido a actividades industriales, las principales problemáticas dicen relación con: (1) Presión sobre los recursos hídricos para actividades productivas que afectan el estado de salud de los ecosistemas, (2) Cambio en el uso de suelo a actividades silvoagropecuarias, (3) Contaminación difusa asociada a la actividad agropecuaria. Por lo anterior, el desarrollo de la actividad agrícola en el territorio requiere de acciones de conservación de suelo que de hecho coinciden con aquellas indicadas para adaptación al

cambio climático, mejor uso de los recursos y uso racional de fertilizantes y biocidas. La situación es un ejemplo de la llamada tragedia de los comunes, donde los propios usuarios degradan un recurso que es de su propio provecho.

5.5.7 Caracterización del territorio según infraestructura de riego y desarrollo actual agroproductivo

5.5.7.1 Estado actual de la infraestructura de riego extra predial

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 puntos específicos de la cuenca. Información de la Comisión Nacional de Riego, la Dirección General de Aguas y la Dirección de Obras Hidráulicas fueron las principales fuentes de información.

5.5.7.2 Canales de riego

Según la “Guía de reconocimiento de obras tipo y de procedimientos” (Aquaterra Ingenieros Ltda, 2009), los canales artificiales son obras excavadas en el terreno, destinadas a transportar agua desde una fuente de origen hasta un lugar de destino, donde es consumida o utilizada. La condición que los caracteriza es que el escurrimiento se produce en superficie libre, sin presión.

Los canales de riego son de origen muy antiguo, utilizándose en numerosas aplicaciones, entre las que se pueden destacar:

- Agricultura
- Generación de electricidad
- Agua Potable (población rural y urbana)
- Industria
- Minería

La división del territorio propuesta está constituida por seis áreas hidrológicas y de riego de características similares: i) Río Ñuble: Subcuencas Ñuble Alto y Ñuble Bajo; ii) Río Cato: Subcuenca Ñuble Bajo; iii) Río Chillán: Subcuenca Ñuble Bajo; iv) Río Diguillín: Subcuenca Itata Medio; v) Río Itata: Subcuencas Itata Alto y Itata Medio; y vi) Río Itata: Subcuenca Itata Bajo. En base a esto la cuantificación total de canales presentes en la cuenca se clasificaron de acuerdo a las subcuencas mencionadas. Sin embargo, se hace mención de los ríos que cuentan con Junta de Vigilancia conformada y se enumeran los canales que actualmente están bajo su jurisdicción. De manera gráfica en la Figura 60 se muestra la ubicación de cada uno de estos canales, se destaca la subcuenca del río Itata Medio y la sub cuenca del río Ñuble bajo, como las áreas con la mayor concentración de canales de riego (Tabla 42).

Tabla 42. Número de canales existentes por subcuenca.

Subcuenca	Número de Canales
Subcuenca río Itata Alto	212
Subcuenca río Itata Medio	635
Subcuenca río Itata Bajo	25
Subcuenca río Ñuble Alto	58
Subcuenca río Ñuble Bajo	751
Subcuenca costera entre límite región y Tacú	3

En base a información recopilada en el informe denominado “Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, II Etapa (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000), se tiene:

La Junta de Vigilancia del río Diguillín y sus afluentes

La constitución y aprobación de los estatutos de la Junta de Vigilancia del río Diguillín se hizo mediante Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas N° 210 del 19 de mayo de 1982, publicado en el Diario Oficial el 12 de agosto de 1982. En dicho decreto se fija su competencia y establece la matrícula de los canales existentes en esa fecha, la que reconoce que las aguas se dividen en 2.203,8 regadores. En la actualidad la Junta de Vigilancia reconoce 2.210,95 regadores, equivalentes a derechos consuntivos, permanentes y continuos.

La competencia de la Junta de Vigilancia del río Diguillín se extiende sobre el río Diguillín y sus afluentes desde la confluencia del río Renegado con el río Diguillín hasta la confluencia de este último con el río Itata.

Tabla 43. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Diguillín y canales reconocidos al año 2000.

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
1	Las Canelas	Los Canelos
2	Sandoval y Álamos	Sandoval y Álamos
3	Coltón	Coltón
4	Goldenberg	Goldenberg
5	Larqui	Larqui
6	Cerro Colorado	Cerro Colorado
7	Sandoval y Chávez	-
8	Cerrillos	Cerrillos
9	Quinchagua	Quichagua
10	Compañía	Compañía
11	San Antonio	San Antonio
12	Llano Blanco	Llano Blanco
13	-	Las Violetas
14	Carrizalillo	-
15	Santa Isabel	Santa Isabel
16	Juan de Dios Urrutia	Juan de Dios Urrutia
17	Palpal	Pal-Pal
18	Cóndor	El Cóndor
19	Sotta Palacios	Sotta Palacios
20	Monas de Providencia	Monjas Providencia
21	Zañartu Oriente	Zañartu Oriente
22	La Máquina	La Máquina
23	Diguillín y Balsa	Diguillín y Balsa
24	Zañartu Poniente	Zañartu Poniente

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
25	Los Tilos	Los Tilos y El Roble
26	El Roble	El Roble
27	La Ermita	La Ermita
28	Agua Buena	Agua Buena
29	El Carmen	El Carmen
30	Rinconada Oriente	Rinconada Oriente
31	Carmen Riquelme	Carmen Riquelme
32	Salitreras	Salitreras
33	Rinconada Poniente	Rinconada Poniente
34	Canal Nuevo San Rafael	-
35	El Faro	-
36	Der. Rolando Carrasco	-

Fuente: Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000).

Sistema Laja Diguillín

Una de las grandes obras y/o inversiones que involucra la cuenca del río Diguillín y que además ha tenido un importante impacto social en la zona es el sistema de distribución de aguas Laja Diguillín.

Según información del sitio web de la Junta de Vigilancia del río Diguillín (Junta de Vigilancia del río Diguillín, 2016), el sistema distribución de regadío Laja Diguillín fue construido por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP entre los años 1995 y 2007. Se emplaza en la región del Biobío y consiste en obras diseñadas y construidas para captar y conducir aguas desde su fuente natural en el lago Laja hacia zonas de riego, con una superficie potencial de 44.630 ha agrícolas ubicadas en las comunas de Yungay, Pemuco, El Carmen, San Ignacio y Bulnes, todas de la provincia de Ñuble. Del total de la superficie, 9.000 ha corresponden a áreas nuevas ubicadas al sur del río Diguillín, 20.340 ha corresponden al mejoramiento de la seguridad de riego de los canales existentes que agrupa la Junta de Vigilancia del río Diguillín, y 15.290 ha a áreas nuevas y adicionales ubicadas al norte del río Diguillín.

Las principales obras civiles construidas son:

Bocatoma Tucapel, ubicada en la ribera derecha del río Laja, frente al pueblo de Tucapel. Consta de una barrera fija central, 5 compuertas de regulación, 1 compuerta desripadora y 1 compuerta de admisión al canal matriz.

- Canal matriz tramo río Laja y río Huépil, canal revestido en hormigón de 8 km de longitud y $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de capacidad.
- Bocatoma Huépil, ubicada en la ribera derecha del río Huépil. Consta de 2 compuertas de regulación, 1 compuerta desripadora y 1 compuerta de admisión al canal matriz.

- Canal matriz tramo río Huépil y río Diguillín, canal revestido en hormigón de 42 km de longitud y $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ de capacidad. En su trazado existen 6 sifones para el cruce de ríos y quebradas: Cholguán, Trilaleo, Dañicalqui, Pal, Corontas y Pilluco.
- Red secundaria tramo río Huépil y río Diguillín, red de canales secundarios y terciarios de 100 km de longitud para servir el riego del área ubicada al sur del río Diguillín, agricultores agrupados en la organización “Agrocanal”.
- Bocatoma Diguillín, ubicada en la ribera derecha del río Diguillín. Consta de 2 compuertas inflables de goma (CIG), 5 compuertas de regulación, 1 compuerta desripiadora y 1 compuerta de admisión al canal matriz.
- Canal matriz tramo río Diguillín y estero Cotón, canal revestido en hormigón, de 12 km de longitud y $38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ de capacidad inicial.
- 7 canales alimentadores a la red existente de canales agrupados en la Junta de Vigilancia del río Diguillín.
- Obras accesorias como sistema satelital de medición de caudales y estaciones de aforos.
- Oficinas de administración del sistema ubicada en el recinto fiscal de Las Quilas, en Pueblo Seco.

Junta de Vigilancia del río Chillán

Mediante Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas N° 19 del 4 de febrero de 1994, publicado en el Diario Oficial el 5 de marzo de 1994, se aprobó la constitución y estatutos de la Junta de Vigilancia del río Chillán.

Los estatutos fijaron la matrícula original de canales, la que divide las aguas en 1.112,87 acciones a distribuir en 52 canales y establecieron la competencia de la referida organización de usuarios sobre todas las extracciones del río Chillán.

Tabla 44. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Chillán y canales reconocidos al año 2000.

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
1	Vega de Saldías	Vega de Saldías
2	Ranquilahue	Boyén I
3	La Mina	La Mina
4	Roblería o Vargas	Roblería o Vargas
5	Culénar	Culénar
6	Tanilvoro o Mora	Tanilvoro o Mora
7	Gonzáles	Gonzáles
8	Boyén I	Boyén I
9	Pinto o Municipal	Pinto o Municipal
10	Lautaro I	Lautaro I
11	Baeza	Baeza
12	La Palma	La Palma
13	Utreras	Utreras
14	Wiker o Huaica	Wiker o Haica

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
15	La Dehesa	La Dehesa
16	Bórquez	Bórquez
17	Patagual	Patagual
18	El Rosal	El Rosal
19	San Pedro	San Pedro
20	Boyén II	Boyén II
21	Aedo o Palavecino	Aedo o Palavecino
22	Puquios o Yávar	Puquios o Yávar
23	Talquipén	Talquipén
24	San Rafael	San Rafael
25	Lautaro II o Quintana	Lautaro II o Quintana
26	La Victoria o Bellavista	La Victoria o Bellavista
27	Venecia	Venecia
28	Las Nieves	Las Nieves
29	Los Guindos	Los Guindos
30	Kaiser	Kaiser
31	s.i.	Agua Potable
32	Las Mariposas	Las Mariposas
33	Reloca I	Reloca I
34	Reloca II	Reloca II
35	San Nicolás	San Nicolás
36	El Carmen	El Carmen
37	San Bernardo I	San Bernardo I
38	El Mono	El Mono
39	San Juan	San Juan
40	San Bernardo II	San Bernardo II
41	Casa de Lata	Casa de Lata
42	La Vega I	La Vega I
43	Monterrico	Monterrico-Emboque
44	El Emboque	s.i.
45	La Vega II	La Vega II
46	La Palma II o Allende	La Palma II - Allende
47	Santa Rosa-San Miguel	Santa Rosa
48	Huambalí I	Huambalí
49	Las Lajuelas	Las Lajuelas
50	Municipal o Sendos	s.i.
51	Juan de Dios Lagos	Juan de Dios Lagos
52	Lantaño	s.i.
53	Los Maitenes	s.i.

Fuente: Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000).

Junta de Vigilancia del río Ñuble

La Junta de Vigilancia del río Ñuble tiene origen en el Decreto Supremo 1.220 del Ministerio de obras públicas publicado en el Diario Oficial el 24 de Julio del 1956. En dicho decreto se fija su competencia y establece la matrícula de los canales existentes a esa fecha. Esta matrícula divide las aguas en 21.221 acciones a repartir entre 53 canales.

La competencia de la Junta de Vigilancia se extiende sobre el cauce del río Ñuble desde los primeros contrafuertes cordilleranos por el oriente hasta el puente ferroviario sobre el río por el poniente. Aguas debajo de este punto las aguas del río se consideran liberadas y fuera de su área de competencia.

Tabla 45. Matrícula original de canales de la Junta de Vigilancia (JV) del río Ñuble y canales reconocidos al año 2000.

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
1	Quihua	Quihua
2	Greene y Maira	Greene y Maira
3	Zemita	Zemita
4	Virgüin	Virguin
5	Municipal	Municipal
6	Ranchillo	Ranchillo
7	Gaona y Perales	s.i.
8	s.i.	Changaral
9	San Agustín	s.i.
10	Caro Saldaña	s.i.
11	San Pedro	San Pedro
12	Ñiquén	Arrau
13	Lurín	Lurín
14	Muticura	Muticura
15	Santa Sara	Sta. Sara - Pomuyeto Ossa - Mte. Blanco Urrutia
16	Pomuyeto Ossa	s.i.
17	Monte Blanco Urrutia	s.i.
18	Bellavista	Bellavista
19	Monte Blanco Burgos	Mte. Blanco Burgos a Cuadrapangue
20	Cuadrapangue	s.i.
21	Moreira	Moreira-Lilahue
22	Lilahue	s.i.
23	Pomuyeto del bajo	Pomuyeto del bajo
24	s.i.	Las Culebras
25	Las Dumas	Las Dumas
26	Quilelto	Quilelto- Mte. Blanco Ferrada
27	Monte Blanco Ferrada	s.i.
28	Santa Rosa	Sta. Rosa Norte
29	Monte Blanco Méndez	Mte. Blanco Méndez
30	El Peñón	El Peñón
31	Monte Blanco Jouyjohan	Mte. Blanco Joujohann
32	Dadincó	Dadincó-Santa Isabel-Cocharcas-Canal Rubén Saldías
33	Santa Isabel	s.i.

N°	Canal Original	Canales reconocidos por la JV a la fecha de estudio
34	Cocharcas	s.i.
35	Canal Rubén Saldías	s.i.
36	s.i.	Genética
37	Monte Blanco López	s.i.
38	San José	San José Norte
39	Arancibia	Arancibia

Fuente: Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000).

Río Itata

El río Itata no cuenta con junta de vigilancia conformada, sin embargo, hay Organizaciones de Usuarios de Agua, que extraen recursos directamente del río Itata, las cuales se enumeran en la Tabla 46.

Tabla 46. Organizaciones de Usuarios de Agua, que extraen recursos de la subcuenca del Itata.

Nombre de la organización	Subcuenca
Bomba Itata	Río Itata Medio
Bomba vivero forestal	Río Itata Medio
Derivado la cooperativa	Río Itata Medio
Derivado Sanhueza	Río Itata Medio
Derivado Casablanca poniente	Río Itata Alto
Derivado Casablanca norte	Río Itata Alto
Subderivado Monolito	Río Itata Medio
Las mercedes	Río Itata Medio
Quillón	Río Itata Alto

Río Cato

Al igual que lo que ocurre en el río Itata, el río Cato no cuenta con una Junta de Vigilancia conformada, sin embargo la conformación de ella se encuentra en plena gestión. Actualmente existen 12 Organizaciones de Usuarios de Agua que extraen recursos provenientes del río Cato, las cuales se enumeran en la Tabla 47.

Tabla 47. Organizaciones de Usuarios de Agua, que extraen recursos de la subcuenca del río Cato.

Nombre de la organización	Subcuenca
La hijuela	Río Ñuble Bajo
Derivado san miguel	Río Ñuble Bajo
Derivado sta clara de Cato	Río Ñuble Bajo
Subderivado colonia O'Higgins sur	Río Ñuble Bajo
Subderivado puente Ñuble	Río Ñuble Bajo
Peña dos	Río Ñuble Bajo
Derivado oro verde	Río Ñuble Bajo
Derivado jardín del este	Río Ñuble Bajo
Derivado colonia O'Higgins	Río Ñuble Bajo

Nombre de la organización	Subcuenca
Cato y Ñuble	Río Ñuble Bajo
Baeza o el calabozo	Río Ñuble Bajo
Del molino	Río Ñuble Bajo

5.5.7.3 Diagrama unifilar

Los 1684 canales totales identificados en la cuenca del río Itata pueden ser ubicados en cuatro diagramas unifilares separados por río. Debido a la gran cantidad de información, en Anexo 8 se adjuntan los diagramas unifilares elaborados en el “Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales” (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000).

- Río Ñuble
- Río Chillán
- Río Diguillín
- Río Itata

Como se muestra en la Figura 61, en cada diagrama unifilar todos los puntos donde hay una bocatoma se simboliza con un punto rojo, mientras que los cursos aportantes de agua con una flecha azul. El nombre del canal va seguido de un número identificador, el que corresponde al número de la ficha aplicada en el catastro realizado por CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores.

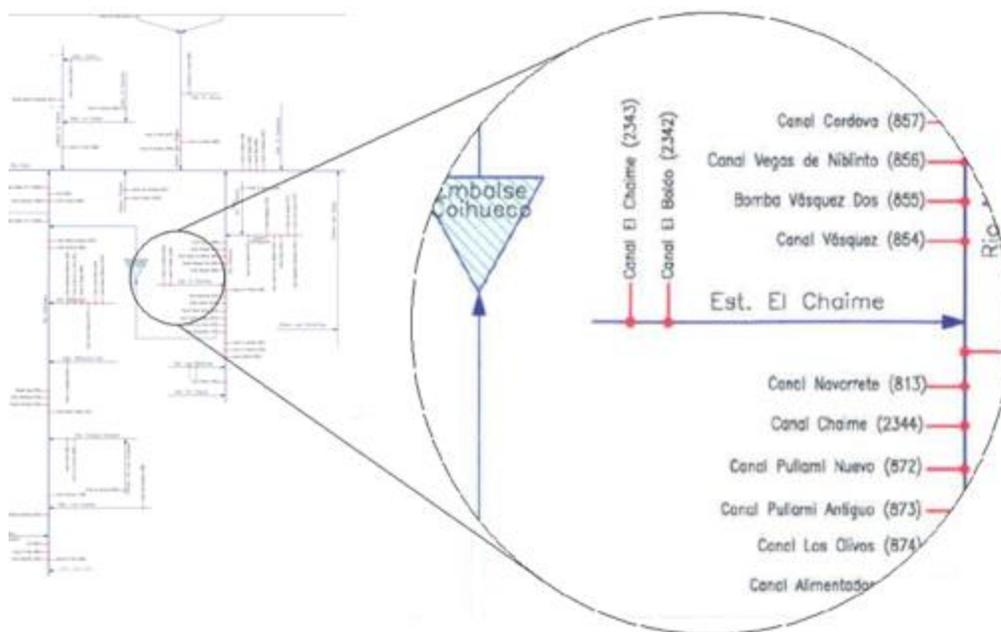


Figura 61. Vista de diagrama unifilar.

5.5.7.4 Estado de canales

En el transcurso de los últimos años, diferentes estudios han evaluado el estado actual de los canales en algunas áreas específicas de la cuenca. Generalmente son estudios que

analizan la situación por río, donde se destaca el estudio más actualizado en la cuenca del río Diguillín actualmente en ejecución por CYGSA Chile S.A. contratado por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

El estado actual de los canales en otras porciones del territorio donde no se encontró información actualizada en estudios o programas recientes, fue analizado mediante la aplicación de encuestas y visitas en terreno.

Río Diguillín

El más reciente estudio consultado con respecto al estado actual de canales en la Subcuenca se denomina “Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región” (CYGSA Chile S.A., 2016), el cual a la fecha de consulta se encontraba en la etapa 5 de desarrollo (importante destacar que este estudio se encuentra aún en ejecución, y tiene como fecha de término el año 2016). En cuanto al diagnóstico de infraestructura que el citado estudio realiza, para fines prácticos divide los canales estudiados en tres grupos expuestos en las Tabla 48, Tabla 49 y Tabla 50.

Tabla 48. Grupo 1 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.

Nombre Canal	Longitud (km)	Superficie de Riego actual (ha)	Caudales (ls ⁻¹)
Los Canelos	13	258	270
Sandoval y Álamos	21	141	148
Cerro Colorado	6,7	221	232
Compañía	23,1	520	546
San Antonio	12,1	276	290

Tabla 49. Grupo 2 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.

Nombre Canal	Longitud (km)	Superficie de Riego actual (ha)	Caudales (ls ⁻¹)
Llano Blanco	31,8	2554	2682
Las violetas	3,8	64	68
Santa Isabel A	3,2	244	256
Santa Isabel B norte		252	265
Juan de Dios Urrutia	20,6	616	647
Sotta Palacios	38,8	1454	1526
Cóndor	39,4	719	755
Monjas de Providencia	15,8	1472	1546

Tabla 50. Grupo 3 de canales del río Diguillín, longitud, superficie de riego y caudales.

Nombre Canal	Longitud (km)	Superficie de Riego actual (ha)	Caudales (ls ⁻¹)
Zañartu Oriente	18,5	334	351
Máquina	13,9	877	921
Diguillín y Balsa	3,6	230	242

Nombre Canal	Longitud (km)	Superficie de Riego actual (ha)	Caudales (ls⁻¹)
Salitreras	7,5	138	145
Zañartu Poniente	20,1	898	943
Los Tilos	14,3	1472	1546
El Roble	43,7	828	869
La Ermita	7,3	208	218
Agua Buena	13	787	826
El Carmen	15,9	1196	1256
Santa Isabel B Sur	9,8	332	349
Pal-Pal	30,2	368	386
Larqui	57,4	2843	2986
Cerrillos	15	53	56
Quichagua	28,7	383	403

Uno de los productos del estudio consiste en la identificación de la necesidad de obras especiales por cada canal. En general se observó el estado de conservación de algunos puntos singulares de diversos canales pertenecientes a los Grupos 1, 2 y 3, observando que las obras existentes se encuentran en mal estado, necesitando diversos niveles de restauración o reconstrucción.

Debido a la gran cantidad de información por canal y con el propósito de mostrar la situación general del río Diguillín se seleccionaron algunos canales de los grupos y se muestran observaciones relevantes del estado de la infraestructura actual.

En el caso del canal Las Violetas, se tiene que este canal posee obras de arte en regular y mal estado. De las 10 obras catastradas, 4 de ellas se encuentran en mal estado, entre las cuales se destaca la bocatoma, conformada por un muro de piedras en el cauce del río, el cual debe ser reconstruido anualmente, en este caso es necesario considerar una obra definitiva de control, aforo y descarga. Además de lo anterior, se tiene una descarga de alivio, conformada por piedras, la cual requiere el diseño y construcción de una obra de arte que posea compuertas de control. Aguas abajo de la obra recién mencionada, se tiene una canoa aforadora en mal estado, sin transición de entrada ni de salida y que requiere construcción de una obra en hormigón con transiciones de entrada y salida, y barrera. Se requiere adicionalmente la instalación de una alcantarilla en el cruce de un camino interior en el cual existe un badén de tierra y piedras.

Dentro de las obras de arte en regular estado del canal Las Violetas, el cual se ubica en la ribera Sur del río Diguillín, se tiene 6 alcantarillas, las cuales pasan por caminos prediales. No presentan estructura de contención en hormigón ni tampoco transición, tanto en la entrada como en la salida, además la alcantarilla tiene al menos 1 tubo quebrado. Por esto, ninguna obra del canal Las Violetas podría ser conservada, por consiguiente, todas deben ser reemplazadas.

Con respecto a los puntos observados en la visita a terreno, se revisaron algunos cruces o bocatomas para recopilar antecedentes con el fin de generar una idea general del estado de las obras, sobre esto, se tiene que los cruces por el canal matriz Diguillín Coltón se

encuentran en muy buen estado, dada su cercana fecha de construcción y un buen programa de mantención y operación, en estos puntos no se hace necesaria intervención alguna, este es el caso por ejemplo, del cruce en tubería de acero del canal Santa Isabel, y del cruce mediante dos tubos de acero del canal Zañartu Oriente.

El canal Santa Isabel, presenta, al igual que el resto de los canales, una bocatoma bastante precaria, básicamente materializada en base a sacos y piedras, la cuál debe ser reconstruida cada año, por lo que se recomienda el diseño y construcción de una obra que cumpla con las necesidades del canal. El siguiente punto es una Canoa de aforo, en sección rectangular y hormigón, la cual presenta filtraciones por lo que debe ser mejorada. Otro punto visitado fue el cruce, mediante alcantarilla, de la ruta Chillán Yungay. Se observó un buen estado de las obras en general, pero con su capacidad de conducción sobrepasada, por lo que se hace necesario evaluar un reacondicionamiento.

Con respecto al canal Sotta Palacios, su bocatoma presenta las mismas condiciones y necesidades expresadas anteriormente con respecto al canal Santa Isabel. Además de ello, se visitó el cruce del canal con el Camino las Quilas (alcantarilla), el cual presenta obras deterioradas por el tiempo, por lo que se hace necesaria su restauración. El cruce del canal, mediante alcantarilla, del camino Chillán Yungay, presenta un buen estado general, pero problemáticas con su capacidad de conducción, por lo que se hace necesario evaluar un reacondicionamiento o rediseño.

En el canal Cóndor se visitaron, la bocatoma, canoa de aforo, cruce con el camino las Quilas y cruce con el camino Chillán Yungay. Con respecto a la bocatoma se tiene que no presenta diferencias con las anteriormente descritas, ya que se materializa mediante bolones y sacos de arena y debe ser reconstruida año a año, por lo que se hace necesario realizar un nuevo diseño y construcción. La canoa de aforo presenta una sección rectangular, en hormigón, sin transiciones de entrada ni de salida y genera turbulencias, por lo que las mediciones pueden ser imprecisas. Se recomienda su reemplazo. El cruce con el camino las Quilas se conforma mediante una alcantarilla con dos tubos de acero corrugado contenidos en estructuras de hormigón que a su vez son las bases de la carpeta de rodado. Se encuentra en buen estado, aunque no presenta transiciones en la entrada ni en la salida, por lo que se recomienda su evaluación. Con respecto al cruce del canal con el camino Chillán Yungay, se tiene que, a pesar de estar en buen estado, no presenta transiciones, y su capacidad puede ser insuficiente, por lo que es necesario desarrollar un reacondicionamiento.

Similarmente para el canal Pal Pal, se tiene que su canoa de aforo está materializada mediante una sección rectangular de tablonces de madera. Presenta múltiples filtraciones, tanto por la parte baja (se ha producido socavación a la entrada) como por los costados, además el fondo es irregular, por lo que su real utilidad se ve cuestionada. Se recomienda diseñar y reemplazar con nueva obra. El cruce con el canal Pal Pal se realiza mediante una alcantarilla circular de hormigón, se encuentra en bastante buen estado, pero se debería mejorar los radieres de entrada y salida de la obra.

Con respecto al cruce del canal Juan de Dios Urrutia por el camino Chillán Yungay, se tiene que, a pesar de encontrarse una obra en buen estado, debe ser evaluada su capacidad de

conducción y mejorar las condiciones de entrada y salida. Finalmente, con respecto al cruce del canal Llano Blanco con el camino Chillán Yungay, se tiene que es una obra de excelente estado y sin problema alguno de capacidad de conducción.

En el caso del canal Compañía de las 41 obras de arte catastradas, solo 2 podrían ser conservadas. Existen algunas alcantarillas en estado regular que deberían ser evaluadas en detalle durante la etapa de diseño, para resolver si se reemplazan, reparan o se conservan.

En el caso del canal Los Canelos de las 76 obras de arte catastradas, solo 4 podrían ser conservadas las obras. En este caso el resto de las alcantarillas en estado regular deberán ser reemplazadas. En este caso en especial la gran cantidad de entregas, deberán ser rediseñadas completamente por un sistema de compuertas.

El detalle con un resumen del catastro, diagnóstico y propuesta de obras para cada grupo, se encuentra resumido desde la Tabla 51 hasta la Tabla 58 separado por canales.

En general para los canales considerados en el estudio, se observa que las obras existentes están en muy mal estado, salvo excepciones de obras de cruces de caminos importantes y de obras construidas recientemente. Se concluye que existe una gran necesidad de infraestructura que mejore la captación, la conducción del agua y la distribución del agua en todos los canales evaluados.

Tabla 51. Resumen catastro y diagnóstico grupo 1.

ÍTEM	Los Canelos	Sandoval y Álamos	Cerro Colorado
Características			
N° de regadores	28 regadores	15,33 regadores	24,00 regadores
Catastro			
N° de monografías de obras	76	97	17
N° de obras de control	1	1	1
N° de obras de entrega o saque.	57	68	1
N° de marcos partidores	No tiene	1	3
N° de alcantarillas	6 atravesos de caminos	12 en atravesos de caminos	5 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en esteros	1 atraveso de Quebrada.	2 en esteros Coltón y Tricao	s.i.
N° de obras de captación	1 en río Diguillín	1 en río Diguillín, 1 en estero Coltón, 1 en estero Tricao	1 en río Diguillín, 2 en estero Coltón, 1 en estero Tricao
N° de tuberías de atraveso	2 de atraveso Quebradas	1 en estero Meco	3 en atraveso de canales
N° de sifón en quebrada	No tiene	s.i.	s.i.
Diagnóstico			
Tramos de revestimiento	Sin tramos revestidos	Sin tramos revestidos	1 tramo de 20 m de longitud
Tramo con filtraciones	No presenta filtraciones	1 tramo de 400 m	No se detectaron
Tramos con desbordes	Sin tramos de desborde	4 tramos con desborde	Sin tramos de desborde
Tipo y estado obras de entrega	Tacos de barro y tablas	Tacos de barro y tablas	En regular estado
Proposición			
	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA

ÍTEM	Los Canelos	Sandoval y Álamos	Cerro Colorado
N° de obras a diseñar o rediseñar	50	63	26
N° de obras de captación	1	3	4
N° de obras de control	1	5	7
N° de obras de entrega	23	27	1
N° de marcos partidores	10	9	3
N° de obras de conducción	6	7	3
N° de Alcantarillas en caminos	8	12	5
N° de canoas en canal	1	s.i.	3

Tabla 52. Resumen catastro y diagnóstico grupo 1.

ÍTEM	Canal Compañía	San Antonio
Características		
N° de regadores	56,51 regadores	30,00 regadores
Catastro		
N° de monografías de obras	72	33
N° de obras de control	1	1
N° de obras de entrega o saque.	7	2
N° de marcos partidores	22	7
N° de alcantarillas	25 en atraveso de caminos	6 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en esteros	2 en C. M. Diguillín-Coltón	5 para atraveso de canales
N° de obras de captación	1 en río Diguillín, 1 en estero Coltón, 1 en estero Maule	1 en río Diguillín
N° de tuberías de atraveso	3 en para atraveso de canales	2 en atraveso de canales
N° de sifón en quebrada	s.i.	s.i.
Diagnóstico		

ÍTEM	Canal Compañía	San Antonio
Tramos de revestimiento	No tiene tramos revestidos	5 tramos de 60 m de longitud
Tramo con filtraciones	No se detectaron	1 tramo de 700 m San Agustín
Tramos con desbordes	Cruce camino Urrutia-Calvario	1 tramo de 700 m San Agustín
Tipo y estado obras de entrega	Marco partidor relativamente bueno	Marco partidor relativamente bueno
Proposición	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	63	23
N° de obras de captación	3	1
N° de obras de control	5	1
N° de obras de entrega	1	2
N° de marcos partidores	22	7
N° de obras de conducción	5	6
N° de Alcantarillas en caminos	25	6
N° de canoas en canal	2	s.i.

Tabla 53. Resumen catastro y diagnóstico grupo 2.

ÍTEM	Llano Blanco	Las Violetas	Santa Isabel A	Santa Isabel B Norte
Características				
N° de regadores	277,65 regadores	7.00 regadores	26.48 regadores	26,48 regadores
Catastro				
N° de monografías de obras	72	10	15	s.i.
N° de obras de control	1	1	1	1
N° de obras de entrega o saque.	4	1	---	s.i.
N° de marcos partidores	15	---	1	s.i.
N° de alcantarillas	26 en atravesio de caminos y otros	6 en atravesio de caminos.	4 en atravesio de caminos.	
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en el canal	10 atravesio de canales.	No tiene canoas de atravesio	5 atravesio de canales.	s.i.
N° de obras de captación	1 en río Diguillín y 1 en	1 en río Diguillín	1 en río Diguillín	1 en Alimentador N°3

ÍTEM	Llano Blanco	Las Violetas	Santa Isabel A	Santa Isabel B Norte
	Alimentador N°5 del C.M y 1 en E. Cosmito, Espinal y La Ballica			del C. M
N° de tuberías de atraveso	2 de atraveso quebradas	No tiene tubería de atraveso	3 para atraveso de canales	s.i.
N° de sifón en quebrada	2 sifones, 1 en Derivado. Nilo	s.i.	s.i.	s.i.
Diagnóstico				
Tramos de revestimiento	No tiene tramos revestidos	Sin tramos revestidos	No tiene tramos revestidos	No tiene tramos revestidos
Tramo con filtraciones	No presenta filtraciones	Sin tramos con filtraciones	No se detectaron filtraciones	No se detectaron filtraciones
Tramos con desbordes	Desborda en puente alcantarilla	Sin tramos con desborde	Sin tramos de desborde	Sin tramos de desborde
Tipo y estado obras de entrega	Por marcos partidores	Tacos de barro y tablas	Obras en buenas condiciones	s.i.
Proposición				
N° de obras a diseñar o rediseñar	Proyecto CYGSA 69	Proyecto CYGSA 6	Proyecto CYGSA 8	
N° de obras de captación	4	1	1	---
N° de obras de control	7	1	1	---
N° de obras de entrega	13	---	---	s.i.
N° de marcos partidores	27	1	2	s.i.
N° de Alcantarillas en caminos	12	---	---	s.i.
N° de obras de conducción	6	3	4	s.i.

Tabla 54. Resumen catastro y diagnóstico grupo 2.

ÍTEM	Juan de Dios Urrutia	Cotta Palacios	Cóndor	Monjas de Providencia
Características				
N° de regadores	67.00 regadores	158,00 regadores	78,19 regadores	160,00 regadores
Catastro				
N° de monografías de obras	26	37	49	24
N° de obras de control	1	1	1	1
N° de obras de entrega o saque	2	s.i.	7	2
N° de marcos partidores	4	5	7	4
N° de alcantarillas	7 en atraveso de caminos	8 en atraveso de caminos	17 en atraveso de caminos	7 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas sobre canal	s.i.	s.i.	2 para atraveso de canales	6 para atraveso de canales
N° de sifón de atraveso	1 en C. M. y 1 Canal Alm. N°4	7 para atraveso de canales	1 para atraveso Canal Matriz 1 río Diguillín, 1 Alimentador N° 4, 4 en estero Gallipavo	1 en Alimentador N°4 del C. M y 1 en estero Las Perlas y Agua Verde
N° de obras de captación	1 en Alimentador N°4 del C. M	1 en Alimentador N°3 del C. M	3 para atraveso de canales	1 para atraveso Canal Matriz
N° canoas en canal	6 para cruce de canales.	2 en atraveso de canales		1 en atraveso de canales
Diagnóstico				
Tramos de revestimiento	3 tramos con revestimiento	No tiene tramos revestidos	No se dice nada al respecto.	No tiene tramos revestidos
Tramo con filtraciones	Filtraciones en varias canoas	No tiene tramos con filtraciones	Sin tramos con filtraciones	Sin tramos con filtraciones
Tramos con desbordes	Sin tramos con desbordes	Sin tramos con desbordes	El canal no se desborda	El canal no se desborda
Tipo y estado obras de entrega	M.P. relativamente buenas	Por M.P. relativamente buenas		Por M.P. y tacos de barro y tablas

ÍTEM	Juan de Dios Urrutia	Cotta Palacios	Cóndor	Monjas de Providencia
Proposición	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	20	25	56	20
N° de obras de captación	---	1	5	2
N° de obras de control	1	1	5	4
N° de obras de entrega	2	2	7	2
N° de marcos partidores	4	6	15	7
N° de obras de conducción	6	6	17	1
N° de alcantarillas en caminos	7	5	5	3
N° de canoas sobre canal	---	4	2	3

Tabla 55. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.

ÍTEM	Zañartu Oriente	Salitreras	La Máquina	Diguillín y Balsa
Características				
N° de regadores	36,30 regadores	15,00 regadores	95,31 regadores	25,00 regadores
Catastro				
N° de monografías de obras	15		29	10
N° de obras de control	---	1	1	1
N° de obras de entrega o saque.	s.i.	2	3	1
N° de marcos partidores	3	---	7	---
N° de alcantarillas	8 en atraveso de caminos Sin estructura de control en	4 en atraveso de caminos.	10 en atraveso de caminos	30 alcantarillas de caminos
N° de canoas de aforo	río	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en el canal	4 en atraveso de canales	1 en atraveso canal Las Corontas	1 en camino Pueblo Seco Ruta Sur	1 para atraveso de canales

ÍTEM	Zañartu Oriente	Salitreras	La Máquina	Diguillín y Balsa
N° de obras de captación	1 en Alimentador N°3 del C. M	1 en río Diguillín	2 para atraveso de canales 1 en Alimentador N°1 del C.	1 en Alimentador N°1 del C. M
N° de canoas sobre el canal	s.i.	4 para atraveso de canales	M	1 para atraveso de canal
N° de tuberías de atraveso	1 en atraveso canal Matriz D.C.	1 para atraveso de canal Mogotillo	2 que atraviesan el canal	2 sifones de atraveso
N° de sifón en quebrada	1sifón de atraveso de canal	1 para canal Carmen	1 para entrega a predios Blancos	s.i.
Puentes sobre el canal	s.i.	Riquelme s.i.	2 puentes sobre canal	s.i.
Diagnóstico				
Tramos de revestimiento	Sin tramos revestidos	1 tramo revestido de 370 m No se detectaron	Sin tramos revestidos	Sin tramos revestidos
Tramo con filtraciones	No presenta filtraciones No se desborda en ninguna parte	filtraciones	1 tramo de 14 metros	Sin tramos con filtraciones
Tramos con desbordes		Sin tramos de desborde	Sin tramos con desborde Extrapredial por marcos partidores Intrapredial	Sin tramos con desborde Extrapredial por marcos partidores Intrapredial
Tipo y estado obras de entrega	Por medio de compuertas y cajas de distribución	Obras en buenas condiciones Proyecto CYGSA	Tacos de barro y tablas Proyecto CYGSA	Tacos de barro y tablas Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	17	13	20	7
N° de obras de captación	1	1	---	---
N° de obras de control	---	1	---	---
N° de obras de entrega	---	2	3	1
N° de marcos partidores	4	---	7	---
N° de obras de conducción	s.i.	s.i.	s.i.	1
N° de Alcantarillas en caminos	8	5	10	3

ÍTEM	Zañartu Oriente	Salitreras	La Máquina	Diguillín y Balsa
N° de canoas de atraveso	4	4	s.i.	2

Tabla 56. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.

ÍTEM	Zañartu Poniente	Los Tilos	El Roble	La Ermita
Características				
N° de regadores	97,7 regadores	160,00 regadores	89,95 regadores	22,61 regadores
Catastro				
N° de monografías de obras	35	48	31	11
N° de obras de control	1	4	1	1
N° de obras de entrega o saque.	1	3	---	2
N° de marcos partidores	3	7	1	2
N° de alcantarillas	16 en atraveso de caminos	1 en atraveso de camino	6 en atraveso de caminos	4 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en el canal	8 para atraveso de canales	1 C. Principal y 1 en D Mariposas	5 para cruce de canales.	No tiene canoas de atraveso
N° de obras de captación	1 en río Diguillín	1 en Alim. 2 y 4 en estero Maule	1 en canal Alimentador N° 2	1 en río Diguillín.
N° de canoas sobre el canal	2 de canales intraprediales	3 canoas de otros canales	8 de cruce de canales.	No tiene canoas de atraveso
N° de tuberías de atraveso	4 tubería de atravesos de canales	s.i.	1 tubería de atraveso	s.i.
N° tranque de regulación	s.i.	1 en canal principal y 1 en ramal derivado Mariposas	s.i.	s.i.
Puentes sobre el canal	s.i.	s.i.	5 para atraveso camino vecinal	s.i.
Diagnóstico				

ÍTEM	Zañartu Poniente	Los Tilos	El Roble	La Ermita
Tramos de revestimiento	No tiene tramos revestidos	7 tramos revestidos de 130, 5, 12 20, 93, 170 y 500 m c/u,	1 tramo con geotextil 15 m	No tiene tramos revestidos
Tramo con filtraciones	No se detectaron filtraciones.	1 tramo de 8 metros	2 tramos con filtraciones 300 m	1 tramo de 140 metros
Tramos con desbordes	Sin tramos de desborde	Sin tramos con desbordes	5 tramos con desbordes	Sin tramos con desbordes
Tipo y estado obras de entrega	A través de marcos partidores y cajas de compuertas de distribución	Por marcos partidores y cajas de compuertas de distribución.	Marcos Partidores regulares	A través de tacos y tablas
Proposición	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	38	19	53	7
N° de obras de captación	1	4	---	1
N° de obras de control	1	4	1	1
N° de obras de entrega	3	3	16	1
N° de marcos partidores	9	7	11	4
N° de obras de conducción	s.i.	1	5	---
N° de Alcantarillas en caminos	16	s.i.	6	---
N° de canoas de atravesio	s.i.	s.i.	13	---
N° de canoas en el canal	8	s.i.	s.i.	s.i.

Tabla 57. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.

ÍTEM	Agua Buena	El Carmen	Larqui	Cerrillos
Características				
N° de regadores	85,00 regadores	130,00 regadores	309,22 regadores	6,00 regadores
Catastro				
N° de monografías de obras	35	37	118	33
N° de obras de control	1	1	1	1

ÍTEM	Agua Buena	El Carmen	Larqui	Cerrillos
N° de obras de entrega o saque	3	3	15	3
N° de marcos partidores	9	4	37	3
N° de alcantarillas	13 en atraveso de caminos	18 en atraveso de caminos	55 en atravesos de caminos	11 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	4 estructuras de control.	1 estructura de control	1 estructura de control	1
N° de canoas en esteros				4
N° de canoas en el canal	7 para atraveso de canales	2 para atraveso de canales	s.i.	s.i.
N° de obras de captación	1 en río Diguillín y 2 en estero Maule	1 en río Diguillín,	1 en río Diguillín, 1 en estero Gallipavo, 1 en estero Cosmito	1 en río Diguillín
N° de canoas sobre el canal	2 para atraveso canal	5 para atraveso de canales	3 canoas de atraveso canal	s.i.
N° de tuberías de atraveso	s.i.	s.i.	s.i.	8
N° de sifón en el canal	s.i.	1 para atraveso canal	s.i.	s.i.
N° tranque de regulación	3 unidades en ramales	s.i.	s.i.	s.i.
Puentes sobre el canal	3 puentes sobre canal	2 puentes sobre canal	s.i.	s.i.
Diagnóstico				
Tramos de revestimiento	1 tramo revestido de 4,5 m	No tiene tramos revestidos.	1 tramo de 250 m de longitud	No tiene tramos revestidos
Tramo con filtraciones	2 tramos de 25 y 12 metros c/u	Sin tramos con filtraciones		No se detectaron
Tramos con desbordes	Sin tramos con desbordes.	El canal no se desborda	1 tramo de 120 m de longitud	Sin tramos de desborde
Tipo y estado obras de entrega	Por M.P. y Cajas de Distribución		Marco Partidor relativamente buenas	Mala
Proposición	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	41	27	124	32
N° de obras de captación	3	1	3	1

ÍTEM	Agua Buena	El Carmen	Larqui	Cerrillos
N° de obras de control	4	1	5	1
N° de obras de entrega	7	3	15	3
N° de marcos partidores	9	10	37	3
N° de obras de conducción	s.i.	s.i.	9	-
N° de Alcantarillas en caminos	13	18	55	19
N° de canoas sobre el canal		2	s.i.	4
N° de canoas en el canal	5	2	s.i.	s.i.

Tabla 58. Resumen catastro y diagnóstico grupo 3.

ÍTEM	Quichagua	Santa Isabel B Sur	Pal-Pal
Características			
N° de regadores	41,67 regadores	36.26 regadores	40,00 regadores
Catastro			
N° de monografías de obras	39	24	20
N° de obras de control	1	1	1
N° de obras de entrega o saque.	3		7
N° de marcos partidores	8	4	7
N° de alcantarillas	14 en atraveso de caminos	13 en atraveso de caminos	8 en atraveso de caminos
N° de canoas de aforo	1 estructura de control	1 estructura de control	1 estructura de control
N° de canoas en el canal	s.i.	1 atraveso de canales.	2 en atraveso de otros canales
	1 en río Diguillín, 1 en estero		1 en río Diguillín, 1 en Alimentador
N° de obras de captación	Coltón, 1 en estero Tricao	1 en río Diguillín	N°5 del C. M
N° de canoas sobre el canal	3 para atraveso decanal	4 canoas de otros canales	1 para atraveso de canal
N° de tuberías de atraveso	s.i.	1 para el canal Sta. Isabel A	s.i.
N° atraveso camino por badén	2 atravesos por badén	s.i.	2 atraveso camino por badén
Diagnóstico			
Tramos de revestimiento	1 Tramo de 18 m de longitud	No tiene tramos revestidos	1pequeño tramo de madera

ÍTEM	Quichagua	Santa Isabel B Sur	Pal-Pal
Tramo con filtraciones	No se detectaron filtraciones	No se detectaron filtraciones	Este tramo con filtraciones
Tramos con desbordes	El canal no se desborda	Sin tramos con desbordes	Sin tramos con desbordes
Tipo y estado obras de entrega	En regular estado	Mediante tacos y tablas	A través de tacos y tablas
Proposición	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA	Proyecto CYGSA
N° de obras a diseñar o rediseñar	47	29	22
N° de obras de captación	3	1	1
N° de obras de control	5	1	1
N° de obras de entrega	3	2	7
N° de marcos partidores	14	6	7
N° de obras de conducción	5	2	2
N° de Alcantarillas en caminos	14	13	3
	3	4	1

Sistema Laja-Diguillín

El canal Laja-Diguillín actualmente se mantiene bajo concesión estatal, y existe un compromiso entre la DOH y los regantes del Diguillín, el cual cedería estas obras para la administración completa por parte de privados.

A la fecha está en desarrollo el estudio “Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región” (CYGSA Chile S.A., 2016), el cual dentro de sus productos destaca un catastro de obras y trazado de canales, donde se determinan también, los predios blancos y adicionales por canal.

En general, las obras pertenecientes al sistema Laja-Diguillín se encuentran en buen estado, debido a su reciente construcción. Sin embargo, en algunos canales que extraen sus aguas de este sistema, presentan desbordes en varios de sus tramos, debido al exceso de caudal transportado.

En las Fotografía 8, Fotografía 9, Fotografía 10 y Fotografía 11, se observan algunas de las obras visitadas que pertenecen al proyecto Laja Diguillín.



Fotografía 8. Bocatoma sistema Laja-Diguillín.



Fotografía 9. Sistema de compuertas bocatoma Laja-Diguillín.



Fotografía 10. Tramo del canal revestido del sistema Laja-Diguillín.



Fotografía 11. Obra de entrega a canal que recibe aportes del sistema Laja-Diguillín.

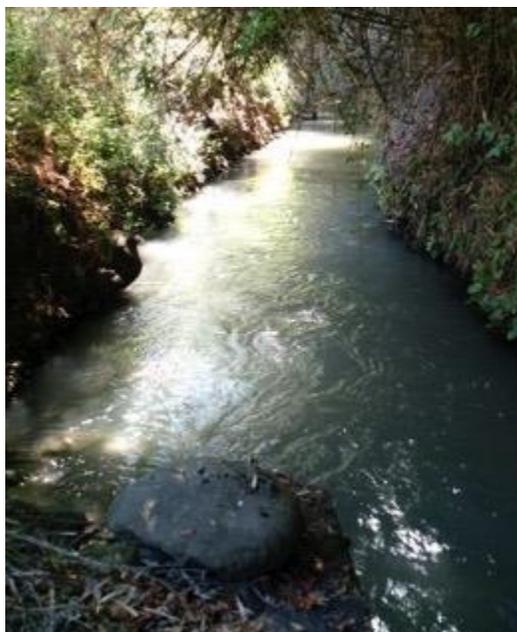
Río Chillán

El río Chillán no cuenta con estudios recientes con respecto al estado de sus canales. Como parte de la intervención en el territorio se desarrollaron diferentes actividades de participación ciudadana, específicamente con las Organizaciones de Usuarios de Agua.

Con la JV del río Chillán se realizaron dos reuniones, una durante la actividad de participación ciudadana en la comuna de San Carlos y la otra en la comuna de Pinto con los representantes de los canales matrices. En esas reuniones se les consultó sus necesidades de riego y drenaje, como también el estado actual de la infraestructura de los canales, obras y dispositivos asociados al ejercicio del derecho de aprovechamiento de aguas.

El estado actual de la infraestructura de riego de los canales de la JV, es muy precario con ausencia de obras civiles como bocatomas, compuertas. En la actualidad operan con bocatomas temporales, sin barreras fijas sólo pretilas confeccionadas de piedras, ripio y palos en el lecho del río.

Los canales matrices de la JV, en su totalidad son canales excavados en tierra, sin ningún tipo de revestimiento, los que escurren en paralelo por tramos de varios kilómetros. Con alta presencia de arbustos, árboles y malezas acuáticas que impiden el libre escurrimiento del agua en el canal. Como ejemplo en las Fotografía 12 y Fotografía 13 se muestran secciones de canales visitados pertenecientes a esta cuenca.



Fotografía 12. Tramo de canal Ranquililahue, río Chillán.



Fotografía 13. Canal Vargas, río Chillán.

Río Ñuble

Respecto al estado de sus canales, este río no cuenta con estudios de uso público recientes por lo que, como parte de la intervención en el territorio se desarrollaron diferentes actividades de participación ciudadana, específicamente con las Organizaciones de Usuarios de Agua, destinadas a identificar el estado actual de la infraestructura de riego extrapredial. En dichas instancias se informó a los asistentes de este estudio en

desarrollo y sus alcances, además de consultar sus necesidades y problemáticas referentes al riego en el territorio.

Se sostuvieron dos reuniones con los representantes de los canales matrices de la JV, las que se desarrollaron en la sede de la organización en la comuna de San Carlos. En esa oportunidad, se les consultó a los regantes por sus necesidades en torno al riego y la infraestructura existente de canales, obras y dispositivos asociados al ejercicio del derecho de aprovechamiento de aguas, obteniendo información actualizada de la realidad de riego.

Los canales matrices del río Ñuble, pertenecientes a la JV, en su mayoría son canales excavados en tierra, sin ningún tipo de revestimiento y muchos de ellos corren en paralelo por tramos de varios kilómetros. Se aprecia una alta presencia de arbustos y árboles que dificultan la labor del celador. Una problemática adicional es el embancamiento de los canales, debido a una alta presencia de materia orgánica sumada a un difícil acceso que no permite la entrada de maquinaria, el proceso de limpieza se hace muy lento. El acceso de los celadores a los diferentes puntos de entrega como a la compuerta, es a través de la servidumbre de paso, las que atraviesan varios predios, por lo que el celador debe solicitar permiso y recorrer largos tramos para llegar a la bocatoma, labor que generalmente realizan a pie.

Existen tramos de canales matrices con revestimiento de hormigón y losetas, los que fueron adjudicados mediante un cofinanciamiento tras la presentación de proyectos de las organizaciones, financiados por la CNR e INDAP principalmente.

En las Fotografía 14 hasta la Fotografía 20 se puede apreciar los canales típicos que se encuentran en esta cuenca, con algunos tramos revestidos y otros sin revestir, obras rusticas, etc..



Fotografía 14. Tramo revesito del canal Arrau, río Ñuble.



Fotografía 15. Canal Arrau, río Ñuble.



Fotografía 16. Descarga canal Municipal, río Ñuble.



Fotografía 17. Tramo revestido canal Rinconada Cato, río Ñuble.



Fotografía 18. Canoa en canal Rinconada Cato, río Ñuble.



Fotografía 19. Tramo en construcción del canal San Agustín y Changaral, río Ñuble.



Fotografía 20. Canoa en canal San Agustín Changaral, río Ñuble.

Río Itata

Este río no cuenta con una Junta de Vigilancia conformada, lo que dificulta la identificación de los canales provenientes de este río y la caracterización del estado actual de su infraestructura. Sin embargo, se hizo una recopilación de los canales asociados a Organizaciones de Usuarios de Agua más relevantes que extraen agua desde este cauce Tabla 46.

Sin duda alguna el canal que mayor impacto genera en el río Itata es el canal Quillón, el cual se caracterizó en base al informe generado por el proyecto “Estudio de factibilidad

con diseño reparación canal Quillón” (AC Ingenieros consultores Ltda, 2004), información recopilada en este estudio muestra que:

El canal Quillón fue construido por la Dirección de Riego (hoy Dirección de Obras Hidráulicas) del Ministerio de Obras Públicas entre los años 1952 y 1959, con el objeto de proveer de agua de riego a terrenos ubicados principalmente en la comuna de Quillón en la región del Biobío. El diseño original consideró una superficie de riego estimada en 1.500 ha Figura 62, la cual es administrada en la actualidad por un conjunto de 329 propietarios.

La bocatoma se ubica en la ribera izquierda del río Itata aproximadamente a 6 km aguas abajo del puente de la carretera longitudinal sur sobre el río Itata. La captación consiste en un muro de hormigón con disipadores de energía de unos 120 m de largo, dispuestos frontalmente ocupando todo el cauce del río. Dicha estructura permite desviar las aguas hacia la entrada del canal donde se ubican dos compuertas metálicas, que protegen la entrada y sirven de regulación del caudal entrante.

Debido principalmente a problemas financieros, el programa de mantención rutinaria que realiza la Asociación de Canalistas canal Quillón, no permite resolver todos los problemas que se generan en la red de canales. La asociación realiza los trabajos posibles con los recursos económicos recolectados anualmente por concepto de cuotas, los cuales no permiten hacer las reparaciones o construcción de obras nuevas, principalmente de entrega y control, en la red primaria y secundaria. Existen además otros problemas como la inseguridad física que presentan las obras de captación, el deterioro de los revestimientos, derrumbes localizados, exceso de vegetación en la ribera de canal, etc., los cuales tampoco han sido posibles solucionar en los programas rutinarios de mantención.

Por los problemas antes mencionados, hoy en día la superficie de riego del canal Quillón presenta restricciones importantes que, de no solucionarse en el mediano plazo, se generaran limitaciones al desarrollo socioeconómico del área cada vez más importantes.



Figura 62. Área de Riego Canal Quillón (AC Ingenieros consultores Ltda., 2004).

Basado en el catastro y recorrido monográfico de la infraestructura de riego del sistema canal Quillón, se hizo un diagnóstico acerca de los problemas que presentan las obras existentes respecto de la seguridad física de cada canal. Asimismo, basándose en estos antecedentes e información complementaria, recabada directamente tanto con los usuarios del sistema como con el personal de la Asociación de Canalistas, se pudieron identificar y definir las necesidades de mejoramiento, respecto de aumentar la seguridad

de la operación para la entrega de aguas de acuerdo a derecho de los canales durante la temporada de riego.

Tabla 59. Canales Sistema de Riego Canal Quillón.

Tipo de Canal	Nombre	Longitud (km)
Matriz	Quillón	26,24
	Larronde (Casanueva)	5,43
Derivado	Las Mercedes	1,31
	La Cooperativa (Las Brisas)	2,69
	Los Castaños	0,24
	La Isla	0,11
Subderivado	Las Mercedes	1,04
	Monolito	1,07
	José Campos	0,74
	Varela	0,18

Descargas

El canal matriz Quillón posee cuatro obras de descarga principales, las cuales presentan problemas de operación producto del deterioro de los mecanismos de izaje de sus compuertas. Entre los principales problemas que presentan se encuentra el deterioro de las compuertas por oxidación, rotura de hormigones, sustracción de mecanismos de izaje y agrupamiento por falta de mantención. Todo lo anterior impide que los canales puedan ser evacuados con facilidad en caso de reparaciones o emergencias.

Mantención de Mecanismos y Elementos Metálicos

Aunque no es una situación generalizada, existe una evidente falta de mantención de los mecanismos de las compuertas. Se aprecia en general una falta de limpieza, engrase y lubricación de los mecanismos de izaje, además del deterioro de las estructuras metálicas producto de la sustracción de algunos de sus elementos principalmente. Otra de las situaciones observadas corresponde al deterioro premeditado de algunas compuertas, con el propósito de evitar el manejo de éstas por parte de la Asociación de Canalistas

Socavación en Obras

Se trata de un problema asociado específicamente a obras de entrega debido a la falta de protección al pie de las estructuras. Se ha generado la socavación del terreno de apoyo, lo cual debilita el apoyo de las estructuras y genera la inestabilidad de los terrenos adyacentes. No es un problema generalizado, sin embargo, la importancia del problema amerita analizarlo en específico.

Sifones

Los sifones que presenta el canal matriz y los derivados La Cooperativa y Los Castaños se encuentran agrietados y con importantes pérdidas de agua por infiltración. En general pudo apreciarse que dicha fisuración se debe a un problema de retracción/dilatación del ducto de hormigón del sifón, presentando numerosas grietas verticales paralelas. Los ductos de cada sifón (que se encuentran a nivel de terreno) no presentan juntas de dilatación, lo cual habría sido la causa principal del problema.

Cruces de Quebradas

Los cruces de quebradas con el canal matriz y derivados, se realizan en general mediante canoas o alcantarillas que conducen el cauce natural, permitiendo su paso sin interferir con el canal de riego.

Se pudo verificar en algunos casos el colapso de la obra existente, debido fundamentalmente a la falta de mantención del cauce natural, en el entorno de la entrada o salida del cruce, y limpieza de la canoa o alcantarilla. En estos casos se requiere la reposición de la obra.

Se detectó la necesidad de construir una obra nueva en el cruce del canal matriz con el estero Peluca, el cual se realiza actualmente mediante un tubo de acero.

Verificación en terreno: En el marco de este plan de riego y según lo visto en terreno, el estado de las obras pertenecientes al canal Quillón no ha variado respecto al último estudio relevante para éste. Por otra parte, según la encuesta aplicada al representate del canal, dentro de la totalidad de canales que alimenta esta obra de conducción, alrededor de 30 km de canales se encuentran revestido, con hormigón simple o armado, y presenta tramos sin revestir de unos 70 km.

El canal se ha adjudicado diversos proyectos CNR, como también ha financiado de manera particular obras de mejoramiento, lo que ha llevado a tener los 30 km de canal revestido.

En la Fotografía 22 se observa un desmoronamiento del camino, por lo que el canal tuvo que ser entubado en esa sección, debido a la textura arenosa del suelo. Esta problemática se presenta a lo largo de todo el canal, por lo que la organización ha tenido que realizar mejoramientos con financiamiento propio, en las secciones con mayor riesgo.

Ahora, en las Fotografía 21 y en la Fotografía 23 se muestran algunas obras del canal Quillón.



Fotografía 21. Tramo revestido de canal Quillón.



Fotografía 22. Entubamiento de canal por derrumbe de camino.



Fotografía 23. Entrada a sifón presente en el canal Quillón.

Río Cato

Para el río Cato no se visualizan estudios actualizados que describan el estado de la infraestructura de riego, sin embargo, se realizó una inspección en terreno.

El principal canal de esta cuenca es el denominado “canal de la luz”, en la visita a este canal, se aplicó una encuesta al representante del canal, el cual cuenta con 296 usuarios, una superficie regada de 5.000 ha y un total de 400 acciones del río Cato. La longitud aproximada es de 30 km, con una capacidad de conducción de $6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, el porcentaje de revestimiento es prácticamente nulo (1%). Además, este canal en la temporada invernal transporta las aguas lluvias de la ciudad de Chillán, provocando constantes colapsos y anegamientos en las calles (Soychile, 2015). En mayo del 2015 se anunciaron obras de mejoramiento del canal, por un monto de 28 mil millones de pesos, el proyecto se ejecutará en 7 etapas que contemplan: Ejecución de 5 descargas, regularización de sección y pendiente en canal de la luz; Desvío y entubamiento del canal Huape; instalación de un colector; Ampliación Canal Defensa Norte; Mejoramiento de sección del Canal Defensa Sur; Obras en Estero Las toscas, muros de contención, taludes y revestimiento y obras en el colector de Las Toscas Sur (Soychile, 2015).

En las Fotografía 24, Fotografía 25 y Fotografía 26 se muestran algunas secciones del canal.



Fotografía 24. Vista aguas abajo canal de la luz.



Fotografía 25. Canal de la luz.



Fotografía 26. Canal de la luz.

Cuencas costeras

El número de canales en estas subcuencas es muy menor al compararlo con el valle central. No fueron encontrados estudios en estas cuencas que aborden el estado actual de la infraestructura de riego extrapredial. Sin embargo para caracterizar esta situación, se realizó una visita a un canal proveniente del estero Buchuporeo, denominado canal Nazas. Este canal abastece a 50 familias y opera con una bocatoma con compuertas de regulación, siendo esta estructura la única sección revestida del canal.



Fotografía 27. Compuerta canal Nazas.



Fotografía 28. Tramo canal Nazas.



Fotografía 29. Canal Naza.

5.5.7.5 Evaluación de pérdidas de agua

En relación a la evaluación de pérdidas de agua en canales, muy poca información existe en la cuenca. Parcialmente para la subcuenca del río Diguillín, existe un estudio reciente que hace referencia a este ítem y en la subcuenca del río Ñuble el último estudio en que se hace referencia al punto en cuestión es de GCF Ingenieros Consultores donde se muestran estimaciones en 46 canales. En base a estos estudios e información recabada en terreno sobre las pérdidas de agua en canales en las otras subcuencas, se realizó una caracterización para la cuenca del Itata dividido por subcuencas.

Río Diguillín

El más reciente estudio que hace mención sobre pérdidas de agua, denominado “Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región” (CYGSA Chile S.A., 2016), muestra que:

Se han detectado muchos problemas de conducción, desborde y filtración importante en los canales y sus respectivas obras, lo que se traduce en disminuciones del caudal disponible para riego a lo largo del desarrollo de los canales y, por ende, un mal aprovechamiento del recurso hídrico. Adicionalmente a las pérdidas por problemas de conducción, desborde y filtración en las obras existentes, se tienen las pérdidas naturales por infiltración debido a la permeabilidad de la sección de escurrimiento de los canales no revestidos. En la Tabla 60, se presentan los problemas importantes de pérdidas por mala conducción y filtración detectados en las campañas de terreno del estudio de Referencia (CYGA Consultores, 2011).

En la Tabla 61 se resume la estimación realizada por CYGSA de las pérdidas de los canales, la que varía entre 1% a 12% por km de longitud. Por otro lado, la pérdida total varía entre un 8% a un 55% por canal. Esta estimación nos muestra primero que existe una gran variabilidad en pérdidas de agua por infiltración en los canales y que las pérdidas en algunos canales son de mucha importancia. Futuros proyectos o programas de estudio de la infraestructura de canales debieran considerar el estudio detallado de la cuantificación y dimensionamiento de las pérdidas de agua por infiltración, información necesaria para la recomendación de revestimiento y las unificaciones de canales.

Actividades de participación ciudadana fueron realizadas en el territorio con el propósito de identificar las principales problemáticas por los usuarios en el área de influencia de la JV río Diguillín. La Figura 27 muestra el resultado de esta identificación donde una de las principales problemáticas observadas en la cuenca del Diguillín, fueron la baja eficiencia y las pérdidas por conducción.

Tabla 60. Filtraciones y desbordes en estudio de referencia.

Canal	Obra de Arte	Estado general	Material	Norte	Este	Huso	Observaciones
Canal Sandoval Y Álamos	18	Malo	Terreno natural	5917883,5	782888,31	WGS 84 –H19	Tramo de alrededor de 400 m donde el canal fluye en forma paralela al río Diguillín. Debido a los cambios de curso del río, el canal se ve enfrentado a múltiples desmoronamientos y desbordes desde el canal hacia el río.
Canal Sandoval Y Álamos	19	Malo	Madera	5917852,32	782698,94	WGS 84 –H19	Esta se encuentra ubicada en una curva, donde el canal se desborda hacia la orilla izquierda impidiendo la real medición del caudal.
Canal Sandoval Y Álamos	21	Malo	Terreno natural	5918108,65	778497,02	WGS 84 –H19	Desborde del canal hacia orilla izquierda en casi su totalidad, encontrándose en una cota más baja el canal Cerro Colorado el cual recibe estos desbordes.
Canal Sandoval Y Álamos	19	Malo	Madera	5917852,32	782698,94	WGS 84 –H18	Esta se encuentra ubicada en una curva, donde el canal se desborda hacia la orilla izquierda impidiendo la real medición del caudal.
Canal Larqui (Derivado Santa Clara)	9	Malo	HDPE corrugado	5923573	753692	WGS 84 –H18	Canoa que atraviesa en primera instancia al canal abandonado Goldemberg. Presenta varios puntos de filtraciones.
Canal Larqui (Derivado Santa Clara)	10	Malo	HDPE corrugado	5923564	753680	WGS 84 –H18	Canoa que atraviesa canal abandonado Goldemberg aguas abajo del por segunda vez. La canoa está afirmada en rieles con pilares de madera. Presenta demasiadas filtraciones.
Canal Larqui	14	Malo	Terreno natural	5919295	766719	WGS 84 –H18	Canal se desborda en camino Puente Urrutia – El Calvario a la entrada de un puente de madera.
Canal Cerrillos	15	Malo	Terreno natural	5918203	239115	WGS 84 –H19	Canal se desborda en camino El Calvario hacia ambos lados.
Canal Compañía	11	Malo	Terreno natural	5920738	763818	WGS 84 –H19	Filtraciones que ocurren desde el canal Compañía a Canal Goldemberg, por unos 150 m aguas arriba de este punto.
Canal Compañía	12	Malo	Terreno natural	5919796	766301	WGS 84 –H19	Alcantarilla circular de hormigón. Desborde del canal en salida de alcantarilla y posteriormente en marco partidior. Cruce con camino Puente Urrutia – El Calvario, San Ignacio.

Canal	Obra de Arte	Estado general	Material	Norte	Este	Huso	Observaciones
Canal Compañía	12	Malo	Terreno natural	5919796	766301	WGS 84 –H19	Alcantarilla circular de hormigón. Desborde del canal en salida de alcantarilla y posteriormente en marco partididor. Cruce con camino Puente Urrutia – El Calvario, San Ignacio.
Canal Compañía	13	Malo	Hormigón	5919800	766294	WGS 84 –H19	Marco partididor de hormigón con aguja alterada. Desborde del canal en marco partididor aguas abajo la alcantarilla. Cruce con camino Puente Urrutia – El Calvario, San Ignacio.
Canal San Antonio (Derivado San Agustín)	16	Malo	Terreno natural	5918473	767280	WGS 84 –H19	Punto donde se debe proyectar descarga del canal San Antonio con su derivado San Agustín al canal abandonado Goldemberg. Actualmente existe un reguero que sale del canal San Agustín y que cruza al canal abandonado Goldemberg en una tubería artesanal de tambores de aceite. Altura canal Goldemberg=1.2 m y ancho canal Goldemberg=5.0 m.
Canal San Antonio (Derivado San Agustín)	17	Malo	Terreno natural	5918575	767055	WGS 84 –H19	Canal San Antonio presenta filtraciones hacia lado derecho, donde se encuentra el canal abandonado Goldemberg. Altura canal Goldemberg= 1.8 m y ancho canal Goldemberg= 2.3 m.
Canal el Roble	1	Malo	Terreno natural	5921655	738215	WGS 84 –H18	El canal se desborda hacia lado derecho, y cae en terreno de Don Luis Lagos.
Canal el Roble	2	Malo	Terreno natural	5921578	738076	WGS 84 –H18	Desborde del canal hacia la derecha por un tramo de 50 metros, donde inunda terreno y casas de Don Manuel Baeza y familia.
Canal el Roble	3	Malo	Terreno natural	5921518	737884	WGS 84 –H18	Desborde del canal hacia la derecha por un tramo de 30 metros, donde inunda terreno y casas de Don Patricio Quijada y familia.
Canal el Roble	4	Malo	Terreno natural	5921554	737837	WGS 84 –H18	Desborde del canal hacia la derecha.
Canal el Roble	5	Malo	Terreno natural	5921614	737753	WGS 84 –H18	Problemas de conducción en un tramo de 50, en el cruce con camino Barros Arana (puente), entre los canales El Roble (norte) y el Sotta Palacios (sur). En temporada de riego e invierno se desbordan. Inunda terreno de Don José Herrera. Altura canal Sotta Palacios=0.6 m y ancho canal Sotta Palacios=3.3 m.

Canal	Obra de Arte	Estado general	Material	Norte	Este	Huso	Observaciones
Canal el Roble	6	Malo	Terreno natural	5921554	737837	WGS 84 -H18	Canal El Roble descarga agua hacia el canal Sotta Palacios, 20 m aguas abajo del puente. Esto ocurre en un tramo de 100 m.
Canal el Roble	7	Malo	Terreno natural	5924463	732539	WGS 84 -H18	Filtración del canal hacia la orilla derecha, donde existe una laguna que recibe los aportes del canal.
Canal el Roble	8	Malo	Panaflex	5925549	733527	WGS 84 -H18	Tramo del canal en terraplén que está revestido con geotextil por 15 m aprox. aguas abajo de una canoa revestida.

Tabla 61. Estimación de pérdidas en Canales, Caudal (Q), ancho, altura (h), Velocidad (V), Infiltración (I).

Canal	Largo (Km)	Cota Inicio (msnm)	Cota Fin (msnm)	Pendiente (m/m)	Q (m ³ s ⁻¹)	Ancho (m)	h (m)	V (ms ⁻¹)	I (m ³ s ⁻¹ km ⁻¹)	I _{tot} (m ³ s ⁻¹)	Q _f (m ³ s ⁻¹)	Pérdida porcentual X km [%]	Pérdida porcentual total [%]
Los Canelos	12,96	535,00	375,00	0,0123	0,376	2,5	0,169	0,891	0,0134	0,154	0,222	3,58	40,97
Sandoval y Álamos	20,94	383,00	266,60	0,0057	1,128	2,3	0,476	1,031	0,0217	0,408	0,720	1,92	36,16
Larqui*	33,95	362,50	57,00	0,0053	5,487	5,3	0,723	1,431	0,0405	1,290	4,197	0,74	23,51
Larqui**	23,38	s.i.	s.i.	s.i.	0,724	3,2	0,281	0,804	0,0196	0,387	0,338	2,71	53,37
Cerro Colorado	6,72	361,00	336,70	0,0036	0,354	1,4	0,376	0,672	0,0150	0,094	0,261	4,24	26,45
Cerrillos	15,00	350,00	333,70	0,0011	0,125	1,0	0,372	0,336	0,0126	0,118	0,007	10,10	94,12
Quichagua	28,70	342,00	195,00	0,0051	0,075	1,5	0,114	0,438	0,0086	0,045	0,031	11,41	59,32
Compañía*	6,25	302,00	158,00	0,0062	0,430	2,8	0,211	0,728	0,0159	0,094	0,336	3,70	21,80
Compañía**	16,83	s.i.	s.i.	s.i.	2,011	2,8	0,578	1,243	0,0263	0,419	1,592	1,31	20,82
San Antonio	12,10	301,00	232,50	0,0051	0,565	1,5	0,420	0,897	0,0164	0,181	0,384	2,91	32,08
Llano Blanco*	12,70	280,00	103,00	0,0056	6,139	5,0	0,803	1,530	0,0415	0,515	5,623	0,68	8,39
Llano Blanco**	19,09	s.i.	s.i.	s.i.	1,701	5,0	0,350	0,971	0,0274	0,483	1,218	1,61	28,39
Las Violetas	3,83	251,00	228,00	0,0060	0,488	1,0	0,542	0,902	0,0152	0,057	0,432	3,12	11,60
Santa Isabel A	3,20	234,00	221,00	0,0056	0,359	1,1	0,454	0,720	0,0146	0,045	0,314	4,07	12,59

Canal	Largo (Km)	Cota Inicio (msnm)	Cota Fin (msnm)	Pendiente (m/m)	Q (m ³ s ⁻¹)	Ancho (m)	h (m)	V (ms ⁻¹)	I (m ³ s ⁻¹ km ⁻¹)	I _{tot} (m ³ s ⁻¹)	Q _f (m ³ s ⁻¹)	Pérdida porcentual X km [%]	Pérdida porcentual total [%]
Santa Isabel B Sur	9,78	234,00	177,40	0,0041	0,389	3,0	0,193	0,671	0,0158	0,139	0,250	4,05	35,71
Juan de Dios Urrutia	20,55	224,50	130,50	0,0036	0,667	1,7	0,456	0,860	0,0182	0,322	0,345	2,73	48,28
Pal Pal*	9,47	223,00	107,50	0,0038	0,895	2,3	0,462	0,843	0,0213	0,191	0,705	2,38	21,29
Pal Pal**	20,70	s.i.	s.i.	s.i.	0,140	2,3	0,139	0,439	0,0117	0,137	0,003	8,35	98,17
Sotta Palacios	38,79	223,00	85,00	0,0058	1,793	2,2	0,799	1,020	0,0274	0,906	0,886	1,53	50,57
Cóndor*	32,58	223,00	65,70	0,0040	1,657	3,5	0,495	0,957	0,0272	0,769	0,888	1,64	46,39
Cóndor**	6,79	s.i.	s.i.	s.i.	0,152	3,5	0,110	0,397	0,0128	0,075	0,078	8,42	49,01
Monjas de la Providencia	15,75	214,71	156,42	0,0046	2,189	4,5	0,505	0,963	0,0312	0,464	1,726	1,43	21,18
Zañartu Oriente	18,53	213,86	129,50	0,0037	0,438	1,5	0,379	0,769	0,0156	0,242	0,196	3,57	55,19
La Máquina	13,92	198,60	144,41	0,0046	1,158	2,5	0,511	0,907	0,0234	0,303	0,855	2,02	26,15
Diguillín y Balsa	3,63	198,40	180,10	0,0051	0,251	1,2	0,302	0,695	0,0125	0,043	0,208	4,95	17,19
Salitreras	7,54	197,50	192,50	0,0039	0,181	1,2	0,344	0,438	0,0133	0,086	0,094	7,36	47,80
Canal Zanartu Poniente	20,09	184,50	147,59	0,0018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Canal Los Tilos	14,32	168,82	126,47	0,0018	1,980	2,8	0,739	0,957	0,0298	0,403	1,577	1,50	20,37
El Roble	43,73	169,00	62,00	0,0024	2,034	5,0	0,510	0,797	0,0331	1,189	0,845	1,63	58,45
La Ermita	7,32	163,68	141,54	0,0030	0,243	1,3	0,328	0,569	0,0135	0,089	0,154	5,57	36,65
Agua Buena	13,00	162,40	117,55	0,0034	0,987	4,5	0,311	0,706	0,0245	0,293	0,694	2,48	29,65
El Carmen	15,93	130,46	82,33	0,0030	2,341	4,0	0,616	0,951	0,0325	0,489	1,852	1,39	20,88
Santa Soledad estero Coltón	afluente del 8,76	172,50	127,80	0,0030	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: CYGSA.

Río Chillán

Este río no cuenta con estudios recientes en relación a evaluación de pérdidas de agua en canales, sin embargo, según lo informado por dirigentes de canales pertenecientes a la JV río Chillán se tiene que, “los canales pertenecientes a esta subcuenca, son en su mayoría excavaciones de tierra, sin ningún tipo de revestimiento y muchos de ellos corren en paralelo por tramos de varios kilómetros, lo que aumenta la pérdida de agua por conducción”. Además se afirma que, “existe una alta presencia de arbustos, árboles y malezas acuáticas que impiden el libre escurrimiento del agua en el canal”. No se tiene conocimiento de tramos revestidos en los canales asociados al riego en esta subcuenca.

Al igual que las actividades de participación ciudadana realizadas en otras subcuencas que buscan la identificación de las principales problemáticas, siete problemáticas fueron identificadas en la JV río Chillán. En la Figura 28 se aprecia que las pérdidas por conducción y sistemas de baja eficiencia están entre las tres mayores problemáticas que presenta los canales de la JV del río, reflejando la importancia de este problema.

Río Ñuble

En el estudio “Estudio e implementación de modelos hidrológicos acoplados a SIG para el manejo y planificación, cuencas de Maule, Mataquito e Itata” (GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006), se muestra un listado que cuantifica porcentualmente pérdidas en algunos canales matrices del río Ñuble. Sin embargo, se utilizó como fuente de información el estudio realizado por Proitata el año 1992. No fue posible encontrar otro estudio actualizado donde se reporten mediciones o estimaciones de pérdida de agua en canales.

La Tabla 62 muestra las pérdidas identificadas en el estudio. Nuevamente se observa una gran variabilidad en pérdidas medidas, con valores entre 5 y 25%. Esto reafirma la necesidad de evaluar y estudiar en detalle la situación de cada canal.

Tabla 62. Pérdidas de conducción de canales en el río Ñuble.

Canal	Capacidad (m^3s^{-1})	Pérdida (%)	Longitud (km)
Flor de Quihua	0,3	24,90%	5,9
Collico	1,9	11,10%	37,2
Greene y Maira	7	14,20%	146,8
Chacayal del Sur	2,8	8,50%	25,3
Zemita	4,5	9,30%	36,5
Municipal	6	12,30%	61,3
Virguin	10	10,30%	167,5
Común Changaral-Sn. Agustín-Caro S.	3	13,83%	97
Común Ranchillo-Gaona-Perales	2	18,80%	74,4
San Pedro	1,6	21,30%	35
Arrau o Ñiquén	3,4	22,00%	53,9
Lurín o Silva	1,3	22,00%	52,9
Muticura	0,8	10,80%	15,5
Santa Sara-Pumuyeto Alto-Blancos	2,6	13,67%	68,8
Bellavista	1,3	8,60%	10

Canal	Capacidad (m ³ s ⁻¹)	Pérdida (%)	Longitud (km)
Moreira y Lilahue	4,4	11,20%	83,5
Mo. Blanco - Burgos	2,4	10,90%	29,7
Pomuyeto Bajo	0,5	5,30%	3,7
Las Culebras	0,4	15,40%	6
Alazán	0,6	6,70%	7,9
Reloca	1,8	12,10%	28,5
Romeral	0,8	5,20%	5,3
San Luis o El Canelo	1,2	9,00%	6,5
Quinguehua	0,4	9,60%	7,6
La Duma	0,2	10,00%	7,5
Común Q. Ferrada-Quilelto	0,6	10,60%	13,9
Santa Rosa	0,8	15,90%	51,9
Ibáñez Méndez	0,2	10,70%	2,9
El Peñón o El Caballo	0,6	15,70%	19
Santa Rosa de Cato	0,5	9,00%	9,9
Común M. Blanco López-Monte Blanco	0,3	16,70%	12,3
Santa Rita	0,4	9,90%	7,1
Monte B. del Bajo	0,2	8,50%	3,8
San José de Ñuble	0,5	6,50%	7,5
Capilla Cox	1,1	6,60%	12,5
Común Dadinco Genética-Cocharcas	3,2	12,87%	63,6
Común San José-Iansa	1,5	13,30%	28,1
Capilla Navarro	0,75	10,00%	9
Rinconada Cato	0,8	9,90%	12,4
Arancibia	0,6	23,70%	22,4
Carrizal	0,05	-	0,8
Medel	0,6	10,00%	10,3
B. Santa Laura	0,05	-	1,8
B. San Jorge	0,05	-	0,4
San Francisco Chico	0,2	-	1,3
B. de Cucha Cox	0,1	-	8,8

Paralelamente, según lo informado por dirigentes de canales pertenecientes a la JV río Ñuble, los canales pertenecientes a esta subcuenca, son en su mayoría excavaciones de tierra, sin ningún tipo de revestimiento y es frecuente encontrar que muchos de ellos corren en paralelo por tramos de varios kilómetros, lo que aumenta las pérdidas de agua por conducción. Sin embargo, existen algunos tramos de estos canales con revestimiento de hormigón y losetas, precisamente para evitar pérdidas relacionadas con la infiltración.

Del listado de problemáticas detectadas en el área de riego del río Ñuble, tal como se ve en la Figura 26, nuevamente una de las mayores problemáticas en los canales que pertenecen a la JV río Ñuble, son las pérdidas por conducción en los canales.

Río Itata

No se cuenta con un estudio detallado de pérdidas por infiltración para la totalidad de los canales de esta cuenca, sin embargo para el canal Quillón, en el estudio “Estudio de factibilidad con diseño reparación canal Quillón” (AC Ingenieros consultores Ltda, 2004) se menciona que, “las filtraciones se deben principalmente al tipo de material en el que se encuentran excavados los canales, los cuales se encuentran construidos en alrededor de un 80% en suelos arenosos, al excesivo deterioro del recubrimiento de los mismos, causando en algunos casos, la falla de terraplenes debido al efecto de piping, con la consiguiente ruptura del canal e interrupción de su operación. Otro problema típico lo constituye la pérdida del recubrimiento original de los canales, debido fundamentalmente a la erosión que genera el paso del agua y la mala calidad del recubrimiento.”

El problema derivado de las filtraciones lo constituye la pérdida de agua que afecta directamente a los usuarios que ven disminuidos sus recursos, especialmente aquellos ubicados en los extremos finales de los canales. El crecimiento de la vegetación, no es un problema generalizado a lo largo de los canales, sin embargo, se pudo verificar que, en algunos tramos puntuales, en los que afecta fundamentalmente las riberas y bermas de los canales, es tan abundante que dificulta el acceso y causa en algunos casos el colapso del revestimiento existente producto del levantamiento y desprendimiento por la presión de las raíces de árboles y arbustos.

Río Cato.

No se visualizan estudios que traten sobre las pérdidas en los canales de este río, en la encuesta aplicada al representante del canal de luz, se señala no poseer obras de revestimiento en los canales, ni se presentan postulaciones a proyectos de subsidio para este fin.

5.5.7.6 Bocatomas

De acuerdo a la Dirección General de Aguas (Aquaterra Ingenieros Ltda, 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 de 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 cuanto 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.

Según la Guía de reconocimiento de obras tipo y de procedimientos (Aquaterra Ingenieros Ltda, 2009) las bocatomas u obras de toma son estructuras hidráulicas que se construyen en un río o canal, con el objetivo principal de captar, o desviar, una parte o el total del agua que se escurre por el cauce. Estas se clasifican en:

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.

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.

En base al estudio “Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales” (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000). Se han recopilado los siguientes antecedentes:

Para el río Ñuble y sus afluentes se catastraron un total de 513 bocatomas, en el río Chillán y sus afluentes 332, en el río Diguillín y sus afluentes 556, en el río Larqui y sus afluentes 221, en la subcuenca del Itata Alto 229 y la subcuenca de Itata Bajo 80, resultando en un total de 2001 bocatomas catastradas en el estudio.

En la Tabla 63 se muestra un resumen con características de las bocatomas catastradas en el citado estudio. Se destaca el gran porcentaje de bocatomas con barrera temporal, siendo el 89 % del total (Figura 63).

Tabla 63. Resumen de las bocatomas catastrada en la cuenca del Itata.

Subcuenca	Total catastradas	Bocatomas con barrera temporal	Bocatomas con barrera permanente	Captaciones gravitacionales	Captaciones por elevación mecánica
Itata Alto	299	236	30	248	18
Itata Bajo	80	49	23	59	13
Diguillín	556	502	31	528	15
Larqui	221	190	13	188	15
Ñuble	513	398	72	428	42
Chillán	332	271	42	253	60

■ Bocatomas con barrera temporal ■ Bocatomas con barrera permanente

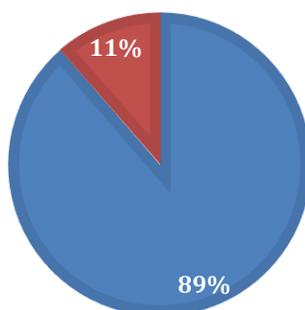


Figura 63. Porcentaje de bocatomas de carácter permanente o temporal para la cuenca del Itata.

■ Captaciones gravitacionales ■ Captaciones por elevación mecánica

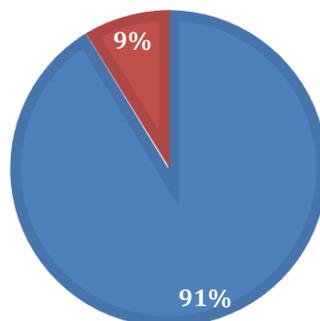
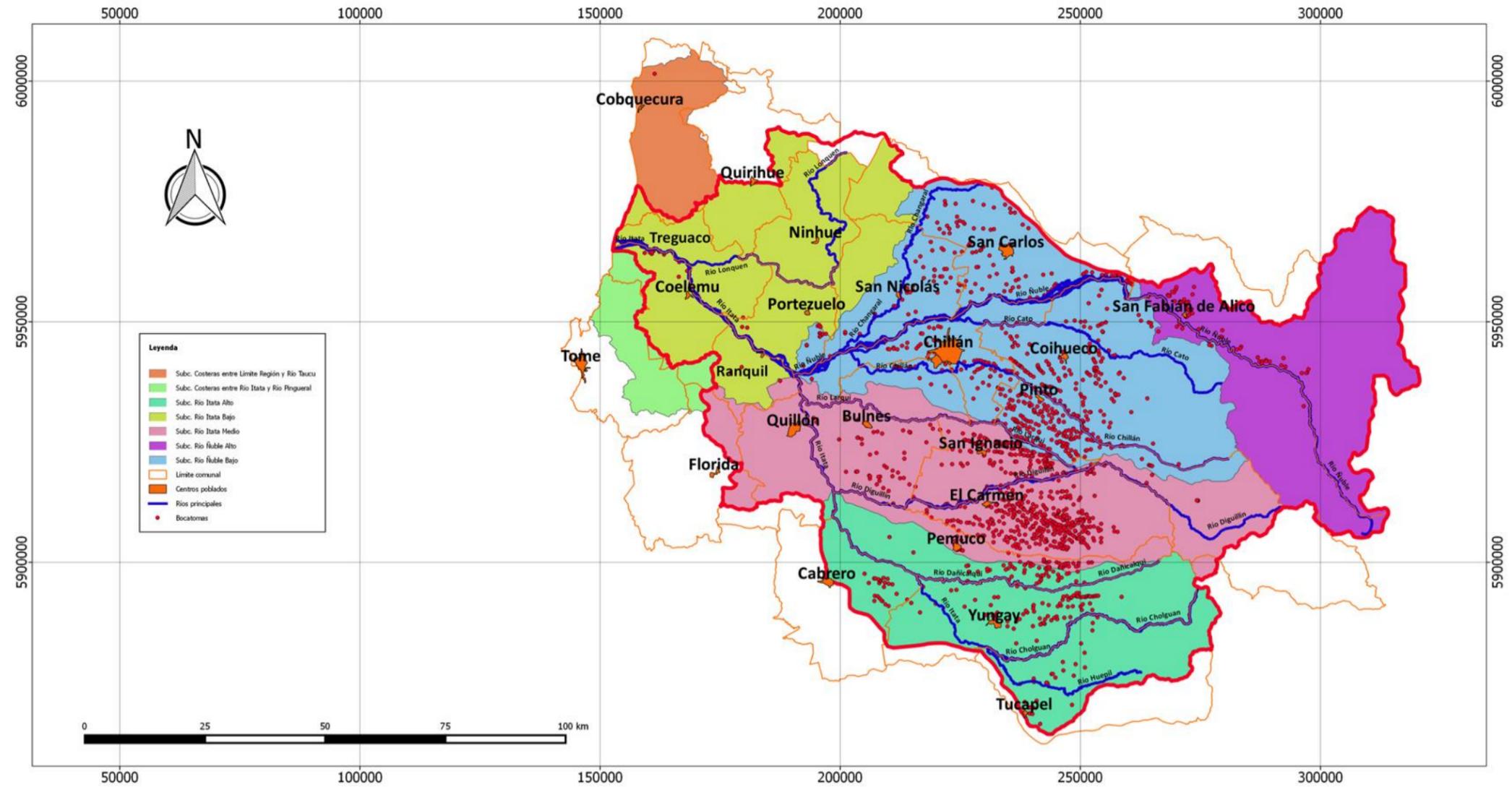


Figura 64. Porcentaje de captaciones gravitacional o mecánica para la cuenca del Itata.

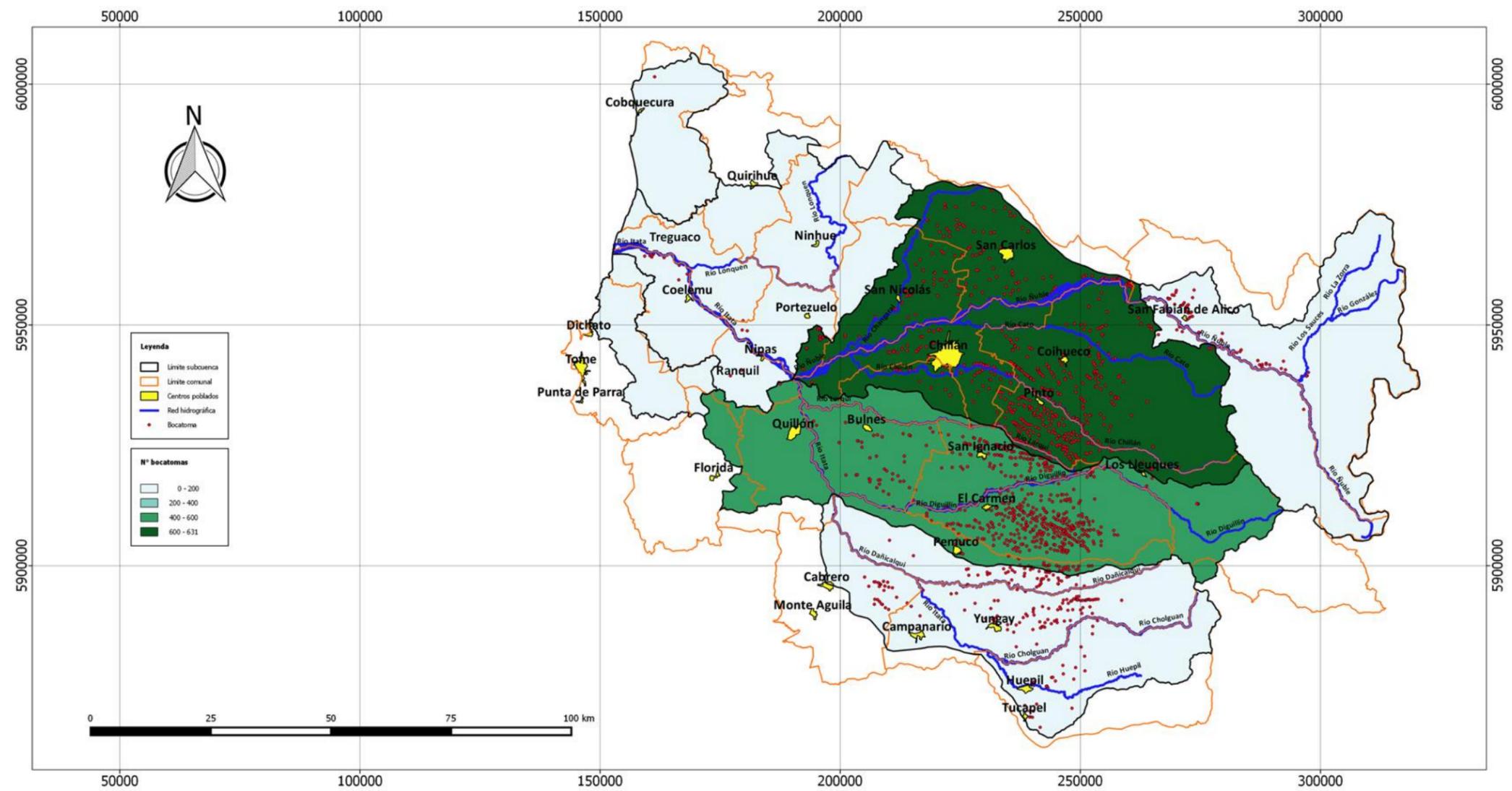
La Figura 65 muestra la ubicación geográfica de las bocatomas, mientras que la Figura 66 muestra el número de bocatomas por subcuenca. Nuevamente se destaca el Valle Central de la cuenca con el mayor número de estas obras.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio	Título		
	PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	BOCATOMAS		
 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator. Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	Fecha: Enero 2016 Lámina: 23
			Dibujo: JMC	Revisó: GGM

Figura 65. Ubicación geográfica de bocatomas.

Fuente: Elaboración propia.



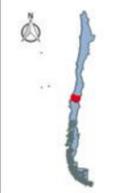
 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título NÚMERO DE BOCATOMAS POR SUBCUENCA		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 66. Ubicación de bocatoma por subcuenca.

Fuente: Elaboración propia.

Estado actual de bocatomas

En base a consultas a los dirigentes de cada una de las Juntas de Vigilancia, a administradores de los canales y visitas a terreno se tiene en términos generales una visión del estado de bocatomas:

Río Diguillín

El más reciente estudio consultado que aborda bocatomas denominado “Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región” (Estudio en ejecución) (CYGSA Chile S.A., 2016), en las etapa 3, 4 y 5 del estudio aborda un catastro de las obras asociadas a los canales (Tabla 48, Tabla 49 y Tabla 50) donde se especifica información de las obras de captación. En la Tabla 64, se muestra en forma resumida el estado general las bocatomas asociadas a cada uno de los canales.

Tabla 64. Estado general de bocatomas de la subcuenca del río Diguillín.

Tipo de Obra	Estado	Material	Observaciones
Bocatoma canal Agua Buena	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Cerrillos	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga. Bocatoma en desuso.
Bocatoma canal El Carmen	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, de aforo y descarga.
Bocatoma canal El Roble	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Nacen unidos los canales El Roble y Los Tilos
Bocatoma canal La Ermita	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Larqui	Bueno	Hormigón	De hormigón con barrera de tablonés
Bocatoma canal Los Tilos	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Nacen unidos los canales El Roble y Los Tilos.

Tipo de Obra	Estado	Material	Observaciones
Bocatoma San Benito y Otárola	Malo	Madera y Sacos	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga. No tiene canoa de aforo.
Bocatoma canal Pal Pal	Malo	Piedras	Muro de piedra en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control de aforo y descarga
Bocatoma canal Quichagua	Malo	Piedras y Sacos	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual
Bocatoma canal Salitreras	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera
Bocatoma canal Santa Isabel B Sur	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Zañartu Poniente	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cruce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Los Canelos	Malo	Piedras	Obra estacional, hecho con piedra y palos.
Bocatoma canal Cerro Colorado	Regular	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Los diseños de obra de control, aforo y descarga 150m. Aguas arriba del río por la baja del nivel de agua en los meses de enero y febrero. Requiere de usuarios consideran una obra definitiva
Bocatoma canal Compañía	Regular	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal San Antonio	Regular	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga

Tipo de Obra	Estado	Material	Observaciones
Bocatoma canal San Rafael	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Sandoval y Álamos	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga
Bocatoma canal Cóndor	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario bajar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Las Violetas	Malo	Piedras	Muro de piedras en el cauce del río de reconstrucción anual. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma Llano Blanco	Regular	Piedras	Bocatoma tipo pata de cabra construida con piedras y material fluvial.
Bocatoma canal Santa Isabel A	Malo	Piedras	Muro de piedra en el cauce del río de reconstrucción anual. Cuando el río baja es necesario alargar la barrera. Considerar obra definitiva de control, aforo y descarga.
Bocatoma canal Sotta Palacios	Bueno	Hormigón	Desde este alimentador, del canal matriz Diguillín-Coltón salen los canales: Zañartu Poniente, Santa Isabel B norte, Sotta Palacios.

Es claro que el estado de casi todas las bocatomas es malo, casi todas las obras son construidas anualmente con piedras.

Paralelamente, la Junta de Vigilancia del río Diguillín informa tener el 53% de sus bocatomas construidas en concreto mientras que el restante 47% corresponde a bocatomas rústicas construidas principalmente por rocas, plásticos y madera. Las muestran Fotografía 30 y Fotografía 31 algunas compuertas del canal Laja Diguillín.



Fotografía 30. Bocatoma de canal que recibe aportes de agua del sistema de canales Laja Diguillín.



Fotografía 31. Bocatoma en canal Laja Diguillín.

Río Chillán

Según el último estudio donde se hace mención a las bocatomas del río Chillán denominado “Plan maestro de manejo de cauces cuenca del río Chillán, VIII región”

(Prisma Ingeniería Limitada, 2004) , se catastraron 40 obras, 24 obras bocatoma se encuentran en la ribera derecha del río y 16 en la ribera izquierda (Tabla 65). En este plan se clasificó el estado de las bocatoma en tres categorías: Bueno, Regular y Malo. Del total de las bocatoma el 13 % fue clasificado como estado bueno, el 52 regular y el 35 % como Malo. Esto muestra claramente la necesidad de mejoramiento de estas estructuras.

Tabla 65. Bocatoma catastradas 2004.

Nº	Tipo de obra	Ribera	Cota	Estado
1	Bocatoma canal Pelehuito	Derecha	66,0	Malo
2	Bocatoma canal Las Lajuelas	Derecha	104,0	Malo
3	Bocatoma canal Huambalí	Derecha	135,0	Malo
4	Bocatoma canal Santa Rosa - San Miguel	Derecha	151,0	Regular
5	Bocatoma canal Palmas de Allende	Derecha	155,0	Regular
6	Bocatoma canal La Vega II	Derecha	158,0	Malo
7	Bocatoma canales Monterrico y El Emboque	Derecha	161,0	Regular
8	Bocatoma canal Casa de Lata	Derecha	165,0	Malo
9	Bocatoma canal San Bernardo II	Derecha	169,0	Regular
10	Bocatoma canal El Mono	Derecha	173,0	Regular
11	Bocatoma Agua Potable y canal Kaiser	Derecha	204,1	Bueno
12	Bocatoma canales Mariposa y Reloca	Derecha	207,0	Malo
13	Bocatoma canal Venecia	Derecha	207,0	Regular
14	Bocatoma canal Los Guindos	Derecha	213,0	Malo
15	Bocatoma canal La Victoria	Derecha	272,0	Bueno
16	Bocatoma canales Los Puquios y Talquipén	Derecha	284,0	Regular
17	Bocatoma canal San Pedro	Derecha	310,0	Regular
18	Bocatoma canal Bórquez	Derecha	336,0	Bueno
19	Bocatoma canales Wiker y La Dehesa	Derecha	352,0	Regular
20	Bocatoma canales La Palma y Baeza	Derecha	362,0	Regular
21	Bocatoma canal Culenar	Derecha	390,0	Bueno
22	Bocatoma canal Roblería o Vargas	Derecha	398,0	Malo
23	Bocatoma canal La Mina	Derecha	400,7	Regular
24	Bocatoma canal Ranquililahué	Derecha	406,0	Regular
25	Bocatoma canal San Antonio	Izquierda	83,0	Malo
26	Bocatoma canal Quilpón	Izquierda	84,0	Regular
27	Bocatoma canal Juan de Dios Lagos	Izquierda	92,0	Malo
28	Bocatoma canal San Juan	Izquierda	169,0	Malo
29	Bocatoma canal El Carmen	Izquierda	182,0	Malo
30	Bocatoma canal San Nicolás	Izquierda	207,5	Malo
31	Bocatoma canal Las Nieves	Izquierda	258,0	Bueno
32	Bocatoma canales San Rafael y Lautaro II	Izquierda	282,0	Malo
33	Bocatoma canal Boyén II	Izquierda	303,0	Regular
34	Bocatoma canal El Rosal	Izquierda	323,0	Regular
35	Bocatoma canal Patagual	Izquierda	330,0	Regular

Nº	Tipo de obra	Ribera	Cota	Estado
36	Bocatoma canal Utreras	Izquierda	362,0	Regular
37	Bocatoma canal Municipal de Pinto	Izquierda	375,0	Regular
38	Bocatoma canal Lautaro I	Izquierda	378,0	Regular
39	Bocatoma canal Boyén I	Izquierda	378,0	Regular
40	Bocatoma canal González	Izquierda	385,0	Regular

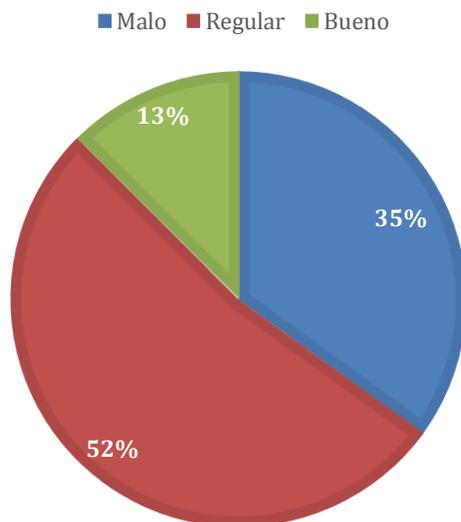


Figura 67. Distribución porcentual de estado de bocatomas presentes en el río Chillán.

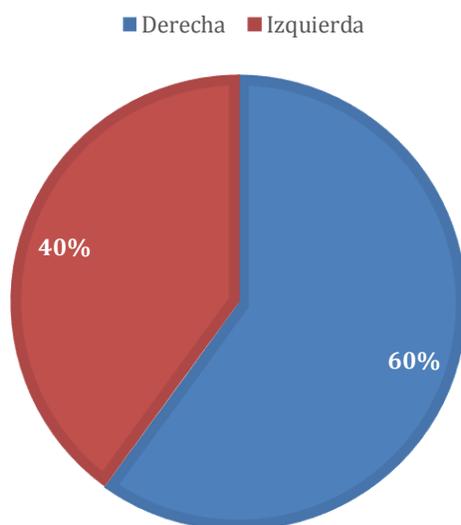


Figura 68. Distribución porcentual de bocatomas según posición en el río.

Ahora, en el marco de este estudio, según lo catastrado en terreno y en entrevistas con usuarios de estos canales se confirmó que, en su mayoría, el río Chillán presenta

bocatomas del tipo rústicas, denominadas “Pata de cabra” las cuales son hechas por combinaciones de plástico/rocas, el acceso a éstas bocatomas es complejo, por lo que la mantención de éstas se realiza de manera manual. Esta verificación en terreno, reafirma lo informado en el estudio de Prisma 2004, la situación a la fecha no ha variado significativamente. Se muestran algunas fotografías de bocatomas visitadas (Fotografía 32 y Fotografía 33).



Fotografía 32. Aguas arriba de una bocatoma del río Chillán.



Fotografía 33. Aguas abajo bocatoma de concreto de desuso, río Chillán.

Río Ñuble

En su mayoría los canales poseen obras con estructuras de captación definitiva, sin embargo, gran parte de ellas se encuentra en un inminente peligro de colapso debido a la inestabilidad del río en cuanto al transporte de los caudales. Originalmente éstas son protegidas por estructuras denominadas “gaviones”, las cuales durante las últimas crecidas del río Ñuble han sido arrasadas, quedando las estructuras expuestas para las próximas temporadas invernales, donde el río aumenta el caudal que transporta. Las Fotografía 34, Fotografía 35 y Fotografía 36 muestran el efecto de las crecidas en las estructuras de protección de bocatomas y la actual situación de riesgo. Desde la Fotografía 37 a la Fotografía 40 se muestran algunas bocatomas del río Ñuble.



Fotografía 34. Protección con gaviones que existía con el objeto de mitigar el ingreso de caudales en épocas de invierno.



Fotografía 35. Compuertas de regulación.



Fotografía 36. Aguas debajo de gaviones de protección, situación actual de completa destrucción.



Fotografía 37. Bocatoma canal municipal.



Fotografía 38. Antiguas compuertas bocatoma canal Municipal.



Fotografía 39. Obras de desvío del río para bocatoma canal San Luis.



Fotografía 40. Patas de cabra en canal Santa Sara.

Río Itata

Basados en el análisis de la información base utilizada, recorridos en el territorio y entrevistas con regantes de algunos canales de las subcuencas analizadas, se observa que la infraestructura asociada a las bocatomas de los canales de riego es en general primaria. En su mayoría corresponde a bocatomas clasificadas como temporales con construcciones rústicas y provisionarias que, con material extraído principalmente del lecho del río o estero, desvían el flujo del caudal superficial a cada canal.

La principal obra definitiva, es la bocatoma del canal quillón, la cual se muestra en las Fotografía 41 a Fotografía 43.



Fotografía 41. Bocatoma canal Quillón.



Fotografía 42. Bocatoma canal Quillón.



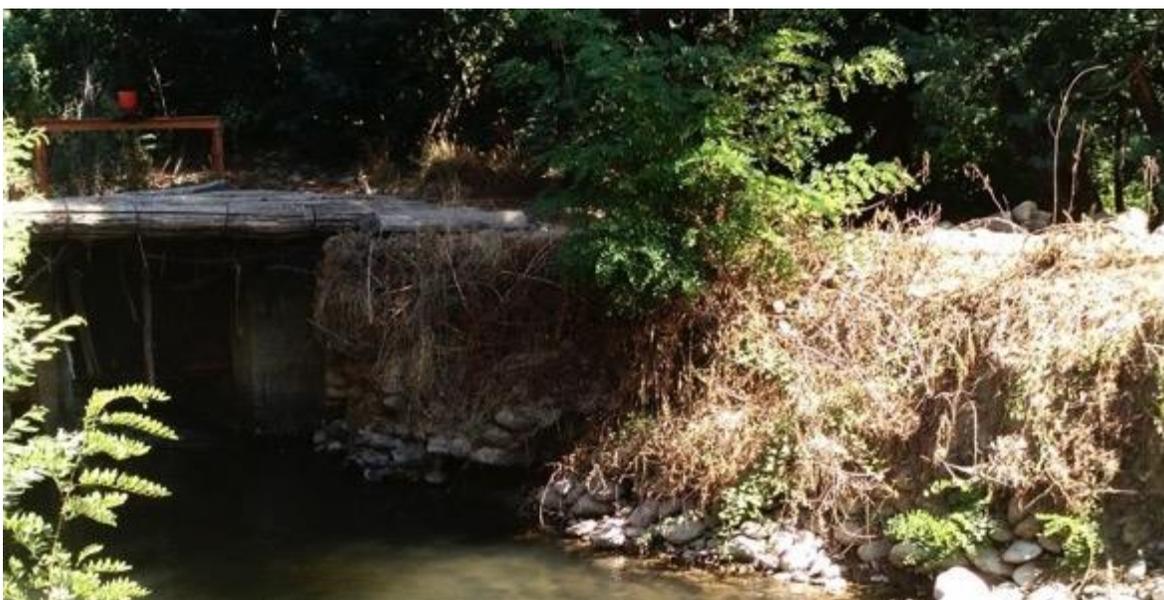
Fotografía 43. Obras en la bocatoma del canal Quillón.

Río Cato

No se visualizan estudios recientes que aborden el estado de las bocatomas de la cuenca del río Cato, solo el levantamiento y catastro de bocatomas (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000), y según éste, el único canal que extrae aguas directamente desde el río Cato es el canal de la luz de Cato. El estudio informa que la obra de desvío de la bocatoma es de tipo permanente y posee una barrera frontal construida con material fluvial. Para corroborar esta información se realizó una visita a terreno, donde se ratificó esta información, la barrera de la bocatoma cruza todo el río, la que está hecha con material extraído de éste mismo. Las Fotografía 44 y Fotografía 45 muestran las obras asociadas a la bocatoma.



Fotografía 44. Obra de intervención del río para bocatoma.



Fotografía 45. Compuerta de bocatoma.

5.5.7.7 Sistemas de acumulación mayores y menores

Obras mayores: En el marco de construcción de grandes embalses, la Política Nacional de los Recursos Hídricos (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015) menciona que se iniciará la construcción de 9 grandes obras a nivel nacional, entre las cuales en la provincia de Ñuble destaca el embalse Punilla el cual se encuentra en etapa de ejecución, con fecha de inicio de su construcción proyectada durante el año 2015.

Tabla 66. Grandes embalses en cuenca del Itata.

Nombre	Localidad	Vol (Hm ³)	Superficie Beneficiada (ha)	Número de Predios	Inicio /término
Punilla	VIII Región/Ñuble	625	65.0000	40.160	2015/2020

Ahora, según lo expuesto en la reunión del comité asesor de gestión hídrica región del Biobío el día 30 de septiembre del 2015 (Arumí, J.L., Alvear, L., & Picón del Aguila, 2015), respecto al embalse punilla, se tiene que:

El embalse se ubica en la cuenca del río Ñuble, aproximadamente a 30 km de San Fabián de Alico, hacia el oriente, región Biobío.

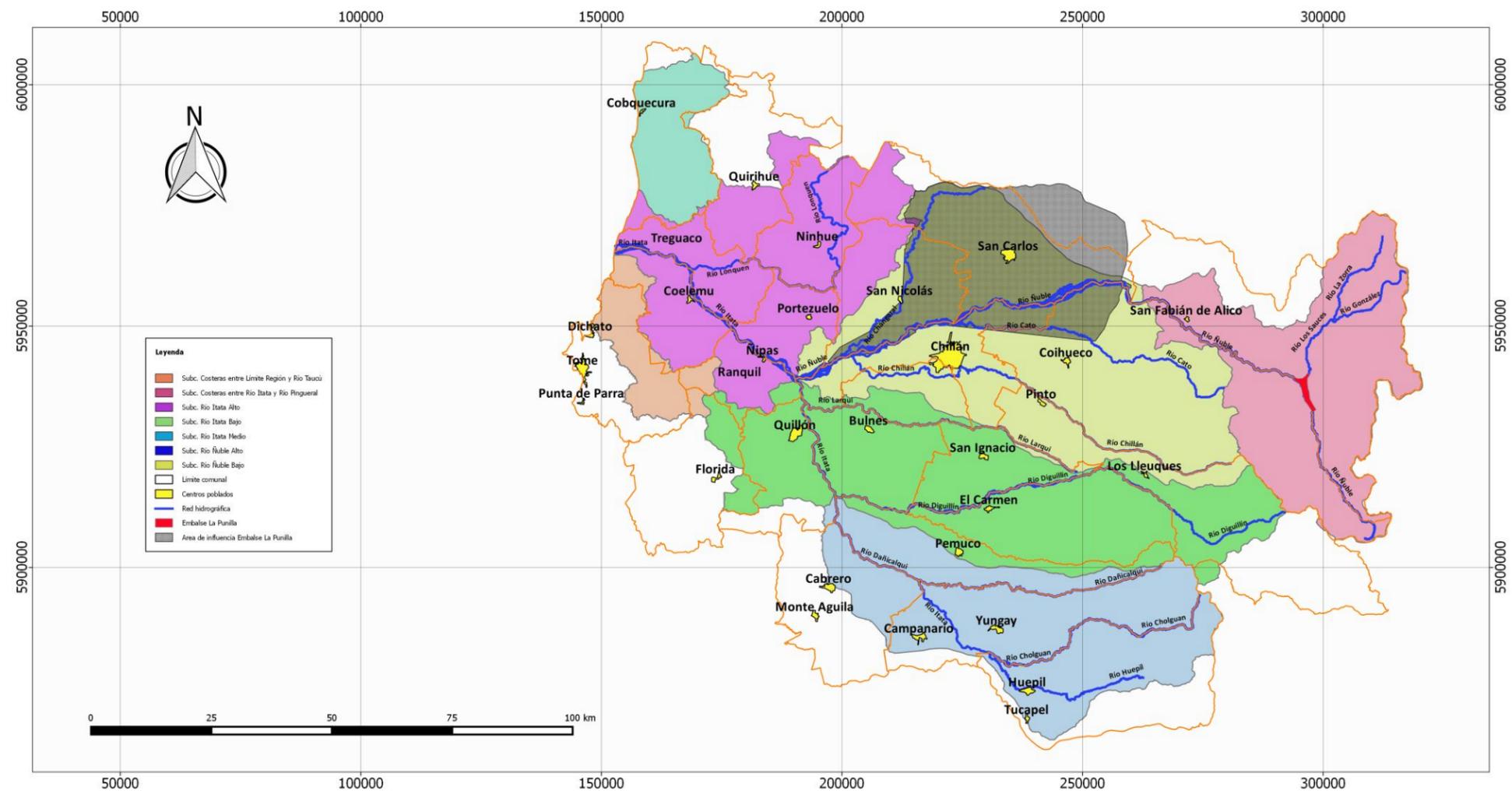


Figura 69. Localización y área de inundación del embalse Punilla.



Fotografía 46. Lugar de ubicación de la futura presa del embalse Punilla (a la izquierda). Futuro lago de inundación (a la derecha).

Actualmente es posible regar aproximadamente 30.000 ha, existiendo un potencial de 60.000 ha. Se contempla la entrega de DAA para aprox. 10.000 ha. Con lo cual La Punilla permitirá regar hasta 70.000 ha. Con seguridad de riego del 85%. Se beneficiarán Sectores de Riego de las comunas de San Carlos, Chillán, Ñiquén, San Nicolás, Coihueco y San Fabián de Alico.



 <small>COMISIÓN NACIONAL DE REGO</small>	Estudio	Título			
	PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	EMBALSES LA PUNILLA Y AREA DE INFLUENCIA			
 <small>UNIVERSIDAD DE CONCEPCION</small>	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	Lámina: 15 Revisó: GGM

Figura 70. Ubicación de embalse Punilla y área de beneficio agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción del proyecto:

- Presa con Ingeniería de detalle de 600 Hm³ útiles.
- Tipo CFRD (Concrete Face Rockfill Dam).
- Altura muro: 137 m., ancho de coronamiento 501 m.
- Área de Inundación: 1.700 ha.
- El caudal de diseño de las obras de entrega a riego corresponde al caudal máximo de 104 m³ s⁻¹.
- Los afluentes del embalse serán los ríos Truchas, El Ñuble y Los Sauces.

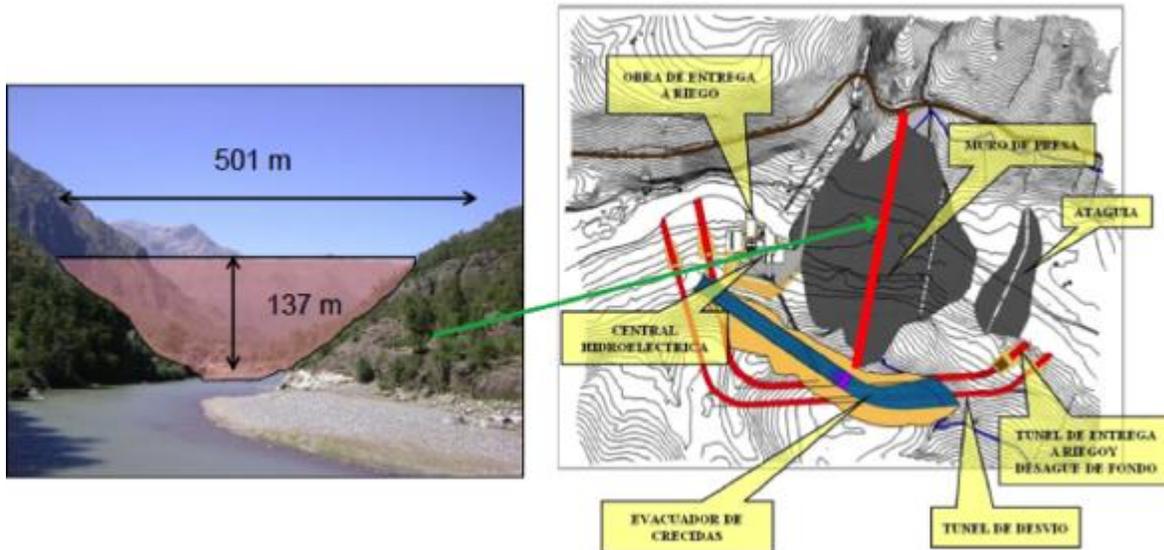


Figura 71. Esquema general de ubicación de las obras.

Actualmente el proyecto se encuentra en Licitación en base a estudios ya hechos y el adjudicatario podrá optar entre tomar dichos estudios y acogerlos o realizar otros. En el proceso de licitación se contempló una etapa de preclasificación de empresas, registrándose un total de 9 consorcios nacionales e internacionales que pasaron dicha etapa.

El 17 de diciembre del 2015 se cumplió el plazo para recepción de ofertas, siendo Astaldi la única empresa que postuló. Dicha oferta fue evaluada por una comisión del MOP, y según informó este organismo cumplió todos los requisitos exigidos, obteniendo una nota final ponderada de 5,3. De esta forma la oferta fue aceptada.

En adelante, la concesionaria tendrá que desarrollar un estudio de ingeniería definitiva, pues lo que hay actualmente es un estudio de ingeniería referencial, y paralelamente deberá elaborar y someter a evaluación un estudio de impacto ambiental para la central hidroeléctrica (La Discusión, 2016).

El cronograma de la obra se inició con el llamado a licitación y estima el término de la construcción el cuarto trimestre del 2023, mientras que el plazo de entrega de la obra es de 9 años.

Obras menores: Según el documento de la Dirección de Obras Hidráulicas “El riego en Chile” (Sandoval, 2003) la cuenca del Itata cuenta con dos obras de acumulación catalogadas como menores siendo estas.

Embalse Coihueco

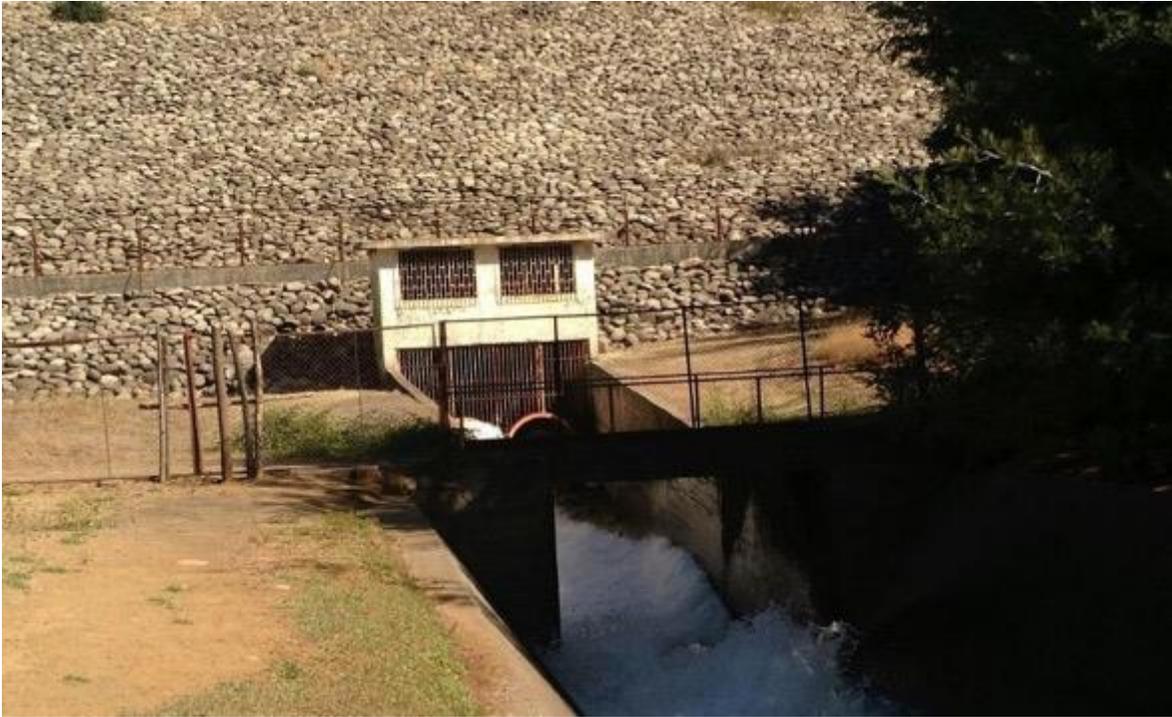
Esta obra, ubicada a unos 30 Km de Chillán, fue terminada de construir en 1971 y está emplazada sobre el estero Pullamí, afluente del río Cato. Los recursos hídricos corresponden a una pequeña hoya de 10,3 Km² que aprovecha además las aguas de invierno y sobrantes de primavera del río Niblinto, cuya hoya hidrográfica es de 197 Km², lo que permite el regadío de unas 6.500 ha. Las aguas del Niblinto son conducidas al embalse mediante el canal alimentador de 5 m³ s⁻¹ de capacidad.

El embalse tiene como estructura principal un muro de tierra con núcleo central impermeable y un pedraplén de bolones de 1 metro de espesor, arreglados a mano. El muro principal tiene una altura de 30 metros y 1.060 metros de longitud. Tiene dos muros auxiliares de 9,3 metros y 1 metro de altura. El volumen total de los muros es de 1.100.000 m³ y puede embalsar 29,2 Hm³, que ocupan una superficie de 240 ha. La obra consta, además, de un vertedero libre frontal de 5 metros de ancho, capaz de evacuar hasta 6 m³s⁻¹ hacia el estero Pullamí.

Las obras de toma consisten en una torre de toma, un túnel de hormigón armado que atraviesa el muro principal de 160 metros de longitud y dos cámaras de válvulas, una interior y otra exterior. Tiene una estructura de salida, que contiene un colchón de agua disipador de energía. El túnel se encuentra reforzado interiormente por un tubo de acero de 1,3 metros de diámetro en el sector de aguas arriba y de 0,90 en el otro.

La capacidad útil del embalse asciende a 29 Hm³ y está destinado al riego de una superficie nueva de 3.500 ha y al mejoramiento de otras 3.000. Con respecto al comportamiento y conservación de la obra construida, se puede decir que el embalse Coihueco no ha presentado ningún problema de consideración.

Las Fotografía 47, Fotografía 48, Fotografía 49 y Fotografía 50 muestran algunas obras del embalse Coihueco, este embalse sufrió daños menores para el terremoto del 2010, sin embargo ya fueron reparadas.



Fotografía 47. Obra de entrega del embalse Coihueco.



Fotografía 48. Embalse Coihueco, marzo 2016.



Fotografía 49. Obra de control de crecidas del embalse Coihueco.



Fotografía 50. Canal de salida embalse Coihueco.

Embalse Tucapel

Esta obra se enmarca dentro de los proyectos construidos para el denominado plan Chillán. Es una presa de embalse pequeña, cuya capacidad de embalse es de sólo 410.000 m³, los cuales ocupan una superficie de 6 ha. Se terminó de construir en 1.957, con la finalidad de almacenar las aguas de la quebrada Los Troncos. Está en la provincia de Ñuble, cerca del pueblo de Yungay y regula el regadío de algunos predios en las cercanías del pueblo de Tucapel, alcanzando a unas 81 ha de riego nuevo.

El muro es de tierra con núcleo central de arcilla, cuenta con una altura de 12 metros y una longitud de 154 metros, con un volumen total de 44.000 m³. El vertedero es frontal libre, con capacidad para evacuar 1,0 m³ s⁻¹. Las obras de toma cuentan con una válvula de espejo de 300 milímetros de diámetro ubicado en el extremo de una tubería de acero que entrega directamente a un canal antiguo. Su comportamiento ha sido normal y su conservación no ha ocasionado mayores inconvenientes.

Según el “Catastro e inspección preliminar de embalses regiones de Valparaíso, Metropolitana, del libertador Bernardo O’Higgins, del Maule y del Biobío” (Aquaterra Ingenieros Ltda, 2014) se tiene que:

- a) Según la información disponible el muro del embalse Tucapel sufrió bastantes daños debido al terremoto del año 2010. Los principales correspondieron a grietas longitudinales en el coronamiento del muro y en el talud de aguas arriba.
- b) Según lo informado por vecinos del sector, meses después del terremoto, se efectuaron reparaciones en el muro. La naturaleza de las reparaciones es desconocida.
- c) Al momento de la visita el muro del embalse se encontraba en buenas condiciones, sin señales de grietas o fallas en ningún sector.
- d) Por otra parte, para el nivel de aguas en el momento de la visita (embalse lleno), el muro presentaba pequeñas filtraciones al pie en el sector central.
- e) En relación a los factores de seguridad al deslizamiento es importante señalar que en la práctica de la ingeniería catastro e inspección preliminar de embalses, regiones de Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O’Higgins, del Maule y del Biobío 925 informe final nacional es habitual considerar, como valores mínimos aceptables para los factores de seguridad, 1.5 para el caso estático y 1.1 para el caso dinámico. Lo anterior no significa que el uso de valores distintos a estos sea inadecuado, lo que deberá ser definido por el profesional responsable de cada proyecto.
- f) De acuerdo con los resultados del análisis de estabilidad de taludes realizado, se tiene lo siguiente:
 - Talud Aguas Arriba: los valores obtenidos son menores a los mínimos habitualmente aceptados.
 - Talud Aguas Abajo: los valores obtenidos son mayores a los mínimos habitualmente aceptados.

- g) El embalse Tucape se aprecia en buenas condiciones. En los antecedentes del proyecto de reparación efectuado, no se encontraron ningún tipo de estudios geotécnicos, ni estabilidad de taludes ni determinación de filtraciones.

5.5.7.8 Iniciativas

Según el programa de construcción y rehabilitación de obras medianas de riego PROM en su catastro de obras de riego y elaboración del plan de inversión al año 2018 zona Sur regiones O'Higgins a Magallanes (Procivil Ingeniería Ltda., 2009), para la cuenca del Itata se cuenta con las siguientes iniciativas en cuanto a embalses:

Proyecto de embalse el Káiser: La superficie de riego actual de riego eventual, es de aproximadamente unas 1.010 ha, ubicadas por aguas abajo de la zona donde se analiza la obra de regulación del Estero El Káiser. La zona de riego estimada se extiende unos 3,5 km desde dicho punto por el recorrido del estero, con un ancho promedio de aproximadamente 1 km. El sistema de regadío actual que posee el sector, está constituido principalmente por canales pequeños cuyo caudal total sumado es de unos $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; tienen obras rústicas y generalmente de un solo predio, con bocatomas independientes. La seguridad de riego del sector en verano es muy baja y se emplean sistemas tradicionales de aplicación del agua.

El proyecto consiste en regular las aguas del estero El Káiser, para disponer de un volumen para riego de verano, de unos 33 Hm^3 . Este estero es un afluente del río Coihueco y luego del río Chillán. La idea es antigua, al igual que la necesidad de disponer de agua segura en el período de riego que se extiende por siete meses al año, lo cual originó un estudio a nivel de perfil ordenado por la Junta de Vecinos de Coihueco 1986. La zona agrícola que se beneficiará se reparte entre los cultivos de secano y los de riego eventual, que dependen de las condiciones hidrológicas anuales, al no disponer de un embalse, salvo el Coihueco con capacidad estimada en 29 Hm^3 , el cual sirve en forma insuficiente a un valle lateral y sólo una fracción de suelo que puede servirse desde el nuevo proyecto.

Mediante una obra de embalse, podría disponerse de un volumen regulado estimado en 33 Hm^3 , se serviría una superficie de 1.915 ha equivalentes con alta seguridad, y hasta un total de 2.751 ha beneficiadas. Además, se requiere de una conducción eficiente, mediante dos tipos de descarga, gravitacional al cauce y además una tubería presurizada de 5,0 km de largo para un caudal de $0,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, que posibilitará su uso en riego tecnificado y con elevada eficiencia de conducción.

Con estas condiciones, se lograría una alta eficiencia de manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos del estero. Asimismo, considerando la presencia de un embalse y la conducción y entrega entubada presurizada, se puede plantear el mercado del agua como elemento de mayor eficiencia de uso del agua y de obtención de beneficios económicos para la futura organización, la cual deberá controlar los volúmenes transados en cada temporada.

El embalse se emplazaría en el estero El Káiser próximo a la desembocadura en el río Coihueco, a unos 5 km del pueblo homónimo.

Coordenadas propuestas para el muro:

E: 252.028 (m) N: 5.933.822(m) (WGS84- HUSO 19)

Problema que resuelve

En la actualidad los ríos que aportan al sistema de regadío en la zona permiten satisfacer la demanda de forma muy restringida, sin seguridad de abastecimiento, especialmente en los meses de enero y febrero. Con este nuevo embalse se podría suplir esta falencia y además aumentar la superficie de cultivos, esperándose servir unas 2.751 ha.

Beneficios y beneficiarios

Se estimó una superficie total de riego de 2.751 ha, y la incorporación de 1.915 ha de nuevo riego seguro, con un número de predios del sector beneficiado en la Comuna de Pinto de unos 165 predios o agricultores, con un tamaño medio predominante de 19 ha. Del total esperable de agricultores, el 14% corresponde a mujeres agricultoras, conforme a los datos comunales actualizados para la actividad agrícola.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

Tabla 67. Tamaño predial para la zona del proyecto Káiser.

Tamaño predial	Porcentaje en superficie para el sector
Pequeños (<20 ha)	5%
Medianos (20-50 ha)	46%
Grandes >50 ha	49%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

Tabla 68. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Káiser.

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 2.751 ha
Cerezo	Cerezo
Manzano	Manzano
Remolacha	Remolacha
Papa	Papa
Maíz	Trigo
Trigo	Frambuesa

Proyecto de embalse Quilmo: Las zonas actualmente regadas con aguas del estero Quilmo tienen una superficie de riego plana de unas 200 ha aguas abajo, las cuales se extienden hasta 6 km desde la zona donde se analiza el embalse proyectado siguiendo el trazado del estero, el ancho medio de la zona de riego es de 400 metros. Los predios aledaños a la zona que actualmente es regada por aguas provenientes del estero, son mayormente de secano, aunque también existen algunos canales pequeños y de poca longitud, que en conjunto tienen menos de 300 l s⁻¹ de capacidad, conforme al caudal que portea el estero al inicio del verano.

El proyecto, propuesto por la Comisión Regional de Riego, corresponde a la construcción de un embalse en el Estero Quilmo, con régimen pluvial, a fin de generar un mejoramiento en la seguridad de abastecimiento y distribución del recurso hídrico. Se ubica a unos 6 km al oriente de la ciudad de Chillán Viejo.

Este proyecto consiste en un nuevo embalse de unos 26 Hm³ sobre el estero Quilmo, que es un afluente del río Chillán. La idea se viene analizando desde hace años ya que el valle agrícola de Quilmo requiere disponer de agua segura en el período de riego, el cual se extiende por siete meses. Esta necesidad originó un estudio a nivel de perfil ordenado por la DOH en 1998. La zona agrícola que se beneficiará depende de las condiciones hidrológicas anuales para el riego, ya que actualmente no dispone de un embalse. Por otra parte, la red de canales de riego es de características rústicas los que captan y conducen un caudal muy pequeño, que corresponde al que rinde el estero solamente en verano, cuya cuenca es de régimen pluvial. En la zona no existen organizaciones constituidas de canalistas.

Coordenadas propuestas del muro:

E: 755.250 (m) N: 5.937.100 (m) (WGS84 – HUSO 18)

Problema que resuelve

La escasez de agua en verano se puede remediar con este embalse estacional, que permite aumentar la superficie de riego y mejorar el patrón productivo con rubros de alta rentabilidad, el proyecto permitiría servir unas 1.155 ha equivalentes con alta seguridad, y un total de 2.206 ha beneficiadas.

Beneficios y beneficiarios

Se estimó una superficie de riego que dependerá del embalse de 2.206 ha, en que se incorporará unas 1.155 ha de nuevo riego seguro. Se tiene unos 115 predios del sector beneficiado en la comuna de Chillán Viejo, con un tamaño medio predominante de 20 ha por agricultor. Del total esperable de agricultores, el 28% corresponden a mujeres agricultoras, conforme a los datos del perfil existente.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

Tabla 69. Tamaños prediales para la zona del proyecto Quilmo.

Tamaño predial	Porcentaje en superficie para el sector
Pequeños (<20 ha)	3%
Medianos (20-50 ha)	47%
Grandes >50 ha	50%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

Tabla 70. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Quilmo.

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 2.206 ha
Cerezo	Cerezo
Manzano	Manzano
Remolacha	Remolacha
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Trigo	Trigo

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 2.206 ha
P. Natural	Frambuesa

Proyecto de embalse Changaral: En la comuna de San Nicolás existe en la zona de Changaral una importante extensión de tierras aptas para la agricultura bajo riego y que en la actualidad permanecen en condición de secano durante casi toda la temporada de verano. El estero Millauquén (o estero Changaral) es la fuente hídrica más próxima y el aprovechamiento de su cuenca pluvial exige la regulación de invierno y primavera, para regar durante los siete meses de riego en esta zona. El señalado estero es afluente del río Changaral, que a su vez drena al río Ñuble. Existen pequeñas canalizaciones de tipo rústicas, manejadas por agricultores y sin organizaciones, que captan un pequeño caudal de verano desde el estero, con régimen pluvial.

La zona actualmente regada con aguas del estero Changaral tiene una superficie agrícola estimada de unas 1.750 ha por aguas abajo de la posible regulación del estero, la cual se extiende hasta 7,6 km, en que el ancho promedio llega a unos 2,7 km.

La mayoría de los predios aledaños al estero están en condición de secano, o riego eventual de primavera.

A nivel de perfil en este catastro, se propone una capacidad de embalse de 38 Hm³. Se consulta además un canal matriz, que tiene por objetivo conducir las aguas a tres zonas de riego, las cuales se encuentran en San Nicolás, subcuenca del estero Cután y subcuenca del estero Corontas.

La idea del embalse se viene planteando por años, lo cual motivó la elaboración de un perfil por parte de la DOH Regional en el año 2001.

El embalse se ubicaría en el estero Changaral (o Millauquén) en las proximidades de las localidades de Verquicó y Millauquén.

Coordenadas propuestas para el muro:

E: 755.060 (m) N: 5.971.500 (m) (WGS84 - HUSO 18)

Problema que resuelve

La situación actual de los terrenos de este sector es que mayoritariamente son secanos y cubren una superficie de varios miles de ha, en circunstancias que el clima y los suelos son aptos para rubros rentables. Los cauces no entregan el caudal necesario en verano, de modo que la condición de secano se mantendrá mientras no se construya un embalse estacional.

Beneficios y beneficiarios

Gracias a la conducción del canal matriz se verán beneficiadas tres zonas:

- La primera zona se ubicaría entre los esteros Changaral y la vertiente oriental de los cerros de la margen derecha de la subcuenca hasta aproximadamente 3 km al norte del pueblo de San Nicolás.

- La segunda zona de riego se ubicaría dentro de la subcuenca del estero Cután, afluente del estero Changaral.
- La tercera zona de riego es ubicaría en la cuenca del estero Lonquén específicamente dentro de la subcuenca del estero Corontas.

Se estimó una superficie total a servir de 3.232 ha, en que la superficie de nuevo riego seguro es de 2.446 ha. Son unos 320 predios en el sector beneficiado de la comuna de San Nicolás, con un tamaño medio predominante de 10 ha por agricultor. Del total esperable de agricultores, aproximadamente el 14% corresponde a mujeres agricultoras, conforme a los datos comunales actualizados para la actividad agrícola.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

Tabla 71. Tamaños prediales para la zona del proyecto Changaral.

Tamaño predial	Porcentaje en superficie para el sector
Pequeños (<20 ha)	9%
Medianos (20-50 ha)	46%
Grandes >50 ha	45%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

Tabla 72. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Changaral.

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 3.232 ha
Cerezo	Cerezo
Manzano	Manzano
Papa	Remolacha
Alfalfa	Papa
Trigo	Alfalfa
P. Natural	Trigo

Proyecto de embalse el Taimo: La zona actualmente regada con aguas del estero El Taimo tiene una superficie de aproximadamente 96 ha, la cual se extiende por 1,5 km con un ancho promedio de 600 m que es muy variable ya que se presentan sectores con mucho relieve.

El sector de riego se concentra en la ribera izquierda del estero debido a la topografía de la zona, además cuenta con un bajo nivel de tecnificación y de seguridad de riego. Los canales son pequeños y rústicos, con un caudal total sumado que es inferior a los 200 l s⁻¹, conforme al caudal que portea el estero al inicio del verano.

El estero Pajonales y su valle agrícola presentan severos déficits hídricos en verano y además tiene suelos con limitaciones por drenaje deficiente. Este estero es afluente del río Calquín, afluente a su vez del río San Juan. El estero Taimo es un afluente del estero Pajonales y presenta un caudal permanente todo el año, que es posible regular mediante un embalse estacional que se propone emplazar en un angostamiento rocoso del estero El Taimo, antes de su entrada al valle agrícola. La zona de inundación está cubierta por un bosque tupido de árboles muy desarrollados, lo que dificulta la cubicación del volumen

almacenable, entre 5 Hm³ y 8 Hm³, dependiendo de la decisión de inundar el camino público pavimentado a Cobquecura, salvo que en una etapa más avanzada de estudios que disponga de topografía detallada de la zona, se decida el emplazamiento en un sitio más favorable para obtener mejores relaciones agua/muro. La infraestructura de riego es de tipo rústica mediante canalizaciones y para pequeños caudales, que corresponden a los que entrega el estero Taimo en verano, cuya cuenca tiene régimen pluvial.

El presente proyecto se ubica en el estero de Taimo, aguas arriba de la confluencia con el estero Pajonales, en la comuna de Quirihue.

Coordenadas propuestas de las obras de aprovechamiento y regulación:

E: 714.250 (m) N: 5.988.780(m) (WGS84 Huso 18)

Problema que resuelve

La regulación del estero El Taimo proveerá de un abastecimiento seguro de agua para regar una 406 ha equivalentes de nuevo riego seguro, y un total de 781 ha beneficiadas, en que además se consulta el mejoramiento del drenaje de una superficie con problemas de anegamiento, que alcanza hasta unas 100 ha. La superficie actual de riego tiene actualmente muy bajo rendimiento productivo y el embalse unido al dren, mejorarán esta situación.

Beneficios y beneficiarios

Se estimó una superficie máxima de riego de hasta 781 ha, con un número de predios del sector beneficiado en la Comuna de San Nicolás de aproximadamente 180 predios o agricultores, con un tamaño medio predominante de 3 ha. Del total esperable de agricultores, aproximadamente el 14% corresponde a mujeres agricultoras, conforme a los datos zonales actualizados para la actividad agrícola.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

Tabla 73. Tamaños prediales para la zona del proyecto El Taimo.

Tamaño predial	Porcentaje en superficie para el sector
Pequeños (<20 ha)	6%
Medianos (20-50 ha)	43%
Grandes >50 ha	43%

Tabla 74. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto El Taimo.

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 781 ha
Manzano	Manzano
Papa	Papa
Trigo	Trigo
P. Natural	P. Natural

Proyecto de embalse Ránquil: La superficie de riego actual en la zona del proyecto alcanza a unas 250 ha. Esta superficie agrícola se extiende unos 4 km por el trazado del estero hasta el sector denominado San Ignacio de Palomares, el ancho promedio de la

zona de riego es de aproximadamente 800 m. Actualmente se tienen dos canales de importancia para el sector, uno en cada ribera, los cuales son rústicos, cuyo pequeño caudal total sumado es inferior a 300 ls^{-1} , conforme a lo que portea el estero al inicio del verano o disponen de obras estables. Existe una agricultura de secano predominante en todo el sector.

El proyecto, propuesto por la Comisión Regional de Riego, corresponde a la construcción de un embalse emplazado en la zona agrícola del valle del estero Ránquil.

Este valle tiene interés agro productivo, pero carece de seguridad de abastecimiento de agua, lo cual conduce a tener una agricultura mayormente de secano y con rubros de baja rentabilidad. En la cabecera del estero existe una zona con aptitud topográfica e hidrológica para emplazar un embalse estacional con un volumen de unos 10 Hm^3 que dejará con riego seguro unas 644 ha equivalentes con alta seguridad y un total de 1.305 ha beneficiadas.

El presente proyecto se ubica en el estero de Ránquil, cercano y al oriente de la localidad de Capilla de Ránquil y de la localidad de Ñipas. Las coordenadas se indican en el acápite correspondiente de este texto.

Coordenadas propuestas del muro:

E: 715.070 (m) N: 5.940.330 (m) (WGS84 HUSO 18)

Problema que resuelve

Actualmente existen más de 650 ha de tierra que hoy permanecen en condición de secano. El presente proyecto pretende alcanzar mediante la regulación del régimen hídrico del estero Ránquil la seguridad de riego para contar con agua durante los siete meses al año, en que se requiere de seguridad de abastecimiento hídrico.

Beneficios y beneficiarios

Se estimó una superficie total de riego de 1.305 ha, en que el nuevo riego seguro alcanzará a unas 644 ha. El número de predios del sector beneficiado en la Comuna de Ránquil es de unos 134 predios o agricultores, según el perfil existente de la DOH, con un tamaño medio predominante de 5 ha. Del total esperable de agricultores, aproximadamente el 14% corresponde a mujeres agricultoras, conforme a los datos zonales actualizados para la actividad agrícola.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

Tabla 75. Tamaños prediales para la zona del proyecto Ránquil.

Tamaño predial	Porcentaje en superficie para el sector
Pequeños (<20 ha)	11%
Medianos (20-50 ha)	54%
Grandes >50 ha	35%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

Tabla 76. Cultivos actuales y proyectados para la zona del proyecto Ránquil.

Rubros productivos actuales	Rubros productivos futuros propuestos con el proyecto para 1.305 ha
Cerezo	Cerezo
Papa	Remolacha
Trigo	Papa
P. Natural	Trigo
--	P. Natural
--	Manzana
--	Frambuesa

Tabla 77. Potenciales Beneficiarios del proyecto Ránquil.

Localidades	Potencial beneficiarios
El barco	4
Manzanal	30
Capilla Viejo	25
Pueblo Viejo	30
El Huape	45
Lomas Colorado	--
San Ignacio de Palomares	--

Embalse Zapallar: Según lo expuesto por la Dirección de Obras Hidráulicas en septiembre del 2015 bajo la presentación “Sistema Laja Diguillín y embalse Zapallar VIII región del Biobío” (Arumí, J.L., Alvear, L., & Picón del Aguila, 2015) con respecto al embalse Zapallar se tiene:

El embalse Zapallar se ubica administrativamente en la región del Biobío, provincia de Ñuble, dentro de las comunas de Pinto, San Ignacio y El Carmen.

Geográficamente, se ubica a partir de una angostura del valle del río Diguillín, denominada Zapallar, 12 Km aguas abajo de su confluencia con el río Renegado, ambos pertenecientes a la cuenca del río Itata.

La capacidad total del embalse es de 80 Hm³ considerando un volumen de sedimentos de 1 Hm³, el muro presenta un coronamiento con una plataforma de 8 metros de ancho y la longitud del coronamiento alcanza 390 metros.

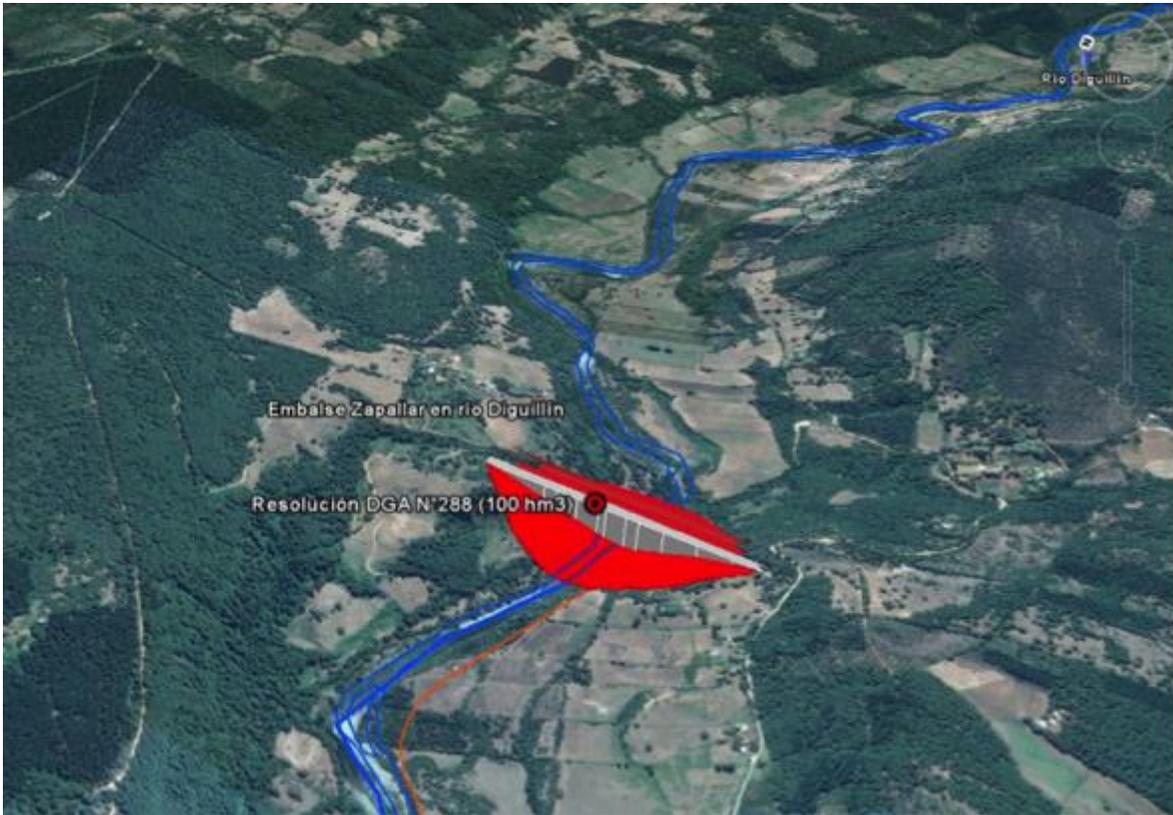


Figura 73. Posible ubicación del embalse Zapallar, río Diguillín.

Fuente: Presentación “Embalse Zapallar, sistema Laja-Diguillín, DOH septiembre del 2015.

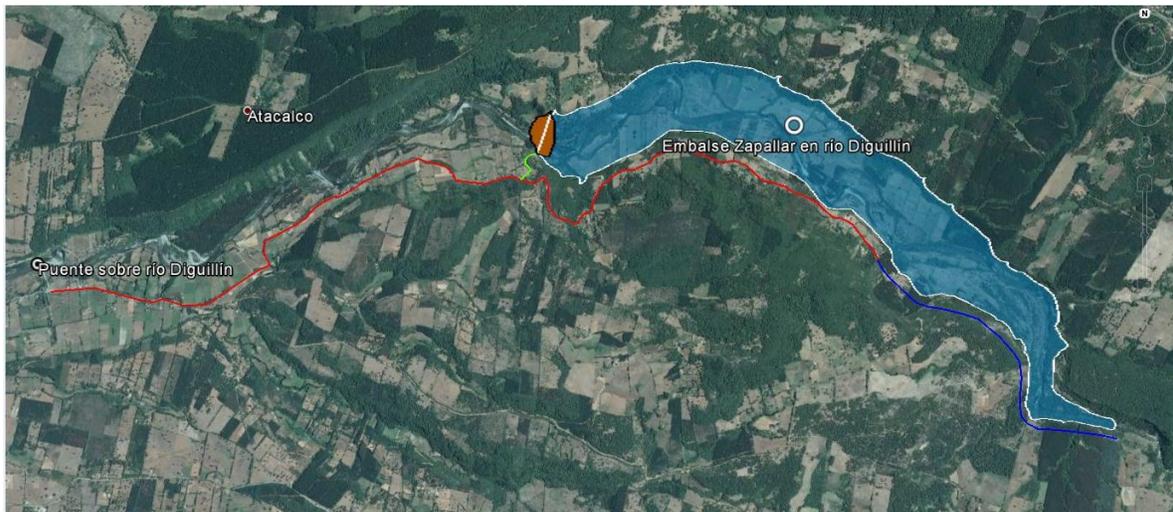


Figura 74. Área de inundación embalse Zapallar (328 ha).

El proyecto se sustenta con los derechos de agua de los regantes (derechos permanentes) y eventuales de la DOH. La DOH posee un derecho Consuntivo, eventual y discontinuo en el río Diguillín, de 100 millones $m^3/año^{-1}$, inclusive durante los meses de junio a septiembre.

Beneficios:

- El proyecto beneficiará aproximadamente a 10.000 nuevas hectáreas, con 85% de seguridad de riego en las comunas de San Ignacio y El Carmen.
- Además, se identifican otros beneficios, como: Control de crecidas y posible generación hidroeléctrica.
- Permitirá gestionar los recursos estacionales al embalsar los excedentes de la escorrentía producida en época invernal y los que se generan por deshielos, que actualmente se pierden.

Costo de construcción

El monto estimado de inversión, es de MM\$ 75.000. Esta cifra fue actualizada por la DOH en base al estudio de diseño realizado por MN Ingenieros el año 2001.

Aspectos críticos y estado actual:

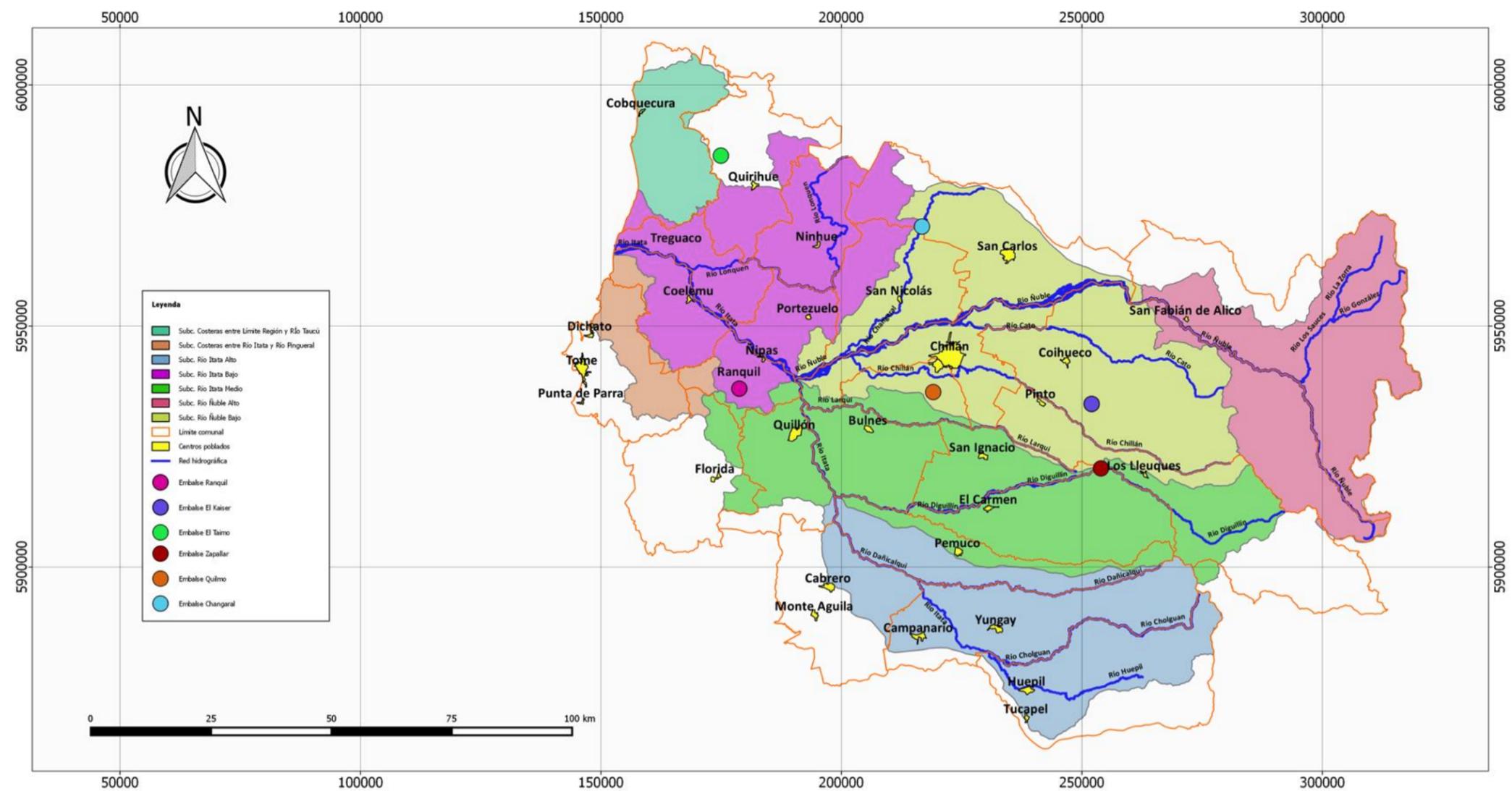
En el 2001, la DOH realizó el Estudio de Impacto Ambiental, el que concluyó lo siguiente:

- Los impactos negativos serán escasos y mitigables.
- El área de expropiación sería de 434 ha y la superficie inundada de 328 ha (50 predios de 40 propietarios).

Por la inundación se afectarían:

- Viviendas que deben ser relocalizadas.
- 2 sitios arqueológicos.
- 126 ha de bosque nativo.
- Pasarela peatonal ubicada a 3 Km aprox. aguas arriba del Muro.

Según precisó el SEREMI de Obras públicas de la región del Biobío, René Carvajal, “actualmente la Dirección de Obras Hidráulicas trabaja en la actualización de los estudios de ingeniería (incluyendo la variable hidroeléctrica y la red canales) y en la complementación del estudio de impacto ambiental, lo que debiera terminar en 2017; además, se realizará un estudio agroeconómico que debe estar terminado a mediados del 2016 (La Discusión, 2016).



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título EMBALSES EN ETAPA DE PROYECTO		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 75. Ubicación de embalses en etapa de estudio y/o proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

5.5.7.9 Distribución

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 con escaso uso de tecnología para la medición de caudal.

Para el río Diguillín las obras de distribución existentes, son marcos partidores, cajas de distribución y obras rusticas construidas por los agricultores o celadores del canal, hechas de piedras, palos y otros elementos. Se observan obras nuevas y antiguas, estas últimas presentan un evidente desgaste asociado a los movimientos de aguja (marcos partidores). Fuente de las Fotografías CYGSA Chile S.A., 2016.



Fotografía 51. Marco partidor canal matriz la Ermita.



Fotografía 52. Marco partidor en el canal la Ermita.

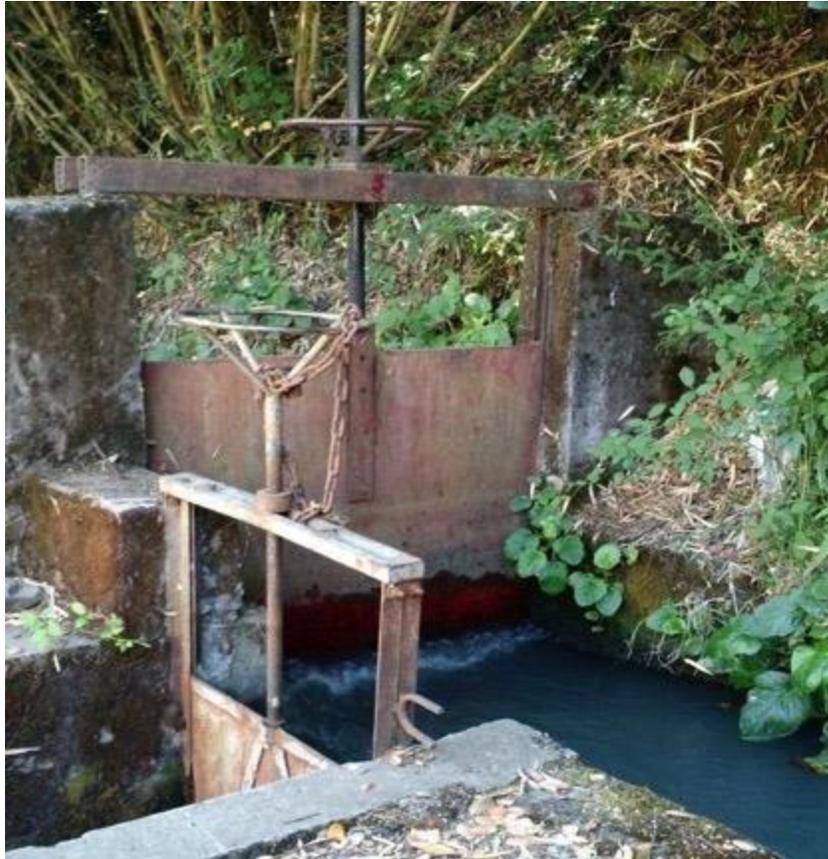


Fotografía 53. Marco partidor canal la Máquina.



Fotografía 54. Entrega lateral, canal Zañartu oriente.

Similarmente el río Chillán, las obras de distribución existentes son marcos partidores, sistema que es utilizado en la mayoría de los canales. Debido a la poca organización de los usuarios, muchos de estos comentan que existen robos de agua, el cual no pueden cuantificar debido a la inexistencia de sistemas de aforo.



Fotografía 55. Sistema de compuertas canal Ranquililahue.



Fotografía 56. Entrega canal Vargas.

En el río Ñuble las obras de distribución presentes en la mayoría de los canales matrices, son marcos partidores y cajas de distribución con sistema de compuertas metálicas. Se observan obras nuevas y antiguas que se encuentran en buen estado. Hay canales, que no cuentan con sistemas de distribución, en los que los agricultores construyen tacos de tierra, palos y piedras.



Fotografía 57. Partidor canal rinconada de Cato.



Fotografía 58. Obra de entrega canal rinconada Cato.



Fotografía 59. Marco partidor canal capilla Navarro.

Para la río Itata y para el caso particular del canal Quillón de acuerdo al estudio “Estudio de factibilidad con diseño reparación canal Quillón VIII región del Biobío” (AC Ingenieros consultores Ltda, 2004), se tiene que, sólo en algunos casos de entregas a canales derivados desde el canal matriz, y a subderivados desde los canales derivados, se cuenta con estructuras de reparto tipo marcos partidores y compuertas de regulación que permitan controlar la entrega de agua.

En la visita a terreno se registraron las Fotografía 57, Fotografía 61, Fotografía 62 que muestran compuertas, derivados y entrega a predios.



Fotografía 60. Compuerta de entrega en canal Quillón.



Fotografía 61. Derivado canal Matriz Quillón.



Fotografía 62. Sistema de compuertas en canal Quillón.

Finalmente, en la subcuenca del río Cato, y acotándonos a el canal de la luz de Cato, según lo recabado en la encuesta aplicada, este canal cuenta con sistemas de compuertas y marco partidores, de estado regular.

5.5.7.10 Tecnología y monitoreo del agua

Por otro lado, en base a consultas realizadas a los dirigentes de cada una de las Juntas de Vigilancia y administradores de canales se obtuvo que:

Río Diguillín: Actualmente según información proporcionada por la Junta de Vigilancia del río Diguillín, no existe un sistema de telemetría en los canales, solo los tramos de la obra de conducción Laja Diguillín cuenta con sistemas satelitales de medición de caudales y estaciones de aforo. En el río solo existen equipos pertenecientes a la DOH y DGA.

Los canales poseen canoas fijas tanto de madera como de hormigón, se pone especial énfasis en entregar los caudales correctos, verificando filtraciones y/o grietas en cada una de estas canoas aforadoras. Cada martes de la temporada de riego se realizan aforos con molinete, disponiendo de esta información en la página web de la Junta de Vigilancia.



Fotografía 63. Sistema de telemetría en sistema Laja Diguillín.



Fotografía 64. Canoa canal Zañartu oriente.
Fuente: (CYGSA Chile S.A., 2016)



Fotografía 65. Canoa aforadora canal Zañartu poniente.
Fuente: (CYGSA Chile S.A., 2016)



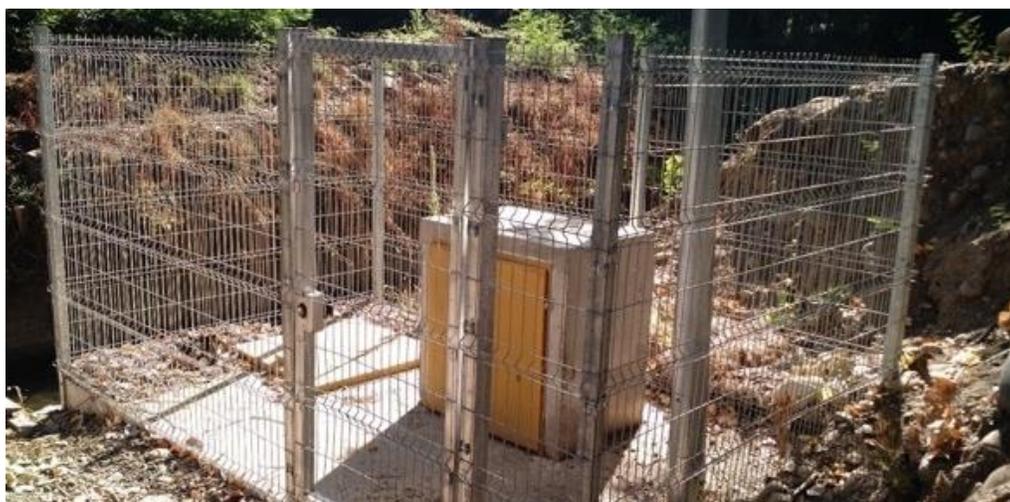
Fotografía 66. Canoa aforadora canal El Carmen.

Fuente: (CYGSA Chile S.A., 2016)

Río Chillán: No existe telemetría, el uso de la tecnología no es recomendado por un dirigente de la Junta de Vigilancia ya que argumenta el maltrato de estos equipos de parte de los visitantes a los ríos.

Para medir el caudal que se entrega a cada regante se utilizan canoas de aforo de madera de carácter móvil, estacionarias y/o provisorias, las cuales son instaladas durante la temporada de riego, para determinar las dimensiones de estas canoas se utiliza el software “H-CANALES”, y se hace en base a las acciones que el regante posee.

Río Ñuble: Según reuniones y actividades participativas organizadas por éste estudio, 5 de un universo de 35 encuestados declaran poseer telemetría en sus canales, esta tecnología ha sido incorporada de manera paulatina en canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Ñuble. Según la encuesta aplicada todos los canales presentan al menos una estructura de aforo, siendo estas estructuras de concreto.



Fotografía 67. Telemetría canal Arrau.



Fotografía 68. Estabilizador estación de telemetría.



Fotografía 69. Canoa aforadora canal ranchillo.



Fotografía 70. Telemetría canal San Agustín y Changaral.



Fotografía 71. Telemetría canal Juan Francisco Rivas.

Río Itata: Para el caso particular del canal Quillón no se evidenció la existencia de obras de aforo, de modo de verificar los caudales de operación del canal. Las mediciones de caudal se realizan a través de empresas externas que miden cuando se les solicita.

Para río Cato, específicamente para el canal de la luz de cato, las mediciones se realizaban por medios de empresas externas, recientemente la asociación adquirió un equipo de medición propio.



Fotografía 72. Canoa de aforo presente en uno de los canales de la cuenca del Itata.

5.5.7.11 Aguas subterráneas

Tal como se aborda en el punto “Disponibilidad de agua subterránea”, en la cuenca existen dos grandes estudios sobre los sistemas de aguas subterráneas. Estos estudios son los proyectos Proitata (1992) y Aquaterra (DGA, 2011). Este último considera dentro de sus productos un catastro de pozos de aguas subterráneas y la medición de niveles freáticos. Los resultados del estudio muestran que se estableció un universo de 1.337 captaciones subterráneas, de las cuales 454 están asociadas a un expediente de inspección, el cual entre sus puntos más importantes se encuentra: fecha de construcción, ubicación, caudal, profundidad, estado de derechos de agua y uso de la explotación. De los 454 expedientes el 32,8% de las explotaciones son destinadas a riego, correspondiente al 42,4% del caudal total extraído (7266 ls^{-1}) por las explotaciones catastradas.

En el estudio de Aquaterra (DGA, 2011) se estimaron los niveles freáticos a través de mediciones de profundidad de los niveles estáticos de algunos pozos. En total se midieron 203 pozos de la cuenca, con lo cual se generó un plano con sectores o zonas

comprendidas en un mismo rango de profundidades. Se destaca que un 45,8% de los pozos medidos tiene una profundidad del nivel estático menor a cinco metros. La muestra la clasificación de pozos para los rangos clasificados y la Figura 43 muestra un plano de rangos de profundidad de nivel estático de la cuenca, este plano fue generado a través del método de interpolación “Natural Neighbor”.

Tabla 78. Rangos de profundidades del nivel estático.

Rango Profundidad Nivel Estático (m)	Cantidad de Pozos	% de pozos del Total
0-5	93	45,8 %
5-10	55	27,1 %
10-25	43	21,2 %
25-50	12	5,9 %
Totales	203	100 %

El estudio Aquaterra (DGA, 2011) también evaluó el caudal extraído en los pozos. Inicialmente, se realizaron estimaciones de la recarga del acuífero del río Itata considerando probabilidades de excedencia del 20, 50 y 85% obteniendo balances hídricos y recargas al acuífero, a nivel mensual y anual. En Tabla 79 y Tabla 80 se muestra el balance global y la recarga neta al acuífero respectivamente, para una probabilidad de excedencia del 85% y la Tabla 81 muestra la recarga neta al acuífero con una probabilidad de excedencia de un 50%. Posteriormente en base al registro de derechos de agua subterráneos concedidos por la DGA (DGA, 2016), la cantidad de explotaciones destinadas a riego presente en la cuenca del Itata, es de 461, mientras que en total se extrae un caudal de 2359,7002 ls⁻¹.

Desafortunadamente no existe un estudio que informe sobre el estado de la infraestructura de bombeo, por consiguiente, para poder cuantificar y/o caracterizar el estado de las obras o equipos asociadas a pozos, se requiere un estudio específico detallado.

Tabla 79. Balance Global del Sistema probabilidad excedencia 85 % (Q en m³s⁻¹).

ÍTEM	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Entrada													
Estado inicial de embalses	10,88	10,37	10,60	10,15	10,05	10,27	9,81	9,99	9,29	8,76	9,09	7,73	0,89
Aporte Cuencas	65,98	101,10	263,86	344,09	325,24	316,79	274,15	243,84	151,89	103,26	82,37	68,11	195,68
Aportes Lluvia	15,59	83,66	140,08	109,69	88,84	45,80	17,31	4,29	0,08	0,00	0,94	1,63	42,57
Aporte Bombeo	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,68	2,37	2,93	3,67	3,73	3,65	1,43
Total	92,73	195,12	414,55	463,93	424,13	372,87	301,95	260,49	164,19	115,69	96,13	81,11	240,57
Salida													
Precip. Evapotrans. En Sectores	1,19	1,72	1,12	1,04	2,65	33,79	15,76	4,08	0,07	0,00	0,79	1,39	5,29
Evaporación Sectores	7,96	1,42	1,47	1,55	2,97	5,69	3,14	2,69	3,41	3,79	3,17	2,50	3,30
Percolación Sectores	6,96	16,39	41,69	21,73	4,31	2,49	15,65	27,80	26,87	17,81	13,71	10,68	17,18
Riego Sectores	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	10,11	20,10	19,96	13,30	10,17	7,83	7,27
Evaporación Embalses	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,14	0,11	0,09	0,06
Percolación Embalses	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09
Estado Final Embalses	10,71	10,26	10,49	10,05	9,94	10,14	9,67	9,60	8,76	8,21	8,56	7,34	0,62
Percolación Cauces	19,69	37,01	90,80	112,52	103,81	92,32	72,69	56,64	34,98	26,59	22,68	19,91	57,68
Caudal Saliente Cuenca	41,26	128,21	268,87	316,93	300,34	227,11	174,78	139,40	69,94	45,77	36,85	31,31	149,09
Total	92,73	195,12	414,55	463,93	424,13	327,87	301,95	260,49	164,19	115,69	96,13	81,11	240,57

Fuente: Estudio Aquaterra (DGA, 2011).

Tabla 80. Recarga Neta al Acuífero Probabilidad 85 % de excedencia (Q en m³s⁻¹).

ÍTEM	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Entrada													
Percolación Sectores	6,96	16,39	41,69	21,73	4,31	2,49	15,65	27,80	26,87	17,81	13,71	10,68	17,18
Percolación Embalses	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09
Percolación Cauces	19,69	37,01	90,80	112,52	103,81	92,32	72,69	56,64	34,98	26,59	22,68	19,91	57,68
Total	26,76	54,50	132,59	134,34	108,21	92,41	88,43	84,53	61,93	44,48	36,48	30,66	74,94

ÍTEM	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Salida													
Bombeo a Riego	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,68	2,37	2,93	3,67	3,73	3,65	1,43
Bombeo Agua Potable, Indust. y otros	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69
Total	6,97	6,69	6,69	6,69	6,69	6,70	7,37	9,06	9,62	10,36	10,33	10,33	8,12
Recarga Neta al Acuífero	19,79	41,81	125,90	127,65	101,52	88,21	81,06	75,47	52,31	34,12	26,06	20,33	66,82

Fuente: Estudio Aquaterra (DGA, 2011).

Tabla 81. Recarga Neta al Acuífero Probabilidad 50 % de excedencia (Q en m³s⁻¹).

ÍTEM	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Entrada													
Percolación Sectores	9,57	42,22	84,57	47,99	8,49	3,17	7,29	25,22	29,60	26,53	19,23	15,27	26,61
Percolación Embalses	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09
Percolación Cauces	37,65	107,33	191,99	211,36	179,07	147,71	121,90	96,37	59,30	38,44	32,55	27,32	104,68
Total	47,33	149,64	276,65	259,45	187,65	150,98	129,28	121,68	88,98	65,05	51,86	42,67	131,39
Salida													
Bombeo a Riego	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	1,38	2,26	2,80	3,63	3,39	1,12
Bombeo Agua Potable, Indust. y otros	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69
Total	6,75	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	6,76	8,07	8,95	6,49	10,32	10,08	7,81
Recarga Neta al Acuífero	40,58	142,96	269,96	252,76	180,96	144,29	122,52	113,61	80,03	9,49	41,54	32,59	123,58

Fuente: Estudio Aquaterra (DGA,2011).

5.5.7.12 Proyectos Energías Renovables No Convencionales

Las Energías Renovables no Convencionales (ERNC), son una alternativa limpia e inagotable, que se pueden integrar sin mayor complejidad a los actuales sistemas energéticos. El consumo energético en la agricultura es un factor importante al momento de analizar los costos de producción, es por eso que el Ministerio de Agricultura de Chile a través de la Comisión Nacional de Riego CNR y el Instituto de Desarrollo agropecuario INDAP, apoya el establecimiento y uso de las ERNC donde sea posible. Se debe entender como fuentes de energías renovables: Energía geotérmica, Energía hidroeléctrica, Energía mareomotriz, Energía eólica, Energía biomásica y Energía Solar. Siendo esta última la con mayor presencia en la cuenca.

En el marco de este plan de riego, se realizó una recopilación de todos los proyectos financiados por la CNR asociados a energías renovables no convencionales, resultando un recuento de 58 proyectos en total para la cuenca del Itata, con una inversión de 21909 UF. Paralelamente, se recopiló información de los proyectos financiados por INDAP, teniendo un recuento de 181 proyectos totales en la cuenca.

En el Anexo 11 se puede encontrar el listado tanto los proyectos CNR e INDAP.

Se visitó un proyecto de ERNC, en las cuencas costeras, las fotografías que se muestran a continuación, corresponde a un proyecto financiado por INDAP, el predio pertenece a un agricultor de PRODESAL, a quien se le financió un proyecto de riego por aspersión para praderas.



Fotografía 73. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.



Fotografía 74. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.



Fotografía 75. Proyecto ERNC sector los Maquis Bajos.

5.5.7.13 Análisis general de la infraestructura y 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, bocatomas, sistemas de acumulación mayores y menores, métodos de distribución, tecnología y monitoreo del agua, aguas subterráneas y energías no convencionales.

La infraestructura de canales de riego existente en la cuenca de Itata ha sido construida en su mayoría por particulares, solo el canal Quillón, el canal matriz perteneciente al Embalse Coihueco, el canal Perquilauquén Ñiquén y el canal Laja Diguillín corresponden a obras del tipo estatal.

Los canales construidos por particulares mayoritariamente son excavaciones de tierra, con revestimientos parciales y muchas veces con problemas de diseño hidráulico, presentando en algunos tramos pérdidas por infiltración. En general la cuenca del Itata cuenta con obras de arte antiguas, por lo cual se requiere una renovación. En el caso particular del río Diguillín, según lo informado por la Junta de Vigilancia y por los administradores de canales, declaran que muchos de estos canales luego de la puesta en marcha del sistema Laja Diguillín comenzaron a colapsar, presentando desbordes en muchos de sus tramos. Actualmente transportan caudales mayores que para los que fueron “diseñados”. Debido a esto se requiere realizar una reestructuración de muchos de estos canales, modificando su sección adecuándose al caudal que se les designa. Del estado actual de los canales, mayor certidumbre existe en los canales asociados a la Junta de Vigilancia del río Diguillín. En otros ríos principales de la cuenca (Ñuble, Chillán, Cato) la caracterización de la situación actual no existe con ese nivel de detalle. Las actividades de participación ciudadana mostraron que las pérdidas por conducción en canales están dentro de las principales problemáticas identificadas. Probablemente cuantificar mediante un estudio las pérdidas por infiltración en canales para toda la cuenca del Itata, permitirá poseer información base para una priorización técnica del revestimiento de canales. La distribución típica de agua es realizada con celadores, estos normalmente manifiestan requerimientos de capacitación técnica constante para una mejor gestión del recurso hídrico. En su mayoría la distribución del agua se realiza mediante marco partidores y sistemas de turnos. Los caudales se miden principalmente con canoas de aforo construidas de hormigón o madera. Sin embargo y en general para toda la cuenca los sistemas de monitoreo de los canales son casi inexistentes, solo algunos canalistas del río Ñuble declaran poseer sistemas de telemetría.

Respecto a las bocatomas son en su mayoría rústicas, de carácter temporal y construidas principalmente por piedras, plástico y madera, estas construcciones son hechas a mano y en los canales más grandes con maquinaria utilizando material proveniente del río. En general existe una gran concentración en el valle central en las subcuencas definidas como Itata Medio y Ñuble Bajo. Existen algunas bocatomas definitivas pero son claramente un número menor al compararlos con el total de bocatomas existentes en la cuenca. Probablemente el costo que involucra obras definitivas en ríos con caudales importantes en invierno ha provocado esta situación. La información existente más detallada de

bocatomas en la cuenca corresponde a los ríos Diguillín y el río Chillán con estudios más recientes, menor información hay en los otros ríos principales de la cuenca (Ñuble, Cato, Itata). Las obras de captación normalmente son la principal problemática identificada por los usuarios de agua en las actividades de participación ciudadana. Se evidencia la necesidad de un estudio de diseño de bocatomas definitivas en la cuenca donde se incluyan todas las obras hidráulicas, las obras de captación a los canales, obras de descarga y el monitoreo de los caudales entrantes.

El análisis del estado actual de canales y bocatomas de la cuenca muestra que en su mayoría son obras precarias que requieren 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.

En cuanto a grandes y pequeños embalses, actualmente existen dos obras menores de acumulación de aguas, embalse Coihueco y Tucapel, los cuales sufrieron daños para el terremoto, sin embargo, se encuentran operativos a la fecha. La mayor iniciativa que se encuentra ya en curso es la del proyecto Embalse Punilla, con el que se beneficiarán sectores de riego de las comunas de San Carlos, Chillán, Ñiquén, San Nicolás, Coihueco y San Fabián de Alico. Este año se encuentra en proceso de licitación para terminar sus obras de construcción en el año 2023. Por otro lado, existen cinco iniciativas en obras menores de acumulación: embalse el Káiser, Changaral, El Taimo, Ránquil y Quilmo, y una sexta obra perteneciente al sistema Laja Diguillín “Embalse Zapallar”.

En general para la cuenca el funcionamiento administrativo de la infraestructura de riego extrapredial es deficiente, sólo tres cauces naturales cuentan Junta de Vigilancia conformada siendo éstos el río Ñuble, Diguillín y Chillán, mientras que el río Cato está en proceso de formación. Es evidente la necesidad de programas de fortalecimiento a las organizaciones de usuarios de agua, no sólo en aspectos de gestión sino también en temáticas técnicas. Es importante destacar la necesidad de iniciativas de capacitación y extensión destinada a los regantes.

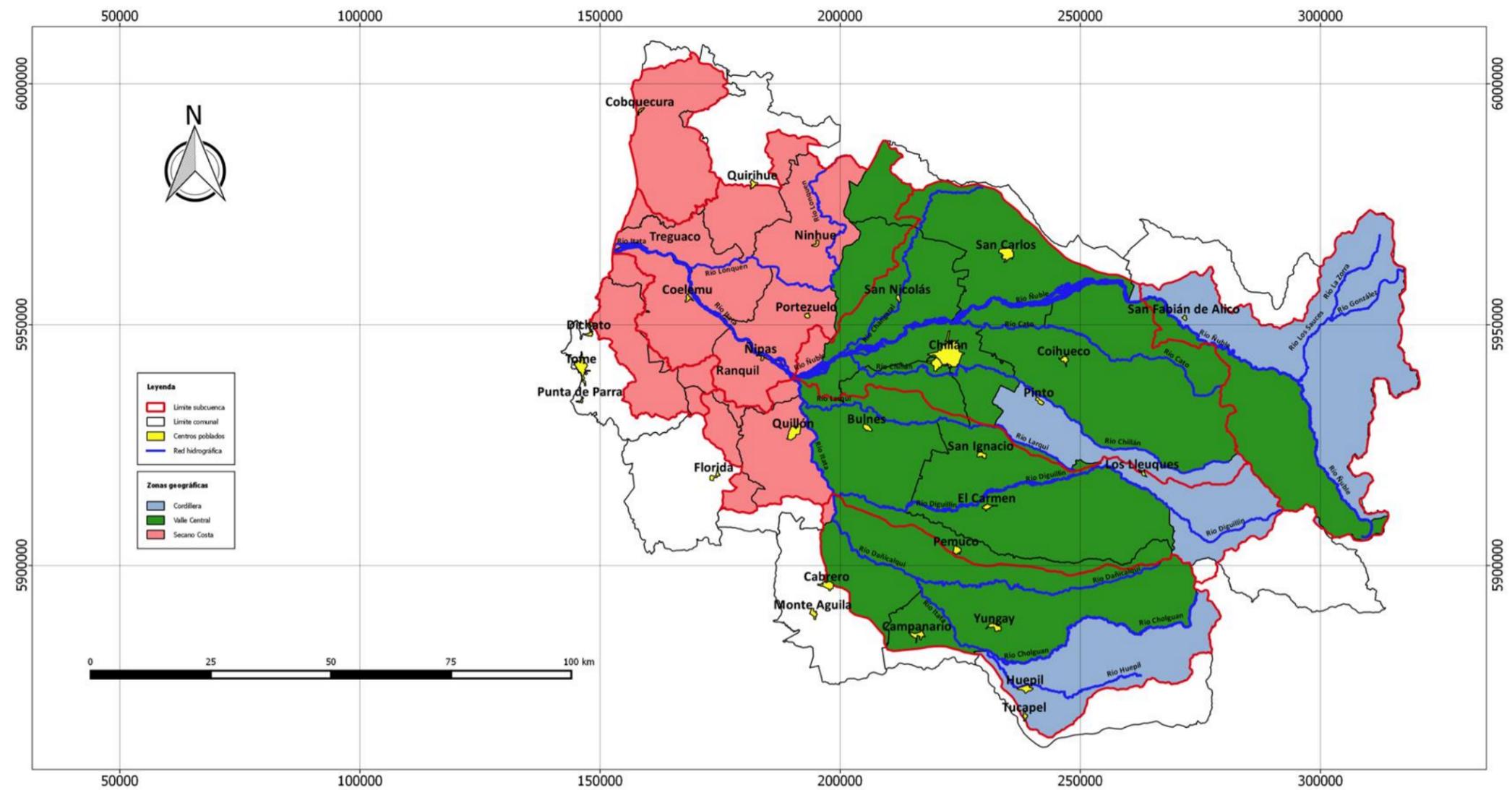
En general la caracterización de la infraestructura de riego extrapredial muestra la necesidad de materializar las iniciativas de acumulación y la implementación y/o renovación de las obras hidráulicas de distribución y captación de aguas. Mejoras en las capacidades para generar una mejor gestión del agua son claves, capacitación y actividades de extensión asociadas al riego son aspectos relevantes para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos de riego.

5.5.8 Características y análisis de producción agropecuaria y sus proyecciones de desarrollo

La recopilación de la información se hizo a partir del Censo Agropecuario (Instituto Nacional de Estadísticas, 2007). Se revisaron 143 distritos censales, en concordancia con los límites de las siete subcuencas en que se dividió el territorio de la cuenca del Itata. Cuando un distrito censal comprendía el territorio de dos subcuencas o una parte está

fuera de los límites analizados, se realizó un análisis paralelo con imágenes satelitales, visitas a terreno y conocimiento de la zona para asignar superficies y cultivos.

Adicionalmente, se utilizaron datos desagregados a nivel de comuna provenientes del Catastro Frutícola (Centro de Información de Recursos Naturales, 2012) y de características de estructuras de las propiedades agrícola forestal, edad y nivel educacional de los propietarios (Instituto Nacional de Estadísticas, 2007). Además, se consideraron las 24 comunas que son parte del presente estudio de la cuenca del Itata y, para fines de presentación y análisis de la información, se agruparon en tres zonas geográficas (Figura 76): San Fabián, Pinto, Tucapel (Cordillera); Coihueco, El Carmen, San Ignacio, Pemuco, Yungay, San Nicolás, San Carlos, Chillán, Chillán Viejo, Bulnes, Cabrero (Valle Central); y Ninhue, Portezuelo, Quillón, Ránquil, Florida, Coelemu, Tomé, Treguaco, Cobquecura y Quirihue (Secano Costa).



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título ZONAS GEOGRÁFICAS DEL TERRITORIO		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.		Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno

Figura 76. Zonas geográficas del territorio.

Fuente: Elaboración propia.

5.5.8.1 Características del agricultor

El tamaño de las propiedades agrícola forestal y su relación con la edad del agricultor y nivel educacional se sintetizan en las Tabla 82 y Tabla 83. Destacan en este análisis la gran subdivisión de las explotaciones agrícolas, en donde un 52% de las propiedades están bajo las cinco hectáreas físicas y un 92% son menores a 50 ha. Así mismo, el bajo nivel educacional de los productores se refleja en el hecho que un 72% de ellos posee 8 años o menos de instrucción educacional, mientras que sólo un 7% posee educación universitaria o superior.

En el análisis los grupos etarios, un 15% de los productores son menores de 40 años, un 44% entre 41 y 60 años, un 22% entre 61 y 70 años y un 18% mayor de 71 años de edad. Lo anterior indica que los productores agrícolas tienden a ser predominantemente adultos mayores.

Tabla 82. Caracterización de rangos de tamaños de explotación agrícola forestal y nivel educacional de los propietarios de 24 comunas del territorio*.

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	Total General
Sin tierra	3	35	19	3	2	62
0,1 a 4,9	1.245	11.549	2.654	408	615	16.471
5 a 9,9	327	3.335	850	158	284	4.954
10 a 19,9	244	2.769	780	167	316	4.276
20 a 49,9	235	1.998	769	152	448	3.602
50 a 99,9	76	573	323	101	244	1.317
100 a 499,9	32	258	243	64	295	892
500 a 999,9	1	14	17	8	21	61
1.000 y más	1	5	12	3	19	40
Total General	2.164	20.536	5.667	1.064	2.244	31.675

*Censo Agropecuario 2007.

Tabla 83. Caracterización de rangos de edad del productor agrícola forestal y nivel educacional de 24 comunas del territorio*.

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	Total General
18 - 21	0	39	83	5	17	144
22 - 25	1	86	108	17	44	256
26 - 30	5	343	224	56	84	712
31 - 35	8	665	481	94	139	1.387
36 - 40	22	1.343	638	122	146	2.271
41 - 45	39	1.829	703	125	182	2.878
46 - 50	55	2.351	893	122	260	3.681

Rangos de edad del productor (años)	Ninguna	Básica o Preparatoria	Media o Humanidades	Técnica	Superior (Universitaria)	Total General
51 - 55	99	2.341	707	95	335	3.577
56 - 60	196	2.684	496	131	345	3.852
61 - 65	337	2.496	472	109	254	3.668
66 - 70	397	2.230	364	79	198	3.268
71 - 75	354	1.687	222	58	105	2.426
76 y más	646	2.329	261	48	126	3.410
Sin Información	5	113	15	3	9	145
Total General	2.164	20.536	5.667	1.064	2.244	31.675

* Censo Agropecuario 2007.

Al zonificar las comunas de la cuenca en tres zonas geográficas (Cordillera, Valle Central y Secano Costa) se observa que, dentro de cada zona geográfica, el porcentaje de propietarios con superficies menores a cinco hectáreas es semejante entre ellas (47% a 52%), al igual que si se analiza el número de propietarios con superficies inferiores a las 50 ha (92% en promedio), o superficies mayores a 100 ha (3,5% a 2,7%). Lo anterior indicaría que la subdivisión agrícola se presente de igual modo en las tres zonas geográficas (Tabla 84).

Tabla 84. Rango de tamaño de la explotación agrícola forestal y número de propietarios para tres zonas geográficas de 24 comunas del territorio*.

Rango (ha)	Cordillera	Valle Central	Secano Costa
Sin Tierra	19	23	20
0,1 a 4,9	1.333	9.165	5.973
5 a 9,9	494	2.600	1.860
10 a 19,9	383	2.275	1.618
20 a 49,9	357	2.065	1.180
50 a 99,9	131	754	432
100 a 499,9	74	523	295
500 a 999,9	10	43	8
1000 y más	17	20	3
Total General	2.818	17.468	11.389

*Censo Agropecuario 2007.

La proporción de agricultores menores de 40 años de edad es de un 14% para las zonas geográficas Cordillera y Secano Costa, mientras que en el Valle Central es de un 16%. En el rango etario de 41 a 60 años, Cordillera posee el menor valor con un 42%, mientras que Secano Costero tiene el mayor valor de las tres zonas geográficas, con un 45%. Para el grupo etario de 61 a 70 años, el rango varía entre un 21% y 22%. Similar situación de igualdad (18 a 19%) se observa para las tres zonas geográficas en los mayores de 70 años.

Estos resultados indicarían condiciones semejantes en cuanto a la distribución de edad entre los propietarios de la cuenca del Itata, donde la ubicación geográfica no entrega características diferenciadoras en este aspecto (Tabla 85).

Tabla 85. Rango de edad del productor agrícola forestal y número de propietarios para tres sectores geográficos de 24 comunas del territorio*.

Rango de edad productor (años)	Cordillera	Valle Central	Secano Costa
18-21	7	84	53
22-25	26	158	72
26-30	61	437	214
31-35	112	833	442
36-40	198	1.299	774
41-45	222	1.638	1.018
46-50	340	1.946	1.395
51-55	296	1.994	1.287
56-60	366	2.086	1.400
61-65	335	2.016	1.317
66-70	305	1.718	1.245
71-75	229	1.322	875
75 y más	296	1.825	1.289
Sin información	25	112	8
Total General	2.818	17.468	11.389

*Censo Agropecuario 2007.

La superficie agrícola forestal que posee cada propietario es mayor en la zona geográfica Cordillera en comparación a las otras dos zonas geográficas, que son prácticamente iguales entre sí. Sin embargo, al considerar sólo la superficie regada, cada propietario en el Valle Central posee en promedio una superficie claramente mayor. Así mismo, destaca el bajo acceso a agua de riego en la zona Secano Costa, donde cada propietario dispone en promedio de 0,2 ha regadas (Tabla 86).

Tabla 86. Superficie agrícolas forestal, superficie de riego, agrícolas forestales por propietario y hectáreas de riego por propietario para tres sectores geográficos de 24 comunas del territorio.

	Cordillera	Valle Central	Secano Costa
Superficie agrícola-forestal (ha)	134.623	479.546	288.323
Superficie agrícola con riego (ha)	2.359	76.998	1.980
N° ha agrícola-forestal/propietario	47,8	27,5	25,3
N° ha riego/propietario	0,8	4,4	0,2

5.5.8.2 Rubro (tipos de cultivos y su distribución)

El territorio del Itata comprende un total de 486.923 ha de uso agrícola, de las cuales 77.948 ha son regadas. La mayor superficie agrícola y de riego corresponde a la subcuenca Ñuble Bajo, seguido por Itata Medio, siendo ambas partes del Valle Central. Estas dos subcuencas abarcan 279.061 ha agrícolas (57% del total) con 72.258 ha regadas (93% del total bajo riego).

Acorde al Censo Agropecuario de 2007, los principales cultivos de la cuenca del Itata y superficie en hectáreas, serían los siguientes (Tabla 87):

Tabla 87. Principales cultivos del territorio, superficie y porcentaje del total de la superficie agrícola.

Cultivo	Superficie(ha)	% Total
Praderas Naturales	263.844	54,2
Trigo	43.752	9,0
Pradera Mejorada	26.748	5,5
Otros Cereales	20.126	4,1
Pradera Permanente	19.010	3,9
Viñas	11.596	2,4
Pradera Anual	10.603	2,2
Remolacha	8.011	1,6
Frutales Mayores y Menores	6.694	1,4
Maíz	5.920	1,2
Hortalizas	5.780	1,2
Papas	4.002	0,8
Legumbres	2.783	0,6
Semilleros y Viveros	1.260	0,3

La agricultura de la cuenca del Itata corresponde a una zona de transición de la agricultura tradicional a una de uso más intensivo del suelo. Los cultivos extensivos (praderas y cereales) son el fuerte de la explotación agrícola; sin embargo, la presencia de viñas, remolacha, frutales mayores y menores, maíz, hortalizas y otros como semilleros y viveros de diferentes especies agrícolas, caracterizan un variado potencial de desarrollo agrícola que se manifiesta, principalmente, en la zona intermedia del Valle Central: subcuencas Ñuble Bajo e Itata Medio.

Las praderas naturales representan un 54% de la superficie agrícola de la cuenca. Si se consideran todos los tipos de praderas (naturales, mejoradas, permanentes y anuales), éstas alcanzarían el 66% de uso del suelo agrícola. Por otra parte, el trigo y otros cereales totalizan 63.878 ha, abarcando un 13% de la superficie agrícola del territorio. Un detalle de los principales cultivos de las siete subcuencas se muestra en la Tabla 88.

Tabla 88. Subcuencas del territorio, superficie agrícola y de riego principales cultivos ordenados por superficie*.

Subcuenca	Sup. agrícola	Sup. riego	Principales cultivos* (ha)							
	(ha)	(ha)								
Ñuble Alto	46.402	445	45.428 (Prad.Nat.)	245 (Prad.Mej.)	166 (Prad.Perm.)	149 (Trigo)	148 (Barbecho)	83 (Otros Cer.)	48 (Prad.Anual)	64 (Frut.M.y M.)
Ñuble Bajo	160.692	51.899	72.301 (Prad.Nat.)	16.291 (Prad.Mej.)	15.587 (Trigo)	12.003 (Barbecho)	10.842 (Prad.Perm.)	5.834 (Otros Cer.)	4.954 (Prad.Anual)	4.938 (Remolacha)
			4.518 (Frut.M.yM)	3.809 (Hortalizas)	3.674 (Maíz)	2.260 (Viñas)	1.655 (Legumbres)	517 (Semillero)		
Itata Alto	59.638	3.633	24.952 (Prad.Nat.)	8.916 (Trigo)	6.449 (Otros.Cer.)	5.423 (Barbecho)	4.585 (Prad.Mej.)	1.973 (Prad.Per.)	1.425 (Prad.Anual)	985 (Raps)
			432 (Remolacha)	360 (Hortalizas)	340 (Frut.M y M.)	205 (Maíz)	204 (Viñas)	124 (Achicoria)	121 (Legumbres)	
Itata Medio	118.369	20.359	62.199 (Prad.Nat.)	15.419 (Trigo)	6.878 (Otros.Cer.)	6.565 (Barbecho)	4.957 (Prad.Perm.)	4.470 (Prad.Mej.)	3.653 (Prad.Anual)	2.626 (Remolacha)
			2.319 (Papas)	2.075 (Viñas)	1.855 (Maíz)	1.250 (Hortalizas)	1.209 (Frut.M y M)	837 (Raps)	656 (Semillero)	368 (Legumbres)
Itata Bajo	86.741	1.125	51.424 (Prad.Nat.)	12.217 (Barbecho)	7.194 (Viñas)	2.919 (Trigo)	1.013 (Prad.Mej.)	620 (Prad.Perm.)	607 (Otros Cer.)	496 (Legumbres)
			492 (Frut. M y M)	416 (Prad.Anual)	359 (Papas)	287 (Hortalizas)	181 (Maíz)			
Costera Cobquecura	9.580	256	5.084 (Prad.Nat.)	2.248 (Barbecho)	666 (Papas)	572 (Trigo)	399 (Prad.Perm.)	225 (Otros Cer.)	74 (Prad.Mej.)	42 (Prad.Anual)
Costera Tomé	5.501	231	2.456 (Prad.Nat.)	1.740 (Barbecho)	460 (Viñas)	272 (Papas)	190 (Trigo)	70 (Prad.Mej.)	65 (Prad.Anual)	59 (Legumbres)
			50 (Otros. Cer.)	42 (Prad.Perm.)						
Total	486.923	77.948								

(Prad.,pradera; Nat., natural; Mej., mejorada; Perm., permanente; Cer., cereales; Frut.M.M., frutales menores y mayores)

* Datos generados a partir de los 143 distritos censales del territorio, del Censo Agropecuario 2007.

El porcentaje mayoritario de uso del suelo en praderas se corresponde con la masa ganadera existente en la cuenca del Itata (Tabla 89).

Tabla 89. Masa ganadera en el territorio*.

Subcuencas	Bovino	Ovino	Caprino	Caballares	Cerdo	Aves
Ñuble Alto	3.915	4.801	8.944	710	763	7.453
Ñuble Bajo	79.328	23.498	4.896	10.695	84.611	418.138
Itata Alto	19.398	20.633	3.489	2.943	6.551	47.967
Itata Medio	43.685	34.373	7.031	7.381	36.349	252.969
Itata Bajo	12.164	17.684	2.257	4.267	2.608	81.905
Costera Cobquecura	2.991	628	158	326	883	11.666
Costera Tomé	2.911	220	90	432	764	93.697
Total	164.392	101.837	26.865	26.754	132.529	913.795

* Censo Agropecuario 2007.

La presencia de bovinos se relaciona con la producción de leche para entrega a plantas y producción de quesos y carne en las subcuencas insertas en el Valle Central (Ñuble Bajo, Itata Alto e Itata Medio), mientras que en las subcuencas Costeras (Cobquecura y Tomé), un porcentaje importante de los bovinos (25%) corresponde a bueyes, que son utilizados como fuerza de trabajo.

Los ovinos están asociados principalmente a pequeños agricultores, orientados a la producción de carne y, en menor medida, a lana. La producción caprina es sustentada mayoritariamente por pequeños agricultores, y está orientada a carne y leche de quesería. Los caballares están orientados a uso y manejo del ganado y/o fuerza de trabajo, además de fines deportivos. La producción de cerdos está generada por parte de grandes planteles a la producción de carne y venta a la industria de cecinas, y hay presente en forma significativa producción de autoconsumo. Finalmente, la producción de planteles avícolas se relaciona básicamente con aves de postura, existiendo también un número significativo de aves de corral de autoconsumo.

El desarrollo de la fruticultura se puede observar al comparar las 6.694 ha de frutales censadas el 2.007 y las 7.075 ha registradas en el Catastro Frutícola de 2012 (Tabla 90). El Valle Central de la cuenca del Itata registra la mayor superficie y variedad frutícola, destacándose a nivel de cuenca, por tamaño de superficie, plantaciones de arándano, cerezo, frambuesa, manzano, kiwi, nogal y castaño. Así mismo, resalta la presencia de nuevos frutales tales como avellano, moras cultivadas, nogal y olivos.

Tabla 90. Superficie de frutales mayores y menores para tres sectores geográficos del territorio.

Frutales	Cordillera (ha)	Valle Central (ha)	Secano Costa (ha)	Total (ha)
Almendro	-	0,3	7,5	7,8
Arándano americano	132,6	1 797,4	166,8	2.096,8
Avellano	19,0	163,2	-	182,2
Caqui	-	5,0	-	5,0
Castaño	33,5	267,4	-	300,9
Cerezo	61,1	570,9	477,4	1.109,4

Frutales	Cordillera (ha)	Valle Central (ha)	Secano Costa (ha)	Total (ha)
Ciruelo europeo	-	65,3	0,1	65,4
Higuera	-	1,0	0,5	1,5
Durazno	-	0,6	0,6	1,2
Frambuesa	87,6	911,8	9,7	1.009,1
Granada	-	56,2	-	56,2
Guindo agrio	-	1,8	6,2	8,0
Hardy kiwi o Baby kiwi	-	7,1	-	7,1
kiwi	8,4	511,0	1,9	521,3
Limonero	-	-	0,1	0,1
Manzano rojo	37,0	740,9	1,4	779,3
Manzano verde	3,6	85,1	1,2	89,9
Membrillo	-	1,9	0,1	2,0
Moras cultiv. e híbridas	3,9	95,7	1,0	100,6
Mosqueta	-	64,0	-	64,0
Murtilla	-	7,4	-	7,4
Nectarino	-	1,5	0,3	1,8
Níspero	-	-	0,5	0,5
Nogal	-	358,6	70,8	429,4
Olivo	-	44,3	57,7	102,0
Palto	-	21,7	18,1	39,8
Papayo	-	-	0,2	0,2
Peral	-	37,6	-	37,6
Peral asiático	-	37,1	-	37,1
Zarzaparrilla roja	-	10,7	-	10,7
Zarzaparrilla negra	0,4	0,2	-	0,2
Total	387,1	5.865,6	822,1	7.074,8

*Fuente: Catastro Frutícola 2012.

5.5.8.3 Sistemas de riego

El riego en la cuenca del Itata se caracteriza por el uso extendido del riego tradicional o tendido, que consiste en la aplicación de grandes volúmenes de agua aplicados gravitacionalmente en terreno. Esto se traduce en bajas eficiencias de aplicación dado el escaso control del agua por parte del regador, las irregularidades del terreno, problemas de microrelieve, suelos con alta velocidad de infiltración y pendientes excesivas. Esta tradición, proveniente del riego de grandes superficies de praderas y cultivos extensivos, ha cambiado en los últimos años con la incorporación de nuevos cultivos, problemas de disponibilidad de mano de obra e introducción de métodos de riego tecnificados.

El riego se ha desarrollado principalmente en la depresión intermedia entre la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, y corresponde a la fase sur del Valle Central de Chile. La presencia de los ríos Ñuble, Cato, Chillán, Diguillín e Itata, junto al embalse Coihueco y el canal Laja Diguillín, conforman las principales fuentes de abastecimiento de agua de riego 78.250 ha regadas en la cuenca del Itata. Sin embargo, esta superficie bajo riego representa sólo un 16% del total de la superficie agrícola del territorio.

5.5.8.4 Distribución de la Superficie Bajo Riego

Un análisis de los cultivos regados (Tabla 91), indica que las praderas permanentes suman la mayor superficie regada de la cuenca, seguida por el trigo y cultivos industriales (remolacha, achicoria, raps y otros). Destaca la presencia de frutales mayores y menores y hortalizas, que sumados dan 12.528 ha (16.1% del total regado).

Tabla 91. Principales cultivos regados en el territorio, superficie y porcentaje total de la superficie agrícola regada.

Cultivo	Superficie (ha)	% Total regado
Praderas Permanentes	19.082	24,5
Trigo	12.708	16,3
Cultivos Industriales	9.478	12,2
Frutales Mayores y Menores	6.703	8,6
Hortalizas	5.825	7,5
Otros Cereales	5.485	7,0
Maíz	5.414	6,9
Pradera Anual	4.780	6,1
Papas	2.163	2,8

Las subcuencas Ñuble Bajo e Itata Medio concentran la mayor superficie regada (72.258 ha), lo que representa el 92,7% del total regado de la cuenca del Itata (Tabla 92). Por otra parte, las menores superficies bajo riego se encuentran en las subcuencas Costeras Cobquecura y Tomé, Ñuble Alto e Itata Bajo. Estas cuatro subcuencas se caracterizan por suelos de lomaje a pendientes altas, topografía ondulada a quebrada y difícil acceso a fuentes de agua.

El que un 30,6% de la superficie informada como de riego esta conformada por praderas, permite caracterizar el uso y manejo del agua en la cuenca. Asimismo, destaca la gran participación del trigo entre los cultivos regados, lo cual se puede explicar como parte de una estrategia de manejo del agua de riego por parte de los agricultores, al ser este recurso abundante en primavera, coincidente con las mayores necesidades del cultivo y con el fuerte estiaje en los ríos una vez que el trigo ya está en madurez fisiológica. Así mismo, el ítem Otros Cereales considera la presencia de 1.920 hectáreas de arroz, concentradas mayoritariamente en la parte norte de la subcuenca Ñuble Bajo.

Un detalle de la superficie totales y de riego para el territorio y para cada una de las subcuencas se presentan desde la Figura 77 a la Figura 84.

Tabla 92. Subcuencas del territorio, superficie agrícola y de riego, % de superficie agrícola bajo riego, y principales cultivos regados ordenados por superficie*.

Subcuenca	Superficie agrícola (ha)	Superficie riego (ha)	% Superficie de riego	Principales cultivos regados* (ha)								
Ñuble Alto	46.402	445	1,0	117 (Prad.Perm.)	63 (Frut.M.yM.)	41 (Hortalizas)	40 (Trigo)	22 (Otros Cer.)	10 (Papas)	9 (Prad.Anuar)	7 (Legumbres)	7 (Maíz)
Ñuble Bajo	160.692	51.899	32,3	9.765 (Prad.Perm.)	9.966 (Trigo)	5.685 (Cult.Indu.)	4.518 (Frut.M.yM.)	4.335 (Otros Cer.)	3.809 (Hortalizas)	3.490 (Maíz)	1.776 (Prad.Anuar)	1.199 (Legumbres)
Itata Alto	59.638	3.633	6,1	963 (Prad.Perm.)	740 (Cult.Indu.)	588 (Prad.Anuar)	360 (Hortalizas)	340 (Frut.M.yM.)	249 (Trigo)	192 (Maíz)	59 (Viñas)	59 (Legumbres)
Itata Medio	118.369	20.359	17,2	3.891 (Prad.Perm.)	3.018 (Cult.Indu.)	2.323 (Trigo)	2.270 (Prad.Anuar)	1.732 (Maíz)	1.708 (Papas)	1.230 (Hortalizas)	1.209 (Frut.M.yM.)	1.108 (Otros Cer.)
Itata Bajo	86.741	1.125	1,3	492 (Frut.M.yM.)	287 (Hortalizas)	208 (Prad.Perm.)	122 (Prad.Anuar)	104 (Trigo)	61 (Papas)	16 (Cult.Indu.)	14 (Otros Cer.)	9 (Legumbres)
Costera Cobquecura	9.580	256	2,7	115 (Prad.Perm.)	34 (Frut.M.yM.)	20 (Papas)	12 (Trigo)	3 (Otros Cer.)	3 (Hortalizas)	1 (Frejol)		
Costera Tomé	5.501	231	4,2	50 (Hortalizas)	86 (Papas)	37 (Frut.M.yM.)	31 (Prad.Perm.)	19 (Legumbres)	15 (Prad.Anuar)	14 (Trigo)	6 (Otros Cer.)	2 (Flores)
Total	486.923	77.948	16,0									

(Prad., pradera; Perm., permanente; Cer., cereales; Frut.M.yM., frutales menores y mayores; Cult.Indu., cultivos industriales (remolacha, achicoria, otros))

*Datos generados a partir de los 143 distritos censales de la cuenca del Itata, del Censo Agropecuario 2007.

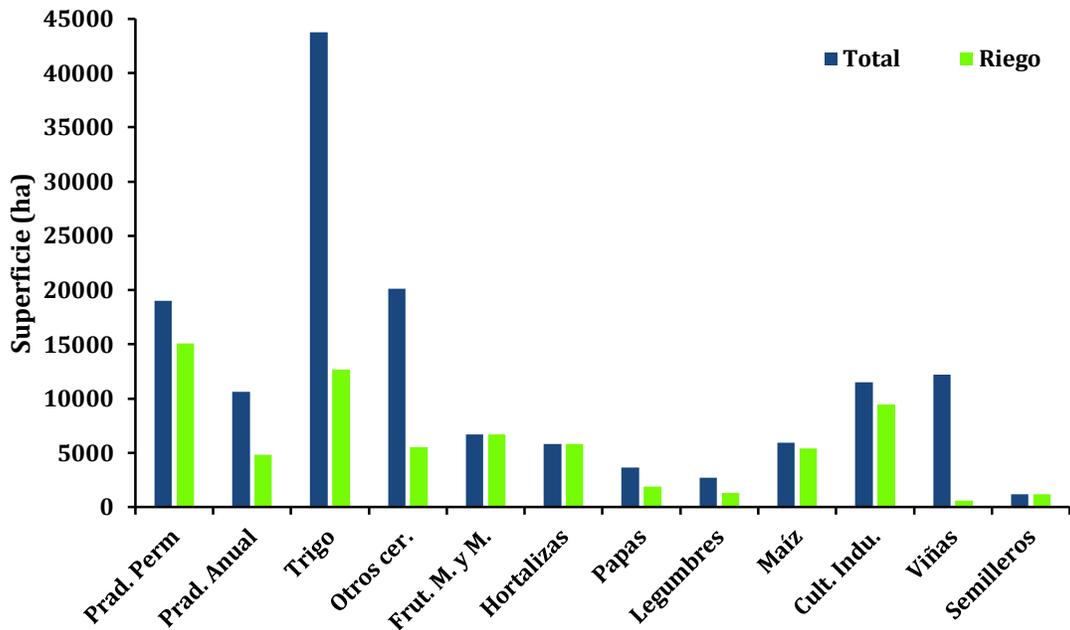


Figura 77. Principales cultivos del territorio: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

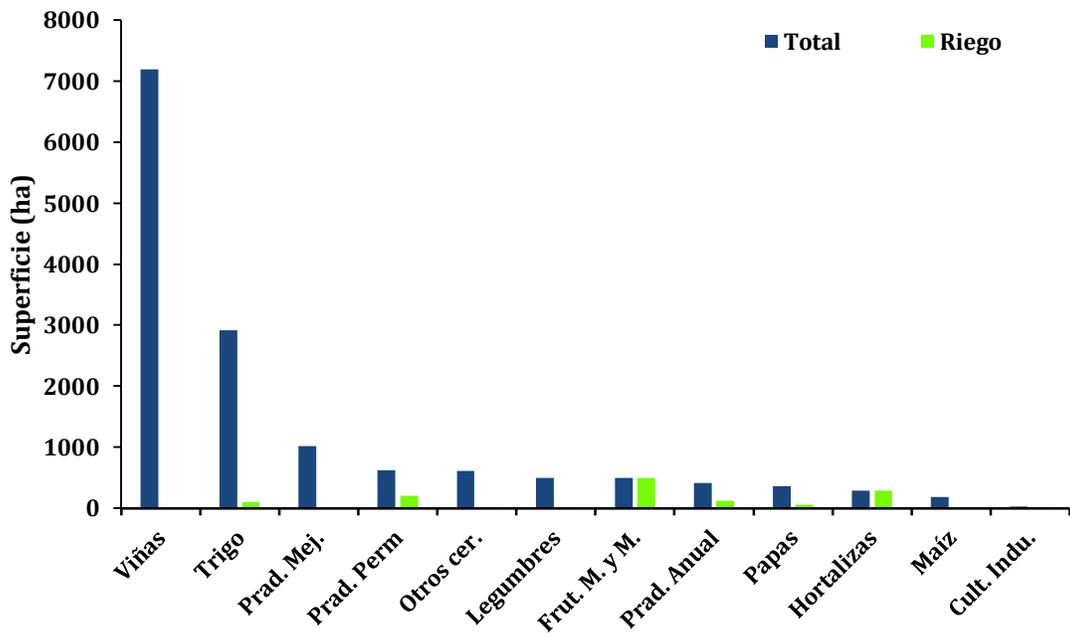


Figura 78. Principales cultivos subcuenca Itata Bajo: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

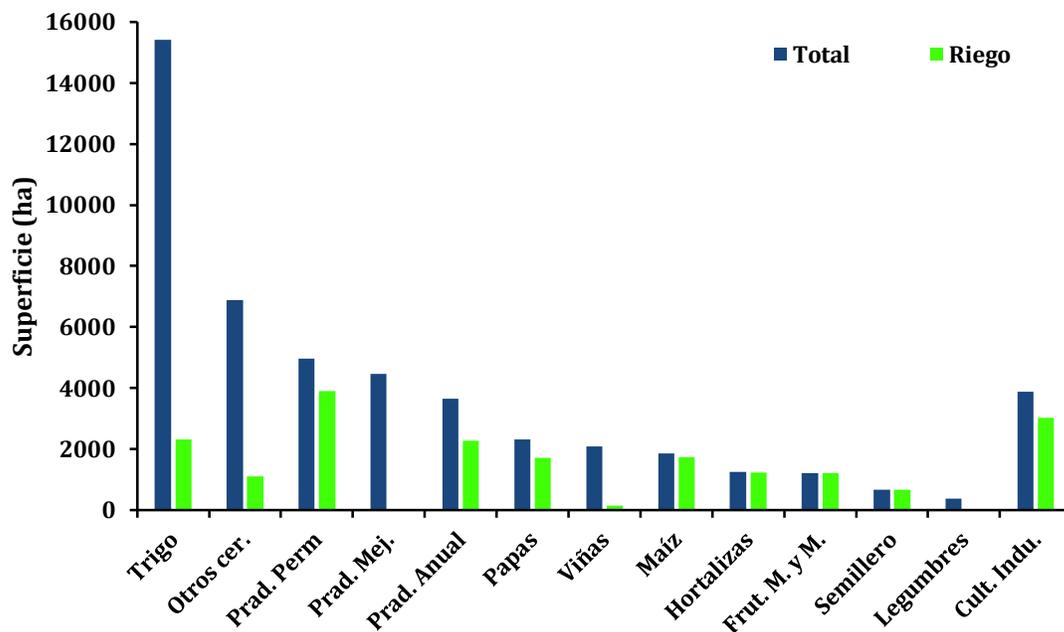


Figura 79. Principales cultivos subcuenca Itata Medio: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

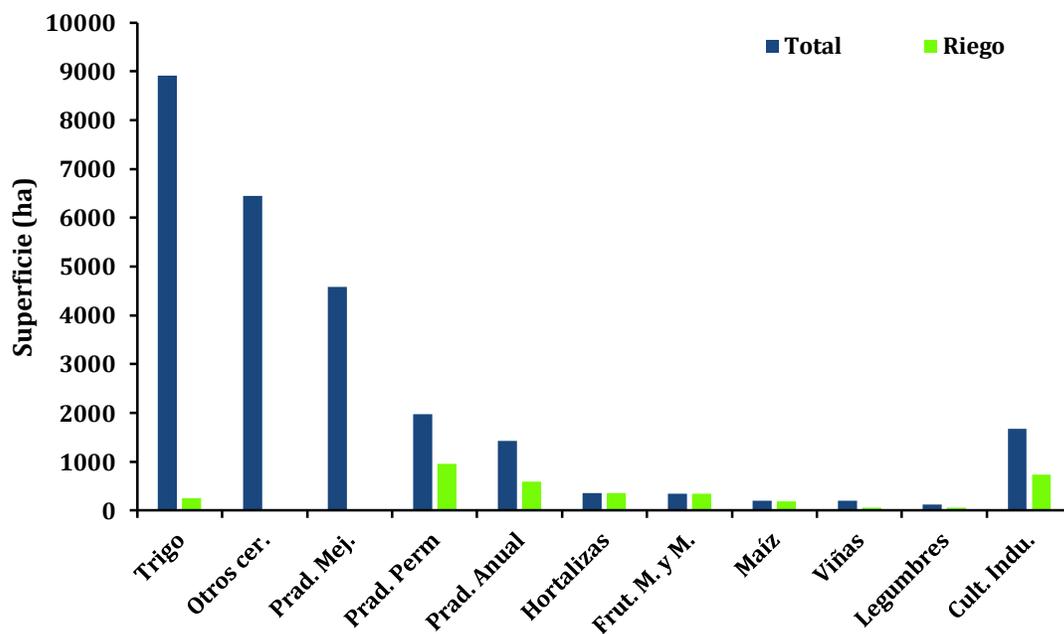


Figura 80. Principales cultivos subcuenca Itata Alto: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

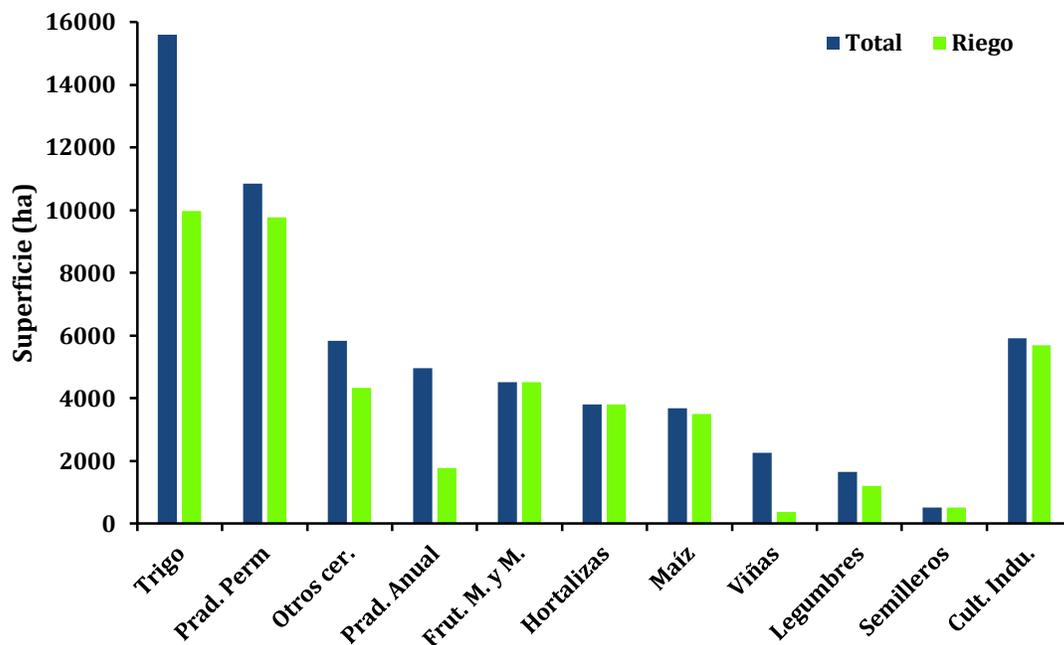


Figura 81. Principales cultivos subcuenca Ñuble Bajo: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

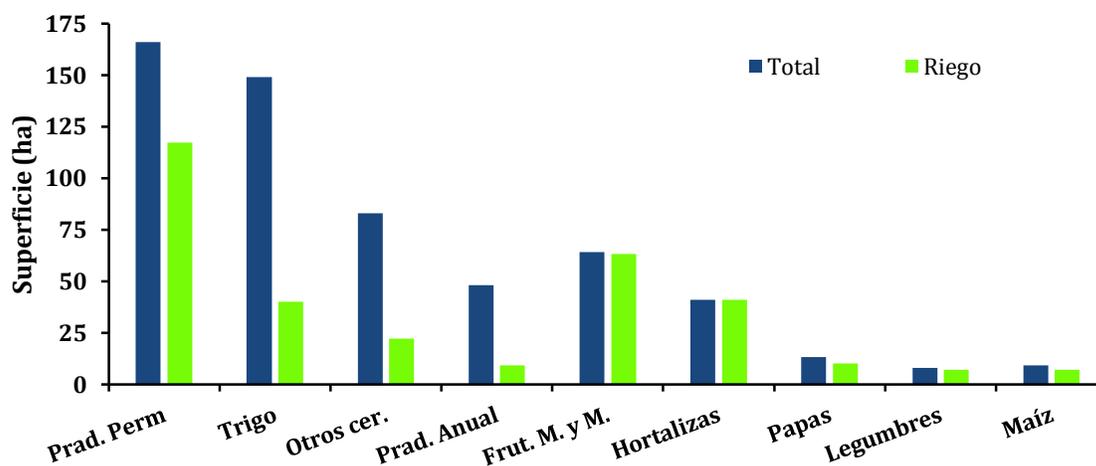


Figura 82. Principales cultivos subcuenca Ñuble Alto: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

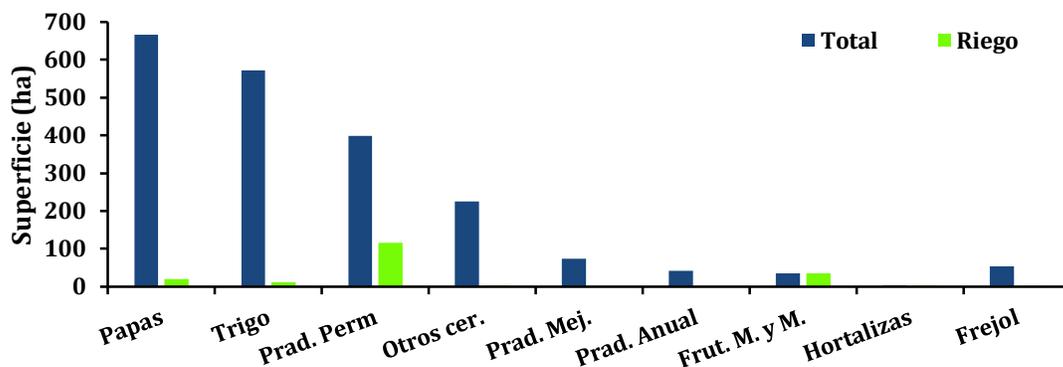


Figura 83. Principales cultivos cuenca costera Cobquecura: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

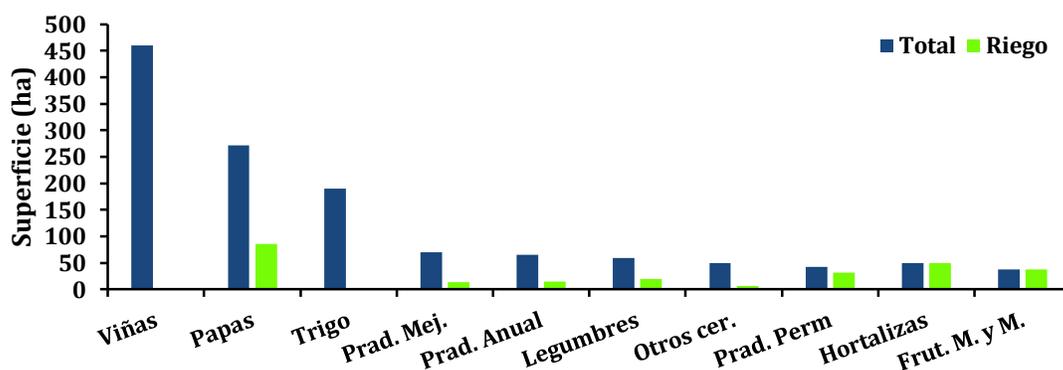


Figura 84. Principales cultivos cuenca costera Tomé: totales y regados.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

5.5.8.5 Superficie por métodos de riego

En la cuenca del Itata, el método de riego por tendido es mayoritario en seis de las siete subcuencas, y comprende un 68% de la superficie regada, que se explica por la gran superficie cultivada con praderas y cereales (Tabla 93). En segundo lugar, los métodos de riego presurizados (11.210 ha) se concentran mayoritariamente en tres subcuencas (Ñuble Bajo, Itata Alto e Itata Medio), y representan un 14% de la superficie regada de la cuenca. El método carrete-pivote es mayoritario entre los presurizados, con una gran presencia de pivote dada su adaptabilidad a las condiciones de la agricultura en estas subcuencas. El conocimiento de la zona indicaría que, en la actualidad, la superficie regada por pivote debería haber aumentado significativamente. Esta misma situación debería estar ocurriendo con los métodos goteo-cinta y microjet y microaspersión, dado el aumento de la superficie frutícola detectada al comparar el Censo Agropecuario de 2007 y el Catastro Frutícola de 2012.

Tabla 93. Superficie (ha) por métodos de riego en el territorio*.

Subcuenca	Tendido	Surco	Aspersión Tradicional	Carrete Pivote	Goteo Cinta	Micro- Asp Micro Jet	Otros	Total
Ñuble Alto	393	14	22	-	5	12	-	445
Ñuble Bajo	38.329	7.085	1.481	1.807	1.668	648	881	51.899
Itata Alto	2.178	298	199	722	132	76	28	3.633
Itata Medio	13.051	2.713	934	2.091	796	72	702	20.359
Itata Bajo	637	77	74	3	310	7	17	1.125
Costera								
Cobquecura	154	1	71	-	25	-	5	256
Costera Tomé	62	76	33	-	21	1	38	231
Total	54.804	10.264	2.814	4.623	2.957	816	1.671	77.948

* Datos generados a partir de los 143 distritos censales de la cuenca del Itata del Censo Agropecuario 2007.

Un detalle de la superficie regada en el territorio por subcuenca y por método de riego se presentan desde la Figura 85 a la Figura 93.

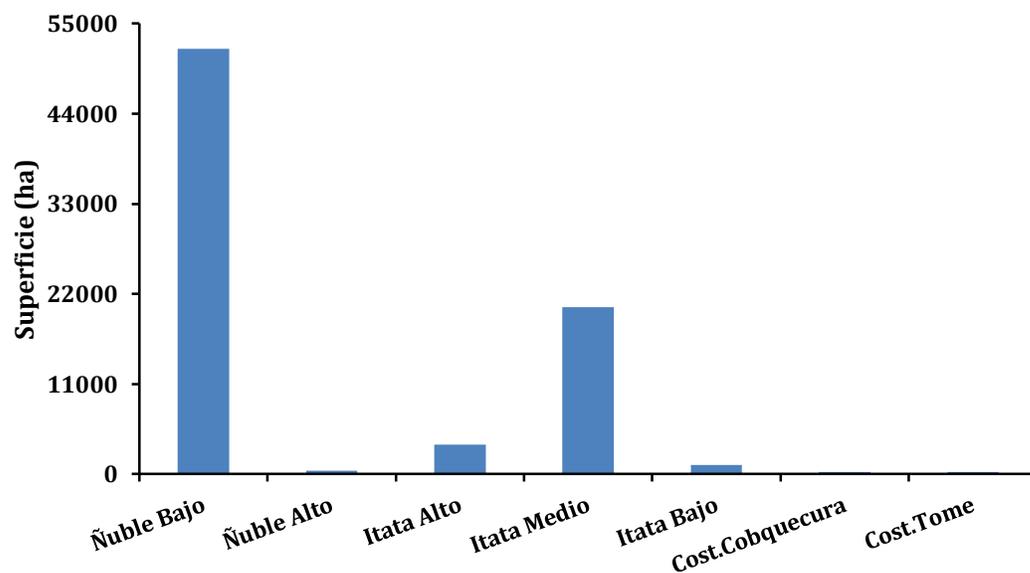


Figura 85. Superficie total regada por subcuenca.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

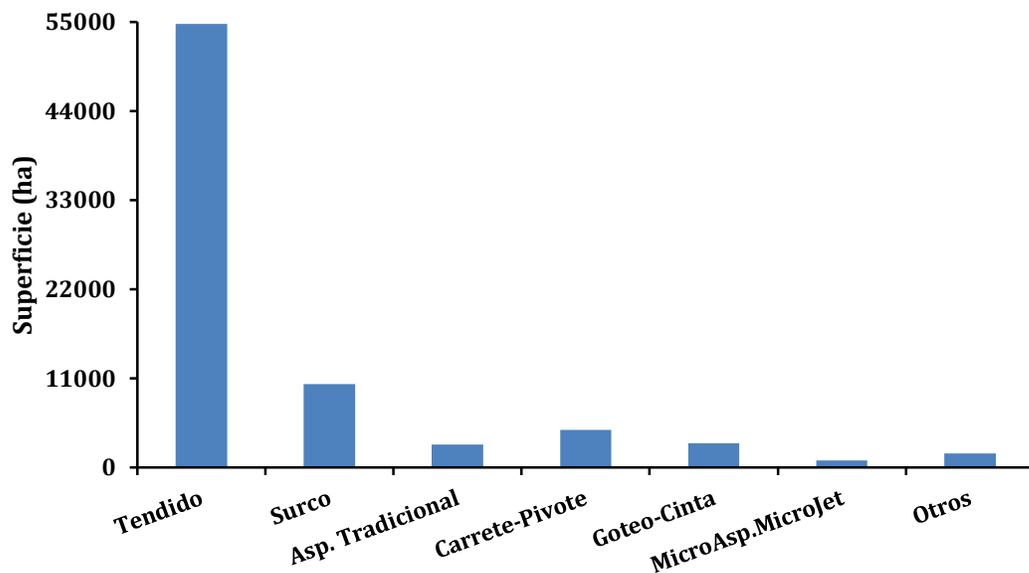


Figura 86. Superficie total regada por métodos de riego para el territorio.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

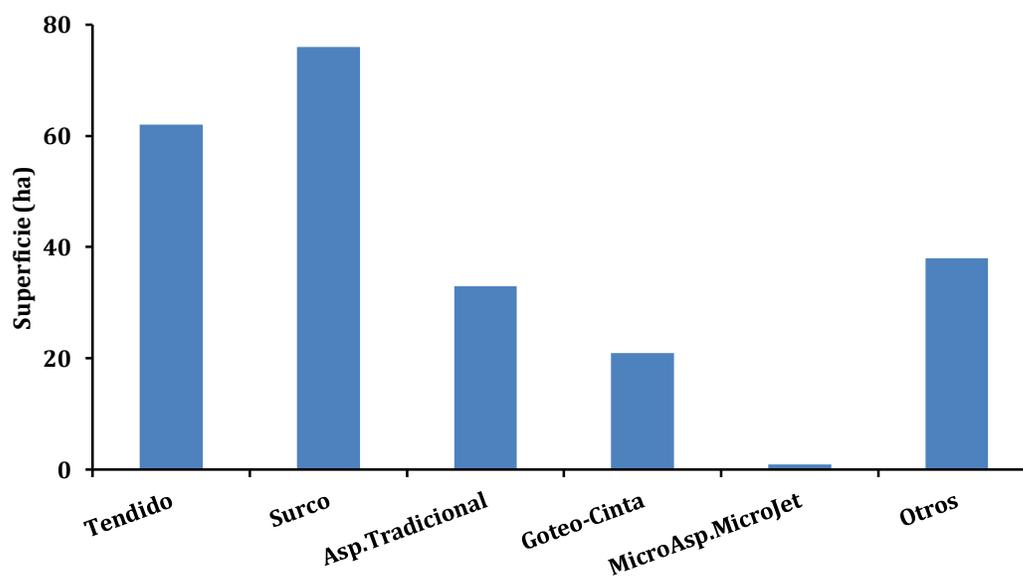


Figura 87. Superficie regada por métodos de riego para cuenca costera Tomé.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

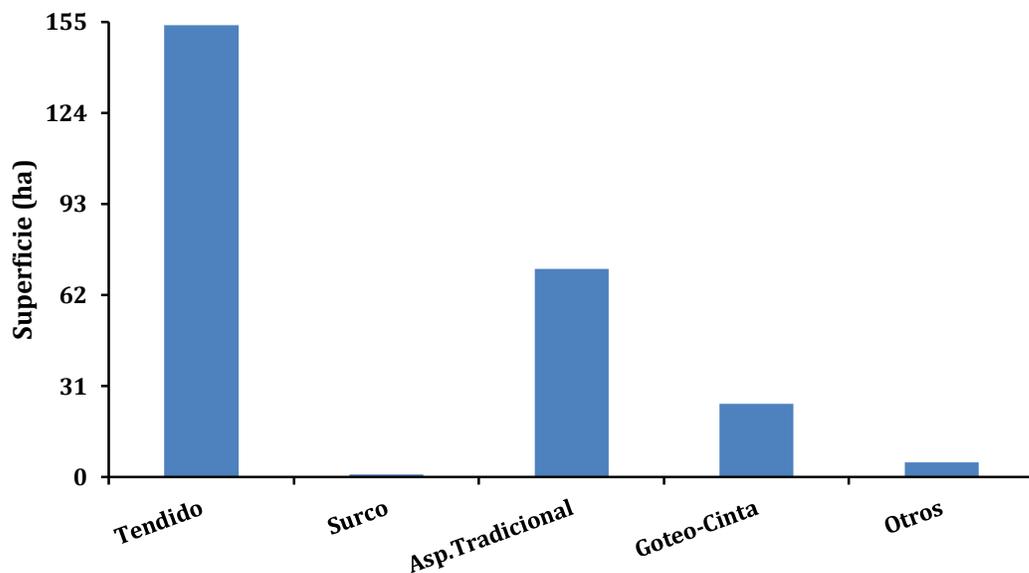


Figura 88. Superficie regada por métodos de riego para cuenca costera Cobquecura.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

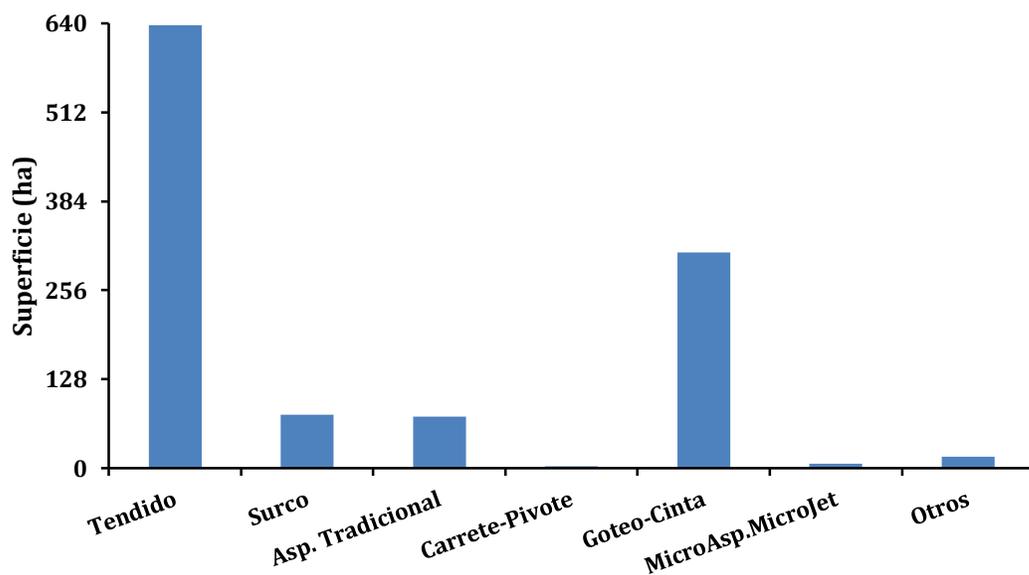


Figura 89. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Bajo.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

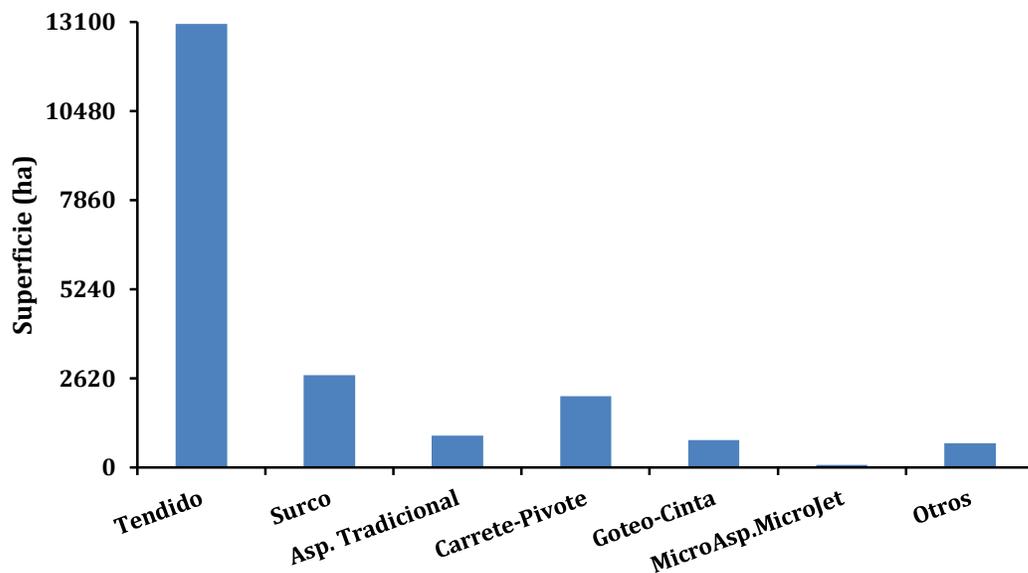


Figura 90. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Medio.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

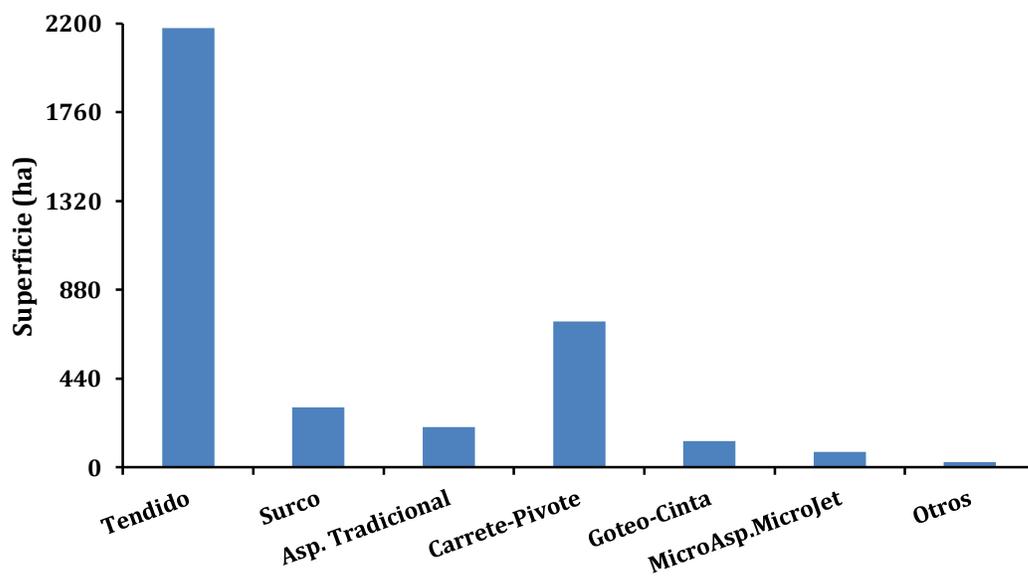


Figura 91. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Itata Alto.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

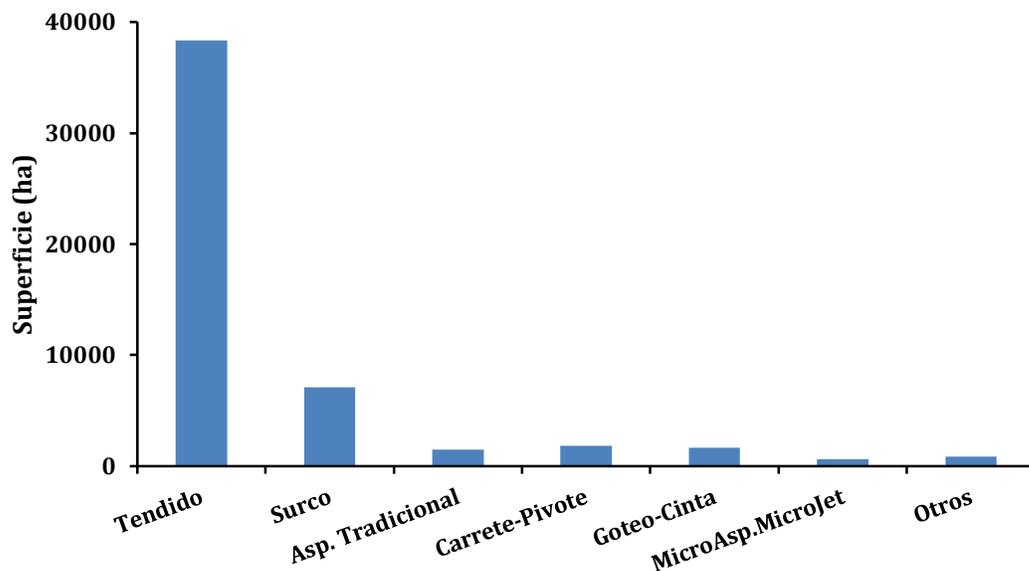


Figura 92. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Ñuble Bajo.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

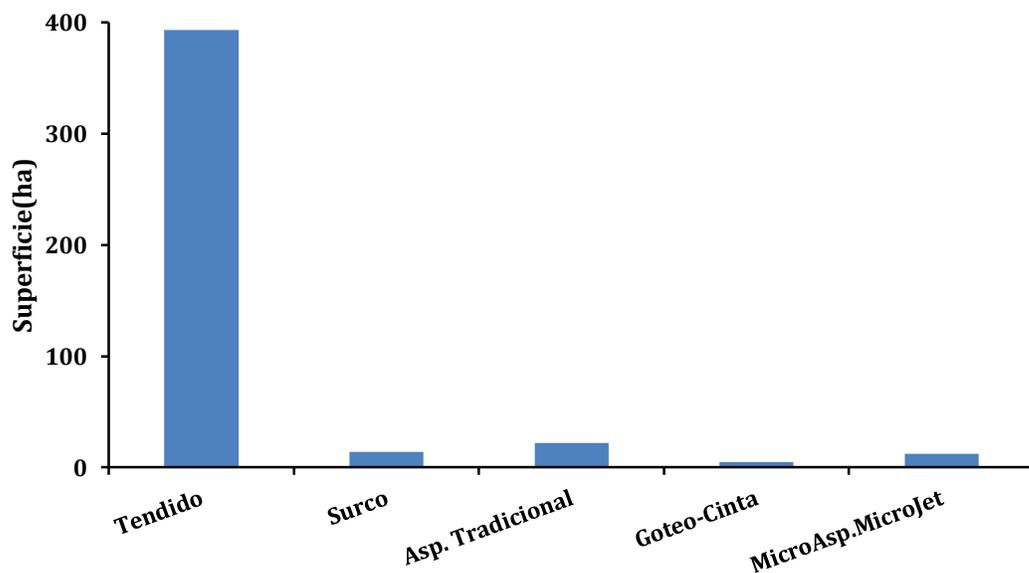


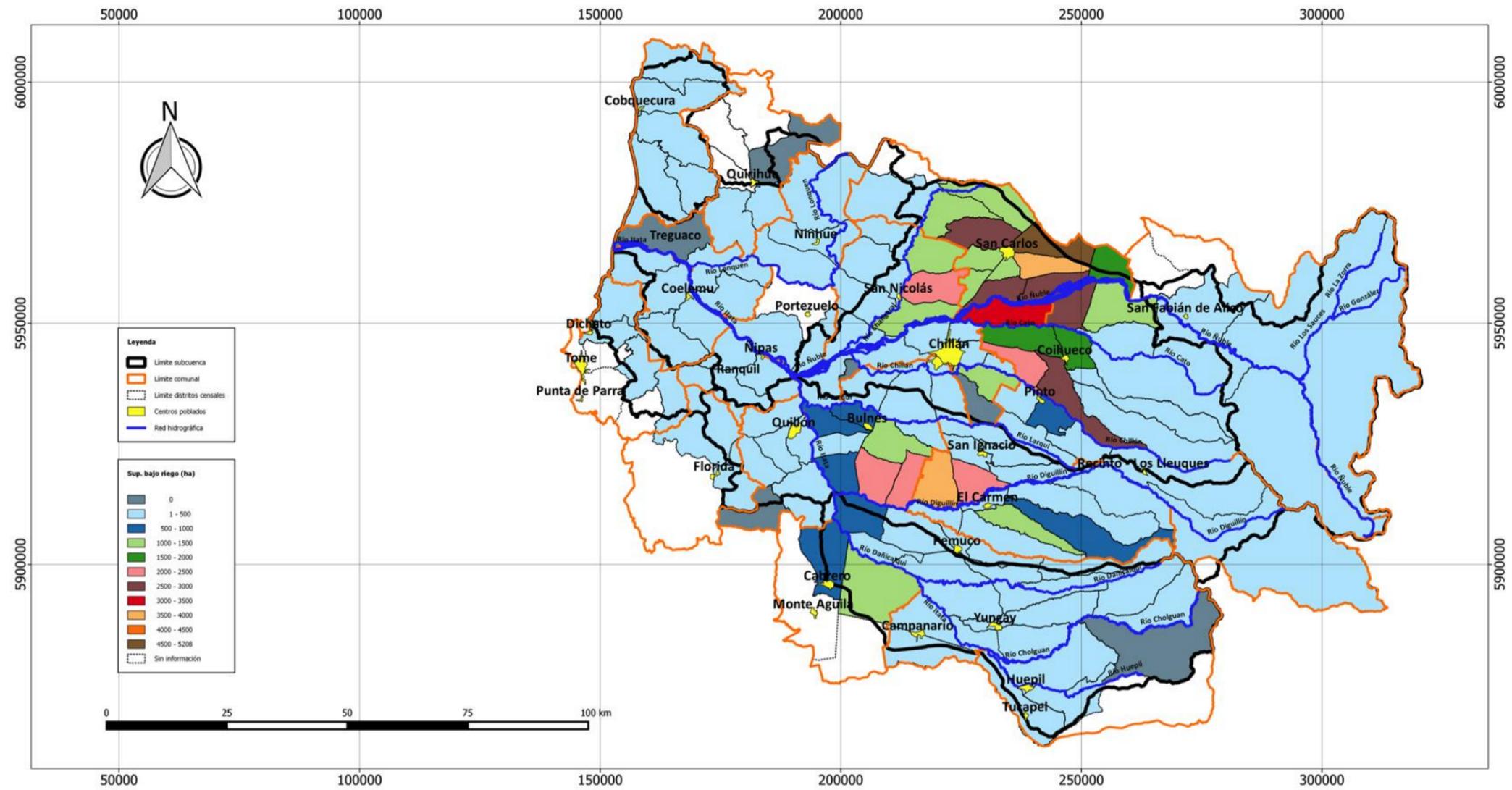
Figura 93. Superficie regada por métodos de riego para subcuenca Ñuble Alto.

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

La superficie de riego disminuyó desde las 86.000 ha (Censo 1997) a las actuales 78.000 ha (Censo 2007). Sin embargo, destaca la reducción desde los antiguos 85.000 ha regadas gravitacionalmente (tendido y surco) a los actuales 65.000 ha, y el aumento de la superficie de riego presurizado desde 1.386 ha a las 11.210 ha al comparar ambos Censos. Esta tendencia a adoptar métodos de riego más tecnificados debiera continuar, a la par

con lo observado en el resto del país, donde se estima que un 25% de la superficie regada en Chile se riega con métodos presurizados.

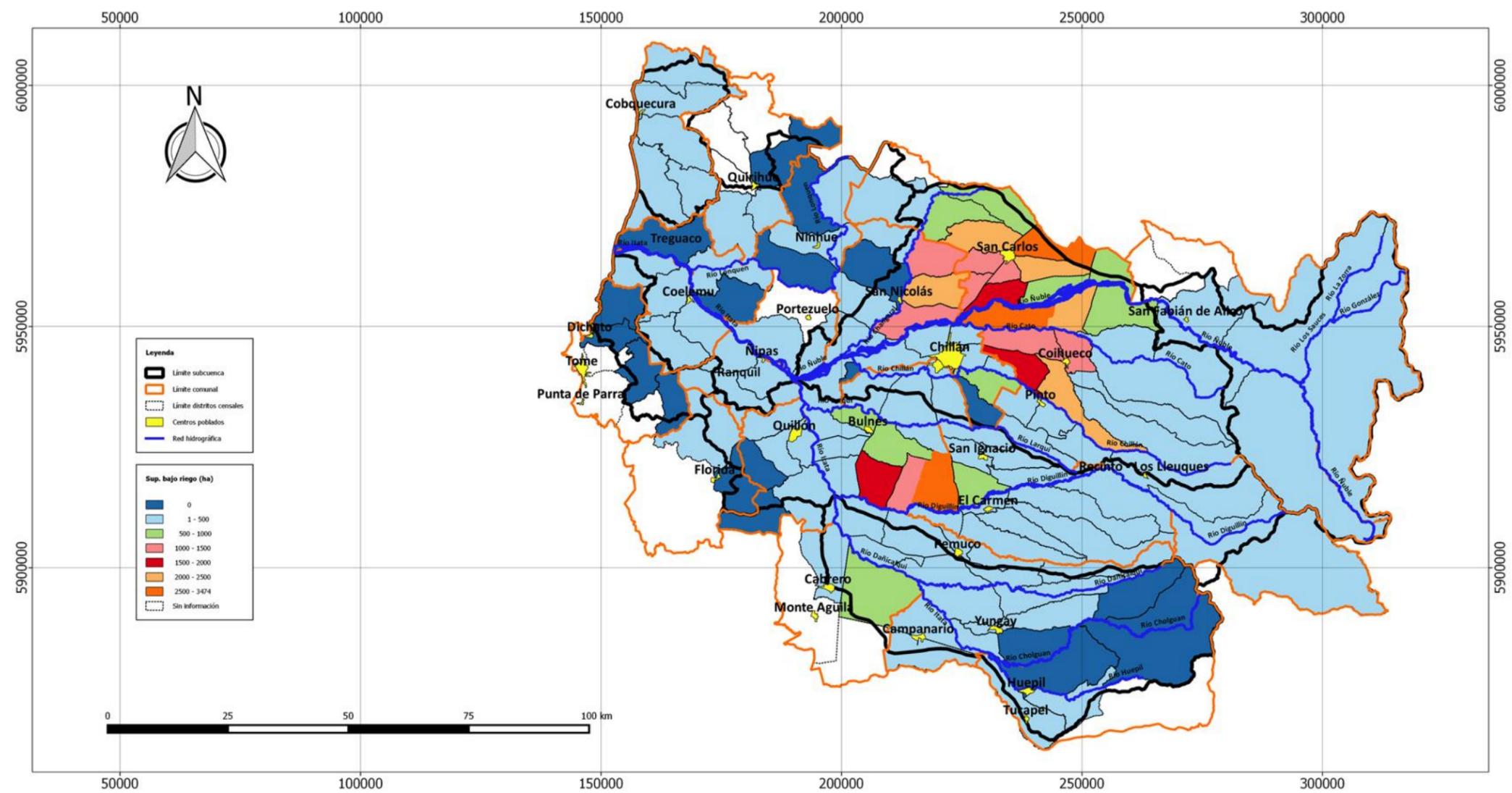
Del análisis anterior, se deduce que los agricultores han adaptado estrategias para enfrentar la estacionalidad del abastecimiento de agua, utilizando praderas como superficie de tampón en la disponibilidad de agua de riego interanual, y usando el trigo u otros cultivos de corta rotación para aprovechar los recursos de agua disponibles en primavera.



 EDICIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título SUPERFICIE BAJO RIEGO (ha)		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 94. Superficie bajo riego (ha).

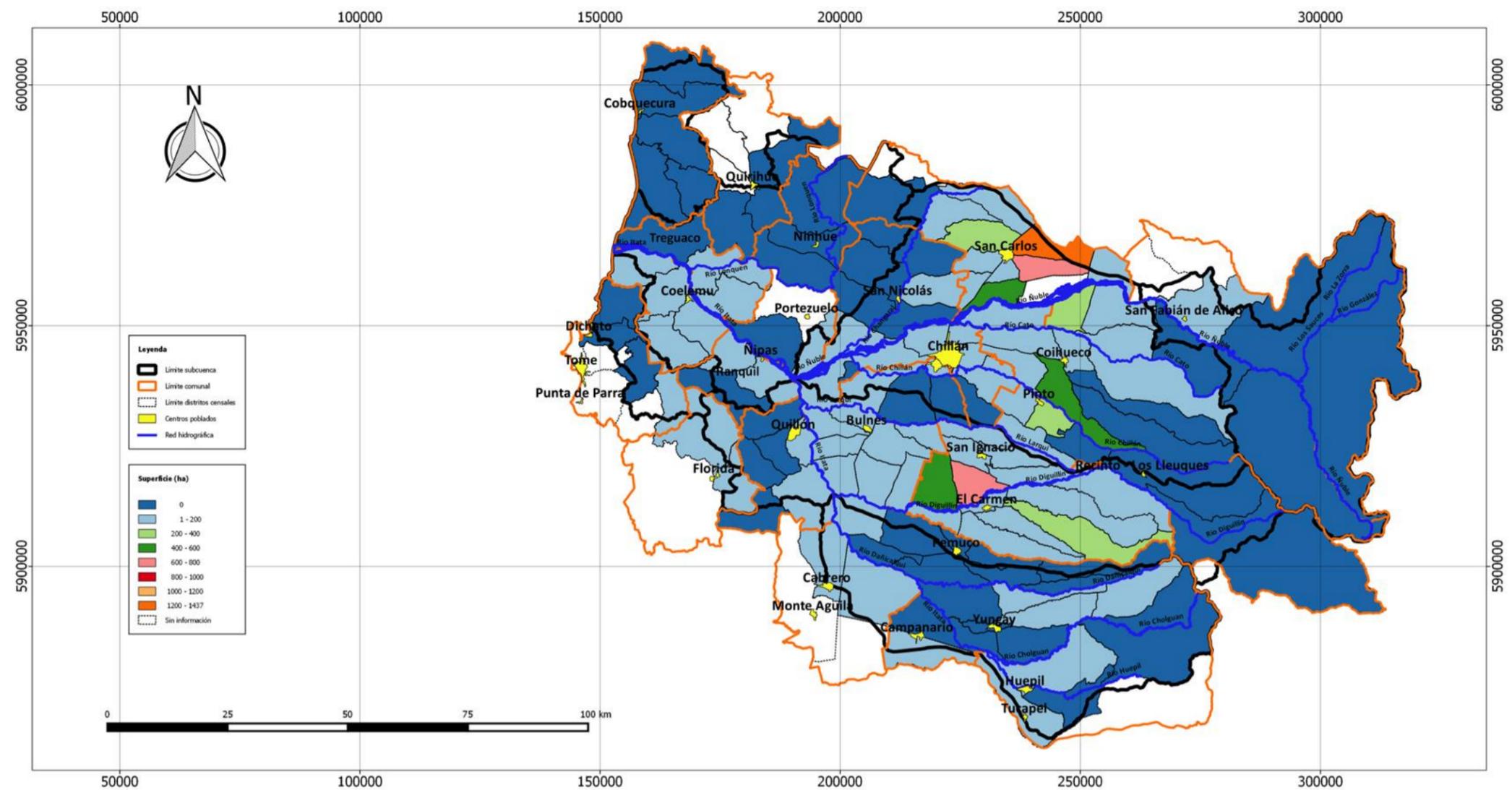
Fuente: Elaboración propia.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título SUPERFICIE BAJO SISTEMA RIEGO POR TENDIDO (ha)			
	 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.		Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno

Figura 95. Superficie bajo riego por tendido (ha).

Fuente: Elaboración propia.



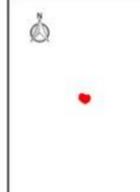
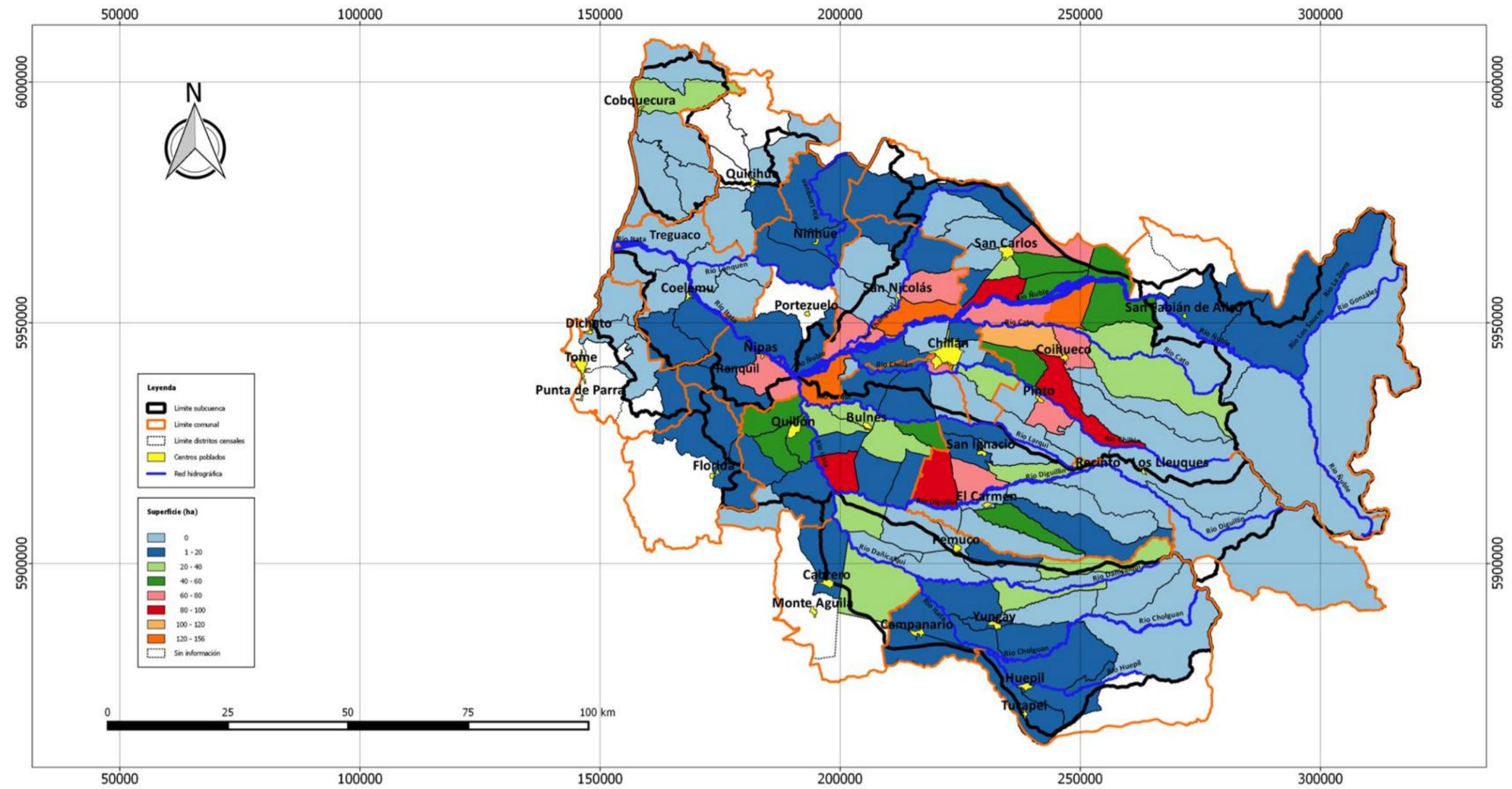
 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio	Título			
	PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA		SUPERFICIE BAJO SISTEMA RIEGO POR SURCO (ha)		
 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator. Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	Lámina: 20 Revisó: GGM

Figura 96. Superficie bajo riego por surco (ha).

Fuente: Elaboración propia.



 <small>AGENCIA NACIONAL DE AGUAS</small>	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA		Título SUPERFICIE BAJO SISTEMA RIEGO POR GOTEO O CINTA (ha)		
	Escola: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	Fecha: Enero 2016 Dibujo: JMC	

Figura 97. Superficie bajo riego por goteo (ha).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.8.6 Superficie de riego permanente y eventual

La complejidad de la determinación de superficie agrícola asociada al riego está dada por las múltiples definiciones que se utilizan. Así, el Censo Agropecuario utiliza el término de Riego o Secano, no importando si la superficie regada cumple o no a cabalidad los requerimientos de riego. El concepto de superficie bajo cota de canal también es empleado profusamente, donde, por ejemplo, se informa que el río Ñuble tiene bajo cota de canal 60.000 ha, y que la superficie regada varía entre 24.000 y 44.000 ha, dependiendo de los recursos disponibles (Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. y AC Ingenieros Consultores Ltda., 2013). Sin embargo, según lo informado en el Catastro de Usuarios de la DGA, el río Ñuble regaría 35.557 ha (Proltata, 1992).

Las definiciones de riego permanente y eventual, aun cuando se sobreentiendan intuitivamente, no tienen una definición única en la literatura revisada. En general, según FAO (2000), se define como superficie bajo riego aquella superficie que dispone de una infraestructura adecuada para la captación, transporte y posterior distribución del agua en el predio. Sin embargo, esta superficie es regada en función de la disponibilidad de agua y es variable de año en año. Así, aquella superficie donde el riego esté asegurado en al menos un 85% de los años, se denomina de riego permanente, mientras que la superficie que se riega con el agua sobrante de las concesiones permanentes se denomina de riego eventual.

Son varias las observaciones que se pueden hacer a esta definición, entre ellas el apego a una legalidad que no necesariamente se respeta en el sector rural. Asimismo, nada se dice de aquella superficie donde se puede regar sin problemas a inicios de la temporada (septiembre a diciembre), siendo posible completar los requerimientos de cultivos como el trigo u otro de ciclo corto. Finalmente, para una superficie que recibe menos riego del indicado, o dispone de menos agua en algún periodo a lo largo de la temporada, resulta difícil asignarle alguna de estas categorías de superficie de riego.

El Consorcio de Ingeniería Ingendesa-Edic Ltda. (1994), en su informe de Estudio Integral de Riego Proyecto Itata, encargado por Comisión Nacional de Riego, define la seguridad de riego con seguridad 85% cuando, utilizando las estadísticas hidrológicas, se logra que el volumen anual demandado por el sector es satisfecho un 85% de las veces. Si en un mes no se satisface la demanda, entonces no habría seguridad en el año correspondiente. Asimismo, la rotación de cultivos se considera única e invariable durante todo el período de la estadística.

ProCivil Ingeniería Limitada (2009), en su informe final de consultoría a la Comisión Nacional de Riego, analiza las implicancias de considerar el 85% de probabilidad de excedencia (año muy seco) y lo que ocurre en un “año normal” asociándolo a un año hidrológico con un 50% de probabilidad de excedencia. De este modo, se asocian los cultivos permanentes de alta inversión y rentabilidad con la necesidad de una alta seguridad de riego, cuya superficie está directamente relacionada con el agua disponible en la época de estiaje de los años secos (y que coincide, generalmente, con la mayor demanda de agua de estos cultivos). De este modo, cultivos como el trigo y empastadas

naturales regadas explicarían el uso de los excedentes de agua en años hidrológicos mejores o en meses del año con sobrantes de agua. Así, esta superficie sería la denominada de riego eventual.

Por otra parte, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. (2003) realizaron una determinación de superficies de riego seguro y de riego eventual en la cuenca del Itata, trabajando directamente en terreno con las Organizaciones de Usuarios de Agua. De este modo, la superficie de riego seguro y eventual se estimó a partir de la experiencia histórica de satisfacción de la demanda, estructura de cultivos y método de riego empleado por los agricultores. Esta metodología tiene la ventaja de la determinación directa en terreno, pero deja la interrogante de si la percepción o experiencia de superficie de riego seguro que manifiestan los agricultores se corresponde con lo técnicamente recomendable, especialmente en lo relacionado a las eficiencias de conducción de agua en los canales y eficiencias de aplicación del agua de riego a los cultivos.

De lo anterior, se deduce que no existe una metodología estándar para determinar tanto la superficie de riego seguro como eventual. Sin embargo, pareciera haber coincidencia en que la superficie total de riego (pero no la de riego seguro) están relativamente determinadas con una buena aproximación, dado que si se cuenta con una base de datos confiable, como la del Censo Agropecuario. Así, un resumen de esta información, proveniente de diversa fuentes, se entrega en la Tabla 94.

Tabla 94. Superficies de riego según diferentes fuentes de información y metodologías de cálculo por subcuenca del Itata.

Subcuencas	Censo Agropec. 2007	Aquaterra 2011	Ayala Cabrera. 2006	Ingendesa-Edic. 1994	Edwards 1991	Proltata 1992
Ñuble Alto	445	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Ñuble Bajo	51.899	50.899°	48.030	37.192*	56.207	53.876
Itata Alto	3.654	s.i.	s.i.	s.i.	3.358	s.i.
Itata Medio	20.359	s.i.	s.i.	s.i.	18.064	16.072
Itata Bajo	1.319	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Cobquecura	259	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Tomé	315	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Totales	78.250	s.i.	s.i.	s.i.	77.629	s.i.

° Modelación; *Modelación, 85% seguridad de riego; s.i. sin información.

En las subcuencas donde es posible comparar resultados, se observa la similitud entre las diversas consultorías con lo obtenido en el Censo Agropecuario. De lo informado por Ingendesa Edic, se podría deducir que alrededor de un 75% de la superficie informada como de “riego” podría ser considerada como de riego permanente.

De lo analizado anteriormente, es posible deducir la necesidad de contar con una metodología estándar, normada y aprobada por la autoridad pertinente, para determinar superficies de riego eventual. La estadística de comparación entre caudales con un 85% de seguridad y, por ejemplo, 50% de seguridad de excedencia, aun cuando es simple y

robusta, no parece ser suficiente. En efecto, esta comparación no considera si la diferencia de caudales se empleará con la misma eficiencia de riego, por ejemplo. Tampoco resultaría clara su aplicación en aquellas superficies con cultivos de ciclo fenológico corto, que sólo demandan agua en primavera, y que son necesarios de incorporar en una rotación agrícola.

Por otra parte, el empleo de la información proveniente de los derechos de aprovechamientos eventuales otorgados por la DGA no guarda relación con el tamaño de la superficie de riego en análisis. En efecto, en el río Ñuble se han otorgado derechos eventuales continuos por 85 ls^{-1} , y eventuales discontinuos por $45.171,6 \text{ ls}^{-1}$. Sin embargo, el uso de estos excedentes puede resultar impracticable, considerando que el caudal del río con un 85% de seguridad tiene un caudal promedio de $80 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ en primavera y $25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ en verano, con control en bocatomas a partir de caudales en el río inferiores a $60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Proltata, 1992).

En todo caso, cualquiera que sea la norma que se implemente, la verificación en terreno con los regantes resulta insoslayable. Asimismo, sería un aporte inestimable para avanzar en el tema, que el Censo Agropecuario permita distinguir entre superficie de riego permanente o eventual (haciendo las preguntas en forma adecuada).

5.5.8.7 Volúmenes de agua empleados en riego

La determinación de los volúmenes de agua mensuales demandados en riego para cada subcuenca, se estimó a partir de la información que proviene del Censo Agropecuario de 2007 de superficie regada por cultivo (Tabla 92), y los métodos de riego existentes en cada subcuenca (Tabla 93). Se asignó por cultivo una eficiencia de aplicación en función del o los métodos de riego presentes (tendido = 40%; surco = 60%; aspersión = 80%; cinta, goteo y microjet= 90%; otros = 50%). La evapotranspiración de los cultivos se determinó en base a los valores derivados de la Cartografía de la Evapotranspiración Potencial de Chile (CNR-CIREN, 1997) y se utilizaron coeficientes de cultivos acorde a la temporada de crecimiento y fenología. Los resultados se muestran en la Tabla 95.

Tabla 95. Estimación de los volúmenes de agua mensuales demandados en riego a nivel de subcuenca.

Subcuenca	Superficie riego (ha)*	Octubre (m^3s^{-1})	Noviembre (m^3s^{-1})	Diciembre (m^3s^{-1})	Enero (m^3s^{-1})	Febrero (m^3s^{-1})	Marzo (m^3s^{-1})
Ñuble Alto	445	0,32	0,48	0,64	0,61	0,45	0,34
Ñuble Bajo	51.899	30,50	54,69	77,70	73,18	61,46	36,01
Itata Alto	3.654	2,15	3,38	4,59	4,63	3,97	2,57
Itata Medio	20.359	11,14	21,33	32,86	37,51	32,53	17,76
Itata Bajo	1.319	0,68	1,11	1,57	1,46	1,25	0,80
Cobquecura	259	0,21	0,28	0,36	0,35	0,31	0,23
Tomé	315	0,13	0,20	0,30	0,29	0,25	0,16
Totales	78.250	45,13	81,47	118,02	118,03	100,22	57,27

*Censo Agropecuario 2007.

Las estimaciones de caudal son referenciales respecto a las necesidades potenciales de agua de riego para cada subcuenca, con los cultivos usualmente presentes. Sin duda que la presencia de praderas y el supuesto que éstas se riegan plenamente (pero con baja eficiencia) a través de toda la temporada, aumenta las estimaciones de los volúmenes de agua, especialmente en las cuencas donde su presencia es significativa en relación al total de superficie bajo riego (71% en Cobquecura y 30% en Ñuble Bajo e Itata Medio).

La información generada puede compararse con la disponibilidad de agua de riego tanto a nivel de toda la cuenca como de subcuenca. Aun cuando la estimación cuantifica el satisfacer el 100% de los requerimientos de riego, la información disponible no permite realizar un análisis detallado del proceder de los agricultores enfrentados a la necesidad de asignar el recurso agua (práctica de riego deficitario controlado, por ejemplo).

A pesar de la falta de información para un análisis global de la Cuenca, resulta posible hacer una aproximación para la subcuenca de Ñuble Alto y Ñuble Bajo. Esto se puede hacer comparando la disponibilidad de caudal de los ríos importantes en que se dispone de información de aforos (Ñuble, Chillán y Changaral). Además, se debe tener en cuenta para el análisis que el sistema del río Cato y embalse Coihueco riegan en promedio alrededor de 8.684 ha (Proltata, 1992) y, atendiendo a la realidad de la cuenca, la disponibilidad real de caudal en verano difícilmente superaría los $8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Estas consideraciones se muestran en la Tabla 96.

Tabla 96. Caudales mensuales (Q) demandados por los cultivos de las subcuencas Ñuble Alto y Ñuble Bajo y caudales mensuales disponibles en los ríos Ñuble, Chillán y Changaral y aportes estimados por el sistema río Cato y embalse Coihueco.

Ñuble Alto y Ñuble Bajo	Octubre (m^3s^{-1})	Noviembre (m^3s^{-1})	Diciembre (m^3s^{-1})	Enero (m^3s^{-1})	Febrero (m^3s^{-1})	Marzo (m^3s^{-1})
Q demandado por cultivos	30,50	54,69	77,70	73,18	61,46	36,01
Q promedio aporte ríos	189,0	185,8	132,2	69,5	45,5	37,1
Q 85% seguridad aporte ríos	115,2	104,5	67,8	39,3	29,2	24,8
Q asumido río Cato y Embalse Coihueco	n.c.	n.c.	10,0*	8,0*	6,0*	4,0*

*Valores asumidos en base a la superficie históricamente regada; n.c. no considerado.

Del análisis se desprende que cuando se dispone del caudal promedio de aporte de los ríos, el recurso sería suficiente para regar la superficie de 52.344 hectáreas de ambas subcuencas, excepto en febrero. Sin embargo, el análisis con Q 85% señala que a partir de enero el agua disponible en las fuentes sería insuficiente para satisfacer las necesidades de riego. Si se considera un caudal promedio de $1,0 \text{ ls}^{-1}$ para regar una hectárea, el agua disponible permitiría regar con un alta seguridad sólo un máximo de alrededor de 30.000 a 35.000 ha en estas dos subcuencas.

Del análisis de la Tabla 96 se desprende la existencia de grandes recursos de agua disponibles a nivel de cauce en la subcuenca del río Ñuble, lo cual puede ser extrapolado a

las otras subcuencas del valle del Itata. La estacionalidad de esta disponibilidad de agua permite contar con el recurso básico para diseñar estrategias e inversiones a largo plazo en la cuenca.

5.5.8.8 Superficie bajo riego, incluyendo recursos superficiales y subterráneos

A partir del Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas, se obtuvo información referente a los derechos de aprovechamiento otorgados para extracción de agua subterránea con fines de riego. Estos derechos se indican como caudal, lo que permitiría proyectar una superficie potencial a regar con dicho caudal, asumiendo una determinada demanda de agua de riego. Considerando que la evapotranspiración de los cultivos varía acorde a su desarrollo fenológico y a las condiciones climáticas, la máxima superficie potencial posible a regar coincidiría con el periodo estival. Además, es realista suponer que, dado los costos involucrados en utilizar esta agua subterránea, los métodos de riego a emplear deberían ser tecnificados, con una alta eficiencia de aplicación. La Tabla 97 muestra características de los pozos a nivel de subcuenca con fines de riego y superficie proyectada de riego asumiendo 16 horas diarias funcionamiento del pozo y requerimientos de riego de 1,0 l s⁻¹ por hectárea en la época de máxima demanda.

Tabla 97. Número de pozos con derechos de aprovechamiento otorgados con fines de riego, caudal total asignado de los pozos ($\sum Q_T$), rango de caudales, caudal mediana de los pozos (Qmed), caudal promedio de los pozos (Qprom), número de pozos con Q > 3 y 10 l s⁻¹ (# Q >3 y # Q >10) y superficie proyectada de riego (SPR) a nivel de subcuenca*.

Subcuenca	N° pozos	$\sum Q_T$ (l s ⁻¹)	Rango Q (l s ⁻¹)	Qmed (l s ⁻¹)	Qprom (l s ⁻¹)	# Q > 3 (l s ⁻¹)	# Q > 10 (l s ⁻¹)	SPR (ha)
Ñuble Alto	1	2,2	--	2,2	2,2	0	0	1,5
Ñuble Bajo	89	889,8	0,03 - 76,5	1,68	9,9	34	23	592,6
Itata Alto	17	49,5	0,16 - 20,0	1,0	2,9	4	1	33,0
Itata Medio	146	773,3	0,02 - 90,0	1,2	5,3	40	21	515,0
Itata Bajo	118	60,5	0,01 - 3,0	0,3	0,5	2	0	40,3
Cobquecura	13	5,3	0,1 - 1,3	0,2	0,4	0	0	3,5
Tomé	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	384	1.780,6	--	--	--	80	45	1.185,9

*Datos generados a partir del Catastro de Aguas de la Dirección General de Aguas.

En la subcuenca Ñuble Bajo, la comuna de Chillán concentra la mayor cantidad de pozos (25 de 89), mientras que en Itata Medio, la comuna de Chillán Viejo cuenta con la mayoría de pozos inscritos (60 de 146); finalmente, en Itata Bajo, la comuna de Portezuelo dispone de 56 de los 118 pozos para riego. Asimismo, destaca el hecho que los pozos con extracciones mayores a los 3 y 10 l s⁻¹ se encuentran casi exclusivamente en las subcuencas Ñuble Bajo e Itata Medio.

El número de 384 pozos informados es mayor a los 149 pozos señalados en Aquaterra (2011) para la provincia de Ñuble, aun cuando se debe tener en cuenta que en dicho

informe no se consideraron todas las captaciones, como si se hace en el presente estudio. Asimismo, el caudal total otorgado ($1.780,6 \text{ ls}^{-1}$) difiere del informado por Aquaterra (3.078 ls^{-1}).

Del total de 1.186 hectáreas potenciales proyectadas de riego utilizando agua de pozos, las mayores superficies se concentrarían en las subcuencas Ñuble Bajo e Itata Medio, lo que coincide con las mayores superficies totales regadas actualmente en la cuenca del Itata. Resulta interesante destacar el alto número de pozos inscritos en la subcuenca Itata Bajo, lo que indicaría el potencial de uso de agua subterránea dada las características agroecológicas de la zona.

El análisis anterior se enmarca en datos proporcionados por la autoridad (DGA), que pueden no estar debidamente actualizados. Más aún, el solo hecho de que un agricultor tenga debidamente inscrito un pozo, con ciertos derechos de caudal asignados, no implica que esté ejerciendo plenamente y al 100% este derecho. Es de conocimiento de esta consultoría que los agricultores tienen pozos pero no los utilizan plenamente, sino más bien sólo recurren a esta fuente para dar uno o dos riegos en la temporada si es que la temporada lo amerita. Tampoco los agricultores suelen llevar un registro de las horas de bombeo o del caudal extraído desde pozos.

Finalmente, se debe añadir que no es infrecuente la existencia de pozos que no están en conocimiento de la autoridad, especialmente aquellos de extracciones de bajo caudal.

Un análisis adicional se puede realizar a partir del balance global del sistema (Ñuble Bajo e Itata Medio) que realiza Aquaterra (2011). Dicha consultoría, que modela la recarga del acuífero para ambas subcuencas (Ñuble Bajo e Itata Medio), considera la posibilidad de extraer agua de pozos como bombeo a riego por la cantidad de hasta $3,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ en enero y febrero, cuando se realiza un balance global del sistema con una probabilidad de excedencia de 85%. Así, existiría un caudal potencial a explotar del acuífero que permitiría regar alrededor de 3.000 a 4.500 ha, dependiendo de los cultivos, método de riego y eficiencia de aplicación.

5.5.8.9 Áreas con déficit de abastecimiento

Aun cuando la determinación de áreas con déficit se debería obtener a partir de un balance entre oferta y demanda (Tabla 96), son múltiples los problemas para aplicar esta metodología, entre ellas, la falta de información confiable y adecuada.

La autoridad dispone de la posibilidad de decretar Zonas de Escasez de Agua (Dirección General de Aguas) y/o Zonas de Emergencia Agrícola (Ministerio de Agricultura). Así, en la cuenca del Itata, el verano de 2008 se decretó Zona de Escasez las cuencas del río Changaral y Larqui, y del río Renegado, por seis meses. Por otra parte, en marzo de 2015, fue declarada en Emergencia Agrícola, como consecuencia de los efectos derivados del déficit hídrico, la casi totalidad de la provincia de Ñuble.

Algunas alternativas de análisis se han desarrollado en el país para determinar áreas con déficit hídrico. Así, Zambrano et al. (2016) utilizando sensores remotos y un índice de condición de vegetación (VCI), señalan que en la región agrícola del Biobío, desde 2000 a

2015, tres importantes episodios de sequía han ocurrido (2007/08, 2008/09 y 2014/15), lo que coincide con acciones realizadas por la autoridad.

Asimismo, CAZALAC (2016) propone una metodología denominada ARF-LM y desarrollada por Núñez et al. (2011), que determina la frecuencia de sequía a través de un agrupamiento de estaciones en regiones climatológicamente homogéneas. Esto permite aplicar estadísticas más robustas, especialmente en regiones con registros de datos limitados.

En general, es posible concluir que años hidrológicos con precipitaciones menores al promedio y con baja acumulación de nieve en la cordillera, tienden a producir déficit en el abastecimiento tanto de agua de riego como de bebida. Esta situación debiera tender a aumentar con el tiempo, ya que la agricultura cada vez demanda mayor seguridad de riego dado el tipo de agricultura intensiva que se practica, con frutales que demandan el 100% de seguridad de riego.

5.5.8.10 Proyecciones de desarrollo

Gran parte de la agricultura y la tradición del riego en la cuenca del Itata está asociada a la concentración de lluvias en otoño e invierno y al régimen hídrico de los ríos. La gran disponibilidad de agua en primavera, como consecuencia de los deshielos, y la fuerte disminución de los caudales a partir de fines de diciembre inicio de enero, ha derivado en que los agricultores utilicen las praderas como un cultivo tampón en relación a la disponibilidad de agua. De este modo, los excedentes de aguas primaverales se ocupan en praderas y cultivos como el trigo, mientras que en verano el agua se destina a cultivos más atractivos pero más demandantes y dependientes del riego.

La demanda por mayores cantidades de agua de riego y la necesidad de contar con una mayor seguridad de riego, son aspectos relevantes a considerar en las proyecciones de desarrollo de la cuenca del Itata. Ciertamente que la incorporación y aumento de métodos de riego tecnificados son una respuesta de los agricultores a estos dos aspectos. Un factor adicional estaría dado por los posibles efectos del cambio climático, que el agricultor percibe en una disminución de las lluvias, cambios en la distribucional estacional de la precipitación, menor acumulación de nieve en la cordillera y una presión por disponer de agua subterránea como un seguro contra la falta de abastecimiento de agua superficial.

Las condiciones climáticas de la cuenca son favorables para el desarrollo y expansión de la fruticultura y cultivos hortícolas, a condición de asegurar la disponibilidad de agua de riego en la época estival. Sin embargo, en algunas subcuencas como Itata Alto y la parte occidental de Itata Medio (Quillón y alrededores y/o la zona geográfica de Secano de Costa), la escases crónica de agua limita severamente el aprovechar las condiciones climáticas excepcionales para realizar agricultura con alto valor agregado.

5.5.9 Caracterización de la situación respecto del drenaje en el territorio

Los problemas de drenaje en el área del proyecto se concentran fundamentalmente en el Valle Central, entre la Cordillera de la Costa y la de los Andes y muy particularmente en las zonas regadas del mismo. Lo anterior, sin embargo, no significa que no existan problemas en otras áreas como por ejemplo en las cuencas costeras y en los valles de la precordillera Andina.

Según Proltata (1992), de un total de 25.633,8 ha clasificadas dentro de la cuenca, 6.236,6 ha presentan problemas de drenaje, lo cual representa el 24.34 %. Además cabe destacar que de ese total afectado con problemas 2.781,0 ha están en la categoría de drenaje pobre a muy pobre lo que a su vez corresponde al el 45%.

En un trabajo realizado a partir de los estudios de suelo existentes a la fecha, Alcayaga (1989) señala que en la provincia de Ñuble (en que los límites de la provincia son muy cercanos a los de la cuenca del Itata), existen 135.669.5 ha con problemas de drenaje restringido (categorías de imperfecto a muy pobre), lo que representa el 40% de la superficie arable de la misma que es de 339.424,2 hectáreas.

Posteriormente, en un estudio “Diagnóstico y caracterización de los problemas de drenaje en Chile” (GCF Ingenieros consultores Ltda., 2008), se señala que la cuenca del río Itata tiene una superficie de 199.134,4 ha afectadas con problemas de mal drenaje, lo que elevaría a 59 % la superficie con problemas de drenaje.

De lo anterior se desprende que no existe claridad respecto a la real dimensión del problema y por tal razón debiera hacerse un esfuerzo para lograr una opinión unánime al respecto que permita establecer políticas públicas que no admitan interpretaciones.

Por tal razón y no existiendo estudios específicos de drenaje en el área del proyecto, los comentarios y análisis que se incluyen en este documento corresponden, principalmente, a la revisión de trabajos realizados con anterioridad dentro de la cuenca del Itata, los cuales se indican en el capítulo de referencias bibliográfica.

5.5.9.1 Origen de los problemas de drenaje

Al igual que en todos los lugares donde existen problemas de drenaje, éstos tienen su origen en las características físicas propias de los suelo y del material del cual provienen, de la recarga de agua, de las características topográficas de los mismos y la intervención humana. Generalmente estos factores no actúan en forma independiente sino que puede ser la conjunción de dos o más de ellos.

A continuación se incluye una breve revisión de cada uno de estos aspectos en el marco de la cuenca y sus características.

5.5.9.2 Factor suelo

En un transecto del Valle Central desde la Cordillera de los Andes a la Cordillera de la Costa, es posible observar que los suelos de la cuenca son fundamentalmente de origen volcánico, que se han depositado sobre materiales aluviales o fluvio-glaciales y donde

posteriormente han evolucionado y adquirido las características que presentan en la actualidad.

Para comprender mejor la incidencia que tiene el factor suelo en los problemas de drenaje, a continuación se describen algunos casos típicos según lo indicado por AGROLOG Chile Ltda. (1989).

Problemas causados por arcillas densas, duripanes y areniscas cementadas: Un típico ejemplo de ésta situación se presenta en el sector de Puyaral, entre los esteros Patagua y Changaral. Dicho sector está caracterizado por planos bajos, muy húmedos y muy arcillosos, en terrazas aluviales altas, antiguas, de suelos rojo arcilloso, denso y plástico que descansan sobre duripanes los que a su vez se encuentran sobre un sustrato fluvio-glacial de materiales ligeramente intemperizados.

Representativo de esta situación son los suelos de la serie San José de Puyaral, relativamente delgados que incrementan rápidamente el contenido de arcilla en profundidad y que alrededor de los 30 ó 35 centímetros muestran un duripan de 1 a 3 centímetros de espesor. Este duripan impide la penetración del agua y las raíces creando serios problemas de drenaje. En los sectores de suelos más delgados (30 a 40 centímetros) el suelo es pobremente o muy pobremente drenado y en los más profundos (60 a 70 centímetros) es imperfectamente drenado.

Esta serie se caracteriza, además, porque la mayoría de los problemas de drenaje tienden a desaparecer a mediados de primavera. Realizar obras de drenaje en estos suelos no es económicamente conveniente en atención a las escasas probabilidades de tener cultivos rentables, aún bajo condiciones de riego.

Problemas causados por arcillas de características vérticas sobre toba volcánica: Los sectores más occidentales de la depresión central de la cuenca de Itata se encuentran caracterizados por la presencia de antiguas terrazas remanentes que se elevan sobre la planicie que aparece dominada por depósitos lacustrinos de un elevado contenido de arcilla.

Dentro de esta categoría se encuentran los suelos de las series Quilmen y Quella. La serie Quilmen está constituida por suelos de muy escasa evolución. La serie Quella se trata de suelos muy especiales, son vertisoles, suelos en que los procesos genéticos impiden la formación de horizontes evolucionados y el suelo es constantemente renovado por el movimiento de arcillas del tipo 2:1, monmorilloníticas, que tienen la particularidad de expandirse bajo condiciones de alta humedad y transformarse en impermeables.

Los suelos de la serie Quella son suelos moderadamente profundos a profundos, arcillosos, masivos, muy adhesivos, lentamente permeable una vez humedecidos. En seco muestran profundas grietas de 60 hasta 90 centímetros de profundidad por donde penetra el agua en grandes cantidades y que luego de humedecidos se sellan e impiden el paso del agua en profundidad. Son suelos de drenaje imperfecto a pobre, con niveles freáticos altos cercanos o en la superficie a lo menos por seis meses al año. Ocurren en una topografía plana o cóncava donde se produjo la formación de las lagunas mencionadas.

La profundidad a que se presentan los niveles freáticos está condicionada por la topografía superficial, la profundidad a la cual se encuentra la toba, su dureza, la cantidad de fracturas y la magnitud de ellas, entre otros factores. En resumen, son suelos pobremente drenados.

Problemas causados por altos niveles freáticos en depósitos arenosos: Esta situación se presenta en el extremo sur de la cuenca del Itata, al sur del río del mismo nombre. Los cursos medios de los ríos Itata, Laja y Coreo discurren en un gran abanico aluvial que se conoce con el nombre de “abanico del Laja” el cual llena la depresión central entre los ríos Itata y Biobío con un manto continuo de arenas de grano medio a grueso, de color gris negruzco que tienen un cierto grado de cohesión. Estas arenas se encuentran compuestas por materiales volcánicos de origen basáltico y deben su ubicación a un posible aluvión de gran magnitud que bajó desde la cordillera al romperse el muro de un gran lago en el valle superior del Laja.

Estas arenas se depositan encima de un abanico más antiguo constituido por un manto lahárico (abanico lahárico del Salto del Laja) más bien delgado pero con un alto grado de consolidación, de 1 a 6 metros de espesor constituido por un agregado consolidado, de color gris parduzco oscuro, con fragmentos angulares cuyo tamaño varía de unos centímetros a bloque de gran tamaño. El origen de este flujo lahárico se encuentra en el complejo volcán Antuco y de allí se vació por el río Laja enviando dos ramas, una por el río Itata y otra por el río Coreo, para finalmente cubrir todo el llano.

Los niveles freáticos de esta zona son de tipo estacional y se encuentran íntimamente asociados a las recargas naturales de los acuíferos por efecto de las lluvias o filtraciones subterráneas desde la precordillera como asimismo debido a las filtraciones de los canales de riego (como el canal Zañartu) que circulan por el área. Se trata entonces de niveles freáticos fluctuantes que afectan en mayor o menor grado a diversas series de suelo que se han identificado en el área entre las que se encuentran Coreo, Arenales y Santa Teresa.

Por tratarse de depósitos arenosos, estos suelos son altamente permeables pero exhiben niveles freáticos cercanos a la superficie en forma estacional invierno y verano ya sea como producto de la recarga como por la cercanía del manto lahárico a la superficie. Los suelos de la serie Santa Teresa son los más afectados por cuanto el depósito de arenas es el más delgado.

Problemas causados por arcillas densas sobre tobas o depósitos fluvioglaciales muy lentamente permeables: Dentro del área del proyecto ésta situación se presenta en las terrazas aluviales bajas en la confluencia de los ríos Cato y Niblinto, donde un buen representante son los suelos de la serie Mirador.

La serie Mirador corresponde a suelos bien evolucionados bajo condiciones de humedad moderada en una topografía casi plana en antiguas terrazas aluviales que se presentan ligeramente a moderadamente segmentadas. Los suelos tienen perfiles profundos, de textura arcillosa, bien estructurados, de buen arraigamiento y porosidad hasta los 75 centímetros. En profundidad se reduce el arraigamiento por restricciones del drenaje, aparecen moteados diversos y concreciones finas que aumentan en tamaño y número

alrededor del metro de profundidad. Todo el suelo es de color pardo rojizo y descansa sobre un sustratum de tobas o brechas volcánicas muy duras y lentamente permeables. A veces el sustratum corresponde a depósitos fluvioglaciales con matriz arcillosa, también muy lentamente permeables.

La condición de drenaje del suelo varía mucho y se ha considerado suelos imperfectamente drenados aquellos que en invierno tienen niveles freáticos próximos a la superficie, temprano en primavera a unos 70 centímetros y a un metro de profundidad en verano. Como suelos moderadamente bien drenados el nivel freático en primavera debería estar a un metro de profundidad y en verano cercano a los 150 centímetros.

Una situación similar a la descrita se presenta en el área comprendida entre los ríos Cato y Ñuble. Se trata de un gran depósito de cenizas sobre un substrato aluvial que descansa en un manto lahárico. En la medida que uno se acerca a la confluencia de ambos ríos se incrementa considerablemente el contenido de arcilla del suelo lo que a su vez agudiza los problemas de drenaje.

En este caso el problema de drenaje se ve agravado, además del manto lahárico impermeable, por las grandes filtraciones provenientes del río Ñuble, que actúa como fuente de recarga y que se dirigen hacia el río Cato que a su vez actúa como fuente de descarga o dren natural. Además, en el área en cuestión existe una extensa red de canales de riego que aportan también una gran cantidad de agua debido a las filtraciones.

En estos suelos el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie llegando hasta unos pocos centímetros y dificultando seriamente la producción de muchos cultivos con excepción de las praderas. Para cultivar otras especies es necesario proceder previamente a la construcción de drenes superficiales o subsuperficiales o, como se ha hecho en varios casos, a la construcción de camellones con el objeto de aumentar la profundidad efectiva del suelo. En general los suelos son imperfectamente drenados a pobremente drenados.

5.5.9.3 Factor recarga

La recarga, entendida como los excedentes de agua que no pueden ser eliminados por el suelo en forma natural, es un aspecto de la máxima relevancia que debe ser debidamente identificada y cuantificada. Se entiende por tal el excedente de agua que llega al suelo proveniente de la lluvia, el riego, las filtraciones desde los cursos de agua y la escorrentía superficial y que no es retenida por el mismo.

En cuanto a la lluvia, si bien es cierto en los últimos años ha habido una considerable disminución de la cantidad anual precipitada, desde el punto de vista de drenaje lo realmente relevante es la cantidad de agua caída durante un número continuo de días, con una cierta frecuencia y en una época en que no afecte seriamente los cultivos al crear condiciones de déficit de oxígeno en la zona radicular. Por lo tanto, aún cuando no existan grandes cantidades acumuladas a lo largo del año las necesidades de drenaje artificial no necesariamente disminuyen si deseamos tener altos rendimientos y alta productividad, especialmente en cultivos de alto retorno económico.

En lo que dice relación con las prácticas de riego, es necesario tener en consideración que en el área del proyecto la práctica común es el riego tendido y la inundación en el caso del cultivo de arroz. Estas dos prácticas generan grandes pérdidas por percolación profunda que alimentan y elevan el nivel freático generando saturación en la zona cercana a las raíces y por lo tanto déficit de oxígeno.

En cuanto a las filtraciones desde los cursos de agua (ríos, esteros y canales) esta es también una importante fuente de recarga al interior del área del proyecto debido a que los ríos son de escasa profundidad, muchos de ellos actúan como fuentes de recarga de los acuíferos y porque los canales de riego, tanto intra como extraprediales, son en su mayoría construidos en tierra y no se les realiza una buena mantención.

Finalmente, en cuanto a las inundaciones éstas no son muy frecuentes en el área del proyecto con excepción de situaciones invernales por la salida de los ríos y/o por desborde de los canales al no tomarse oportunamente la precaución de eliminar las bocatomas de los canales las cuales, en la gran mayoría de los casos, siguen siendo obras rústicas que deben ser construidas y eliminadas al inicio y término de cada temporada de riego.

5.5.9.4 Factor topografía

Como ya se señaló en párrafos anteriores, las características de relieve del terreno son fundamentales a la hora de crear problemas de mal drenaje. Por lo general terrenos con pendientes muy bajas, inferiores al 2 por mil, tienen serios problemas de drenaje porque el agua no escurre fácilmente en la superficie y porque al aumentar el tiempo en que el agua permanece en la superficie del suelo aumenta también el tiempo de infiltración.

Esta es una situación común en la depresión central del área del proyecto y es una de las razones, además de las descritas previamente, por las cuales es en estos sectores donde se encuentra concentrada la mayor superficie con problemas de drenaje de mayor o menor magnitud.

5.5.9.5 Superficie afectada por mal drenaje

Como se indicó anteriormente, en el área del proyecto no existen estudios específicos de drenaje a gran escala que permitan conocer con cierto detalle la gravedad del problema, su extensión y sus variaciones a lo largo del tiempo.

Los estudios de suelo existentes permiten hacer una buena aproximación al problema a partir de la clasificación de los mismos mediante clases o categorías de drenaje. A continuación se hace una breve descripción de este concepto.

5.5.9.6 Clases de drenaje

La Tabla 98 indica las categorías o clases de drenaje que han sido definidas por la Asociación de Especialistas en Agrología del Colegio de Ingenieros Agrónomos en conjunto con la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo tomando como base el Manual de Reconocimiento de Suelos del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos.

Tabla 98. Categorías o clases de drenaje.

Categoría	Descripción
1	Muy pobremente drenado
2	Pobremente drenado
3	Imperfectamente drenado
4	Moderadamente bien drenado
5	Bien drenado
6	Excesivamente drenado

A continuación se incluye una descripción simplificada del significado de cada una de estas categorías:

Muy pobremente drenado: El nivel freático permanece en o cerca de la superficie del suelo la mayor parte del tiempo. En terreno el nivel freático se encuentra por encima de los 45 centímetros, tiene condiciones específicas de color y presencia de moteados, concreciones, etc. Suelos de esta clase debido a un nivel freático fluctuante suelen tener colores oxidados debido al oxígeno disuelto en el agua. El drenaje artificial es requisito indispensable para realizar una actividad agrícola económicamente rentable.

Pobremente drenado: El suelo permanece húmedo la mayor parte del tiempo con un nivel freático que estacionalmente se encuentra cerca de la superficie por intervalos prolongados. En terreno el nivel freático se encuentra entre los 45 a 90 centímetros de profundidad por tiempo prolongado. El drenaje es necesario para el crecimiento de cultivos de arraigamiento medio y susceptibles al exceso de humedad.

Imperfectamente drenado: El suelo está húmedo por períodos significativos pero no por todo el tiempo. Esto se debe corrientemente a la presencia de un horizonte lentamente permeable o a un nivel freático alto. En terreno el nivel freático se presenta a una profundidad entre 90 a 150 centímetros de profundidad lo que restringe el crecimiento radicular, principalmente de frutales y otros altamente sensibles a la falta de oxígeno. El drenaje artificial es un requisito para el crecimiento de estos cultivos.

Moderadamente bien drenado: El perfil del suelo se encuentra mojado por una pequeña pero significativa parte del tiempo debido a un horizonte lentamente permeable en o inmediatamente por debajo del solum o a un nivel freático relativamente alto o intermitente, corrientemente a menos de 150 centímetros de profundidad. El drenaje artificial es necesario para algunos cultivos de arraigamiento profundo y de algunos otros que son particularmente sensibles a períodos cortos de pobre aireación.

Bien drenado: El agua es removida desde el suelo en forma natural, fácilmente pero no rápidamente, sin crear problemas de estancamiento y /o niveles freáticos altos. Estos suelos retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de un riego o lluvias. No requieren sistemas de drenaje artificial.

Excesivamente drenado: En estos suelos el agua es removida muy rápidamente. No retienen agua suficiente para el crecimiento de la mayoría de los cultivos. Requieren riegos frecuentes y con poco agua. En estos suelos podría justificarse la construcción de

drenes artificiales para manejar a voluntad la profundidad del nivel freático y así proceder a realizar riegos subsuperficiales.

A las categorías mencionadas es necesario agregar la de “drenaje alterado”. Esta condición corresponde a los cambios que ocurren en la condición del suelo sin que ello se refleje en la morfología del suelo. Tales modificaciones pueden deberse a actividades realizadas por el hombre tales como habilitación del suelo, ya sea por drenaje o riego, pero también puede deberse a un proceso natural como por ejemplo por la profundización de un estero, escurrimiento y filtraciones desde cursos de agua. Las condiciones de drenaje alterado deben ser consideradas en tanto afecten la potencialidad productiva de los cultivos.

Para los efectos de la definición del nivel freático tal como se ha indicado en las categorías anteriores, debe medirse la profundidad a que éste se encuentra y la fecha de ocurrencia. Debe medirse, además, el “estado saturado” que corresponde a la franja de suelo por sobre el nivel freático que se encuentra en una condición muy cercana a la saturación por efecto del alza capilar. Esto se conoce también como “orla capilar”.

Los límites que se definen para tal efecto son:

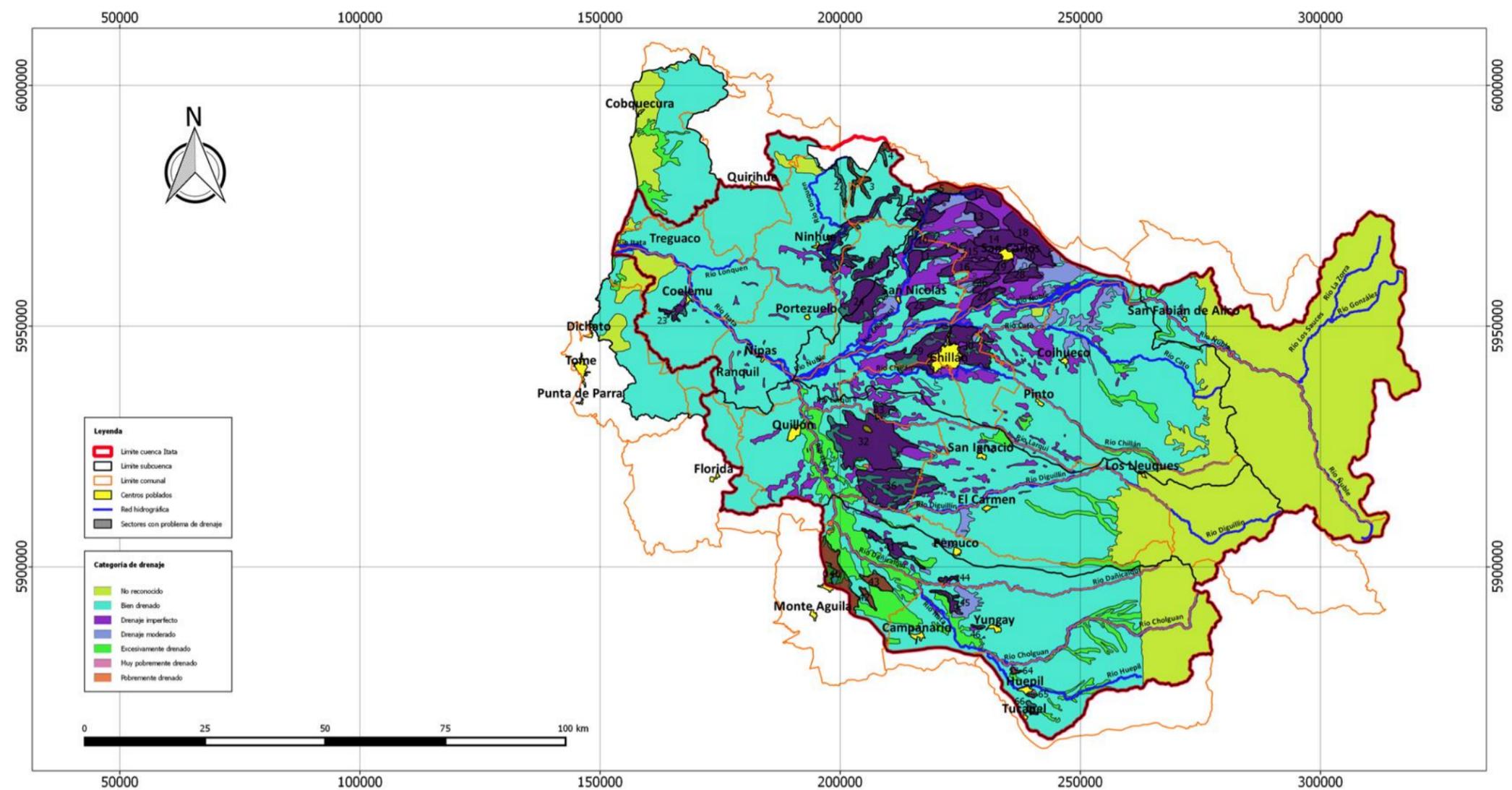
- a. El suelo está saturado por encima de los 25 centímetros
- b. El suelo está saturado por encima de los 50 pero no por encima de los 25 centímetros
- c. El suelo está saturado por encima de los 100 pero no por encima de los 50 centímetros
- d. El suelo está saturado por encima de los 150 pero no por encima de los 100 centímetros
- e. El suelo está saturado a una profundidad de 150 centímetros o más.

Finalmente, otra condición que debe considerarse es la “duración del estado saturado”. En relación a éste concepto, se definen las siguientes condiciones:

- a. Saturado un mes por año.
- b. Saturado uno a tres meses por año.
- c. Saturado tres a seis meses por año.
- d. Saturado más de seis meses por año.

5.5.9.7 Superficies por clases de drenaje en el área del proyecto

Los datos que figuran en las tablas siguientes han sido extraídos directamente de las referencias bibliográficas que se indican. Las áreas cubiertas por cada uno de los estudios se indican en la Figura 98.



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título SECTORES CON PROBLEMAS DE DRENAJE		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GRS80, Datum WGS84, Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 98. Sectores con problemas de drenaje.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Etapa I.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
1 Muy pobremente drenado	2.773,2	1,37
2 Pobremente drenado	620,0	0,30
3 Imperfectamente drenado	55.846,5	27,49
4 Moderadamente bien drenado	40.844,8	20,10
5 Bien drenado	93.235,9	45,90
6 Excesivamente drenado	9.842,8	4,84
Total clasificado	203.163,2	100
No clasificado	2.113,2	--
Total general	205.276,4	

Fuente: (AGROLOG Chile Ltda., 1987).

Tabla 100. Superficies por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Etapa II.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
1 Muy pobremente drenado	1.117,7	0,92
2 Pobremente drenado	2.471,2	2,02
3 Imperfectamente drenado	12.758,5	10,42
4 Moderadamente bien drenado a Imperfecto	2.056,8	1,68
Moderado	6.597	5,38
5 Bien drenado	89.082,5	72,80
6 Excesivamente drenado	8.294,9	6,78
Total clasificado	122.378,6	100
No clasificado	3.011,6	--
Total general	125.389,6	

Fuente: (AGROLOG Chile Ltda., 1988).

Tabla 101. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Complementario.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
1 Muy pobremente drenado	2.781	10,86
2 Pobremente drenado	597,2	2,33
3 Imperfectamente drenado	2.858,4	11,15
4 Moderadamente bien drenado	1.851,6	7,22
5 Bien drenado	15.727,2	61,35
6 Excesivamente drenado	1.818,4	7,09
Total clasificado	25.633,8	100
No clasificado	7.828,6	--
Total general	33.462,4	

Fuente: (AGROLOG Chile Ltda, 1989).

Tabla 102. Superficie por clase de drenaje en la cuenca del Itata. Área del proyecto Laja-Diguillín.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
1 Muy pobremente drenado	1.048	0,85
2 Pobremente drenado	3.762	3,06

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
3 Imperfectamente drenado	22.274,8	18,09
4 Moderadamente bien drenado	9.201,2	7,47
5 Bien drenado	68.724,8	55,83
6 Excesivamente drenado	18.090,4	14,70
Total clasificado	123.101,4	100
No clasificado	1.054,4	--
Total general	124.155,6	

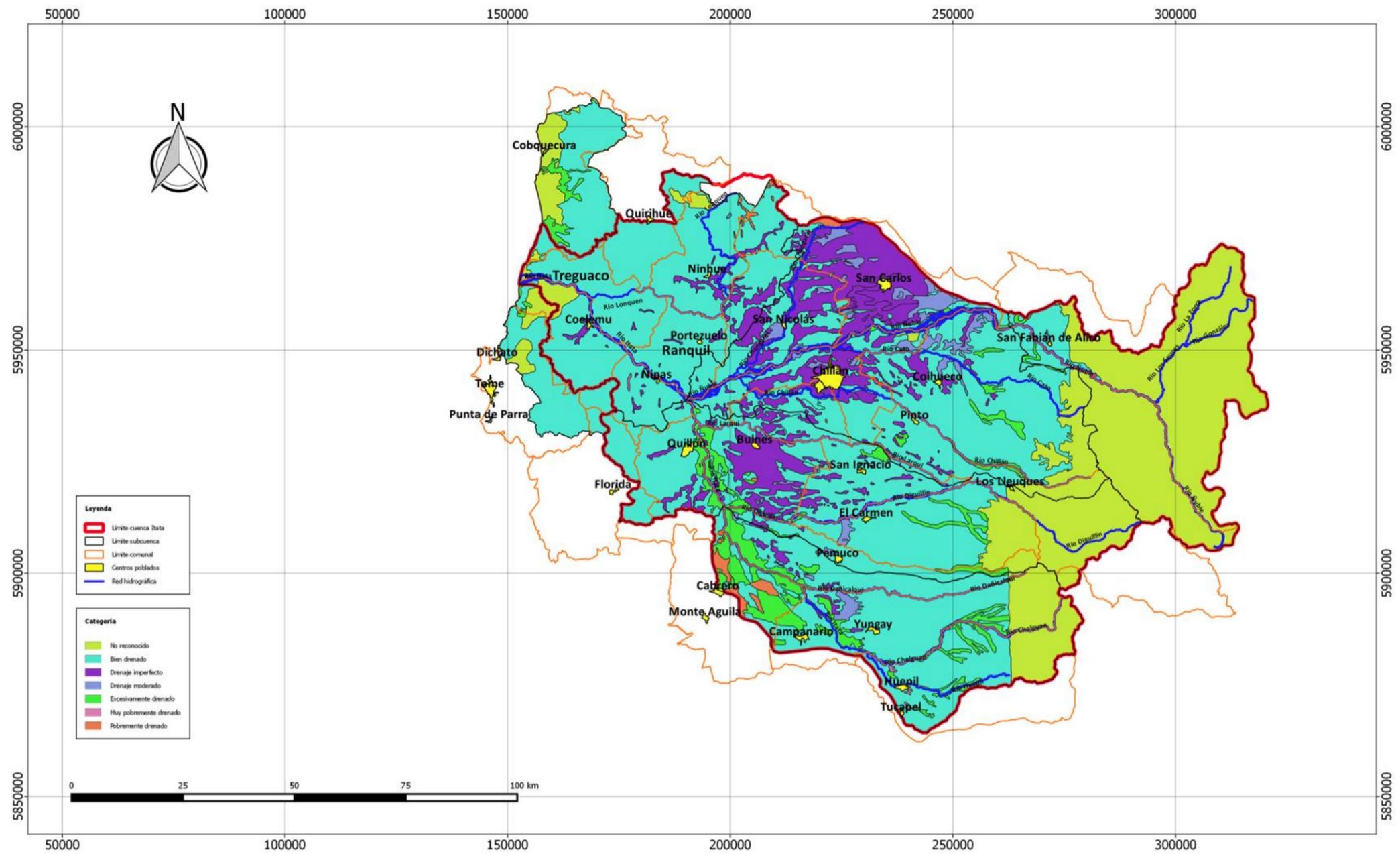
Fuente: (AGROLOG Chile Ltda., 1987).

Tabla 103. Superficie total por clase de drenaje en la cuenca del Itata.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje %
1 Muy pobremente drenado	7.719,9	1,63
2 Pobremente drenado	7.450,4	1,57
3 Imperfectamente drenado	93.738,2	19,76
4 Moderadamente bien drenado	60.551,4	12,77
5 Bien drenado	266.770,4	56,25
6 Excesivamente drenado	38.046,5	8,02
Total clasificado	474.276,8	100
No clasificado	14.007,2	--
Total general	488.284	

De la Tabla 103 es posible concluir que la mayor parte de la superficie estudiada en la cuenca del Itata tiene buen drenaje y por lo tanto no requiere de la inversión de fondos para mejorar dicha condición. Sin embargo, no es menor que prácticamente el 23 % de la superficie presente características entre imperfectamente drenado a muy pobremente drenado, lo que significa una superficie de casi 110.000 ha con problemas que definitivamente tienen un severo impacto en la economía de los propietarios de estos predios y muy especialmente en la economía de la cuenca.

La distribución geográfica de las áreas con las diferentes categorías de drenaje se muestran en la Figura 99, la cual fue extraída del documento elaborado por GCF Ingenieros consultores Ltda. (2008).



 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio PLAN DE RIEGO CUENCA DEL ITATA	Título SUELOS POR CATEGORÍA DE DRENAJE		
	Escala: 1 : 400.000	Sistema de Referencia: Elipsoide GR580, Datum WGS84. Universal Transversal de Mercator, Zona 19 S.	Fuente Cartográfica: Levantamiento en terreno	

Figura 99. Suelos por categorías de drenaje. Elaborado con información extraída de GCF Ingenieros consultores Ltda., 2008.
 Fuente: Elaboración propia.

5.5.9.8 Cartera preliminar de proyectos por sector

1. Considerando ésta situación, la Comisión Nacional de Riego encargó a la empresa GCF Ingenieros Consultores Ltda. (2008) la ejecución de una cartera de proyectos en las áreas más críticas y una posterior selección de ellos a partir de parámetros técnicos y económicos objetivos.
2. En este trabajo se ha optado por considerar la misma cartera, que se adjunta en forma resumida en las páginas siguientes, por estimar que representa adecuadamente las necesidades de recuperación de los suelos. No obstante, ésta deberá ser sometida posteriormente al análisis respectivo por parte de las comunidades involucradas para establecer las prioridades que corresponda, considerando la realidad económica actual por cuanto el trabajo mencionado fue publicado en el 2008, y desde entonces a la fecha ha habido cambios radicales en la agricultura nacional.
3. Asimismo, será necesario estudiar la posibilidad de incorporar otros sectores que, eventualmente, pudiesen tener ventajas comparativas con respecto a los indicados a continuación.
4. En el listado de proyectos que sigue a continuación se ha mantenido la misma numeración de los sectores, cuya distribución territorial se indican en la Figura 100, con el objeto de resguardar y dar el debido reconocimiento a los autores originales.

Sector 13

El sector 13 se ubica al norte de San Carlos, aproximadamente a 40 km aguas arriba de la confluencia del río Changaral con el río Ñuble. Sus coordenadas UTM de referencia son, N: 5.973.000 m; E: 768.000 m.

El acceso al sector se realiza desde San Carlos por la ruta N-200-M aproximadamente 6 km hacia el norte.

El sector tiene una superficie aproximada de 2028 ha. Los suelos corresponden principalmente a Capacidad de Uso III, IV y VII. En cuanto a Categoría de Drenaje, éstos se clasifican en Categoría 1 y 3. La superficie cultivable es de 1825 hectáreas en 55 predios.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de suelos de textura fina a muy fina y presencia de material subyacente compactado o cementado y topografía irregular. Es un problema de gravedad media.

La situación agropecuaria actual se basa en una agricultura de carácter extensivo, representada fundamentalmente por pradera natural de secano para la alimentación de ganado bovino, viñas en riego y cultivos de tipo tradicional como arroz, papas y trigo. Mejorando el problema de drenaje es posible incorporar hortalizas y frutales.

Sector 25

El Sector 25 se ubica al norte de Chillán, aproximadamente a 16 km aguas arriba de la confluencia del río Changaral con el río Ñuble. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.956.000 m; E: 755.000 m.

El acceso al sector se realiza desde Chillán hacia el norte por Ruta 5 Sur y luego aproximadamente 5 km hacia el poniente por ruta N-50.

Sobre una superficie de aproximadamente 1.539 ha, los suelos presentes en el sector corresponden principalmente a Capacidad de Uso III, IV, VI y VII. En cuanto al drenaje, los suelos se clasifican en categorías 1, 2 y 3. El sector involucra 42 propiedades, de todos los tamaños, que suman 1.385 ha cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje de este sector se debe a la presencia de suelos de textura fina y muy fina y material subyacente compactado o cementado. Es un problema de gravedad media a alta.

La situación agropecuaria actual se basa en la producción de cultivos tradicionales, viñas, algunos frutales y praderas naturales de riego para la alimentación de ganado bovino. Es posible aumentar la superficie de hortalizas y frutales.

Sector 26

El sector 26 se ubica al Sur poniente de San Carlos, aproximadamente 43 km aguas arriba de la confluencia del río Ñuble con el río Itata. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.960.000 m; E: 768.000 m.

El acceso al sector se realiza desde San Carlos por Ruta 5 Sur, aproximadamente 5 km hacia el sur.

Sobre una superficie aproximada de 812 ha, los suelos presentes en el sector corresponden a Capacidades de Uso III, IV y VII. En cuanto al drenaje, se clasifican en categorías 1 y 3. El sector involucra aproximadamente 22 propiedades, de todos los tamaños, que suman 730 ha cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de texturas finas y muy finas, material subyacente compactado o cementado y topografía irregular. Es un problema de gravedad media.

La situación actual agropecuaria se basa en la producción de cultivos tradicionales, viñas, algunos frutales y praderas naturales de riego para la alimentación de ganado bovino. Superado el problema es posible incrementar la superficie de frutales y hortalizas.

Sector 27

El sector 27 se ubica al Sur poniente de San Carlos, aproximadamente 40 km aguas arriba de la confluencia del río Ñuble con el río Itata. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.956.000 m; E: 767.000 m.

El acceso al sector se realiza por la Ruta 5 Sur. Desde Chillán aproximadamente 12 km hacia el norte, o desde San Carlos, 8 km hacia el sur.

Sobre una superficie aproximada de 1334 ha, los suelos presentes en el sector corresponden a Capacidades de Uso III, IV, VI y VII. En cuanto a drenaje los suelos se clasifican en categorías 1 y 3. El sector consta de 36 propiedades, de todos tamaños, que suman 1200 hectáreas cultivables.

La situación actual agropecuaria se basa en la producción de cultivos tradicionales, viñas, algunos frutales y praderas naturales de riego para la alimentación de ganado bovino. Potencialmente, es posible intensificar la superficie de hortalizas y frutales.

Sector 28

El sector 28 se ubica al sur de San Carlos, aproximadamente a 50 km aguas arriba de la confluencia del río Ñuble con el río Itata. Sus coordenadas de referencia son las siguientes, N: 5.961.000 m, E: 777.000 m.

El acceso al sector se realiza desde San Carlos, aproximadamente 4 km hacia el sur por ruta N-335.

Sobre una superficie aproximada de 1411 ha, los suelos presentes en el sector corresponden principalmente a Capacidad de Uso III, IV y VII. En cuanto a drenaje, los suelos se clasifican en categorías 1 y 3. Dentro del sector existen 38 propiedades, de todos los tamaños, que suman 1.270 hectáreas cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la existencia de suelos de textura fina y muy fina, material subyacente compactado o cementado, topografía irregular y presencia de humedales. Es un problema de gravedad media.

La situación agropecuaria actual se basa en la producción de cultivos tradicionales, viñas, algunos frutales y praderas naturales de riego para la alimentación de ganado bovino.

Sector 29

El sector 29 se ubica inmediatamente al poniente de Chillán, aproximadamente a 8 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Ñuble y Chillán. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.946.000 m, E: 754:000 m.

El acceso al sector se realiza desde Chillán hacia el poniente por ruta N-66-O.

Sobre una superficie aproximada de 5.634 ha, los suelos presentes en el sector corresponden principalmente a Capacidad de Uso III, IV, VI, VII y VIII. En cuanto a drenaje los suelos se clasifican en categorías 1, 2 y 3. El sector tiene 939 propiedades, de tamaño pequeño a mediano, que suman 5.070 hectáreas cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de texturas finas y muy finas, material subyacente compactado o cementado y existencia de humedales. Es un problema de gravedad media.

La situación agropecuaria actual se basa en la producción de cultivos tradicionales, viñas, algunos frutales y praderas naturales de riego para la alimentación de ganado bovino.

Sector 32

El sector 32 se ubica al Sur poniente de Chillán, alrededor de Bulnes, aproximadamente 6 km aguas arriba de la confluencia del río Larqui con el río Itata. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.929.000 m; E: 741:000 m.

El acceso al sector se realiza desde Bulnes hacia alrededores.

Sobre una superficie aproximada de 13.190 ha, los suelos presentes en el sector corresponden principalmente a Capacidad de Uso III, IV, VI, VII y VIII. En cuanto a drenaje, los suelos se clasifican en categorías 1, 2 y 3. En el sector existen 357 propiedades, de todos los tamaños, que suman 11.870 hectáreas cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de suelos con texturas finas y muy finas, topografía irregular y material subyacente compactado o cementado. Es un problema de gravedad media.

La situación agropecuaria actual se basa en una agricultura de riego y secano en base a producción de cultivos tradicionales, viña País y praderas naturales para las alimentación de ganado bovino.

Sector 36

El sector 36 se ubica al sur de Bulnes aproximadamente 7 km aguas arriba de la confluencia del río Diguillín con el río Itata. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.919.000 m, E: 746.000 m.

El acceso al sector se realiza desde la Ruta 5 hacia el oriente, por ruta N-75 a Pueblo Seco.

Sobre una superficie aproximada de 10.213 ha, los suelos presentes en el sector corresponden a Capacidad de Uso III, IV, VI y VII. En cuanto a drenaje, los suelos se clasifican en categorías 1, 2 y

3. El sector contempla un total de 276 propiedades, de todos tamaños, que suman 9.200 hectáreas cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de suelos de textura fina y muy fina, material subyacente compactado o cementado y topografía irregular. Es un problema de gravedad media.

La situación agropecuaria actual se basa en una agricultura de riego y secano en base a producción de cultivos tradicionales, viña y praderas naturales y riego para la alimentación de ganado bovino.

Sector 41

El sector 41 se ubica al Nororiente de Cabrero, aproximadamente 9 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Itata y Diguillín. Sus coordenadas UTM de referencia son las siguientes, N: 5.906.000 m, E: 745.000 m.

El acceso al sector se realiza desde Pemuco al poniente por ruta N-85 o desde Ruta 5 hacia el oriente por ruta N-85.

Sobre una superficie aproximada de 1.920 ha, los suelos presentes en el sector corresponde principalmente a Capacidad de Uso III, IV y VI. En cuanto a drenaje, los suelos se clasifican en categorías 2 y 3. En el sector existen 52 propiedades, de todos tamaños, que suman 1.730 ha cultivables.

De acuerdo a la tipología definida, el problema de drenaje en este sector se debe a la presencia de suelos de textura fina y muy fina, topografía irregular y presencia de material subyacente compactado o cementado. Es un problema de gravedad media.

La situación actual agropecuaria actual se basa en una agricultura de riego y secano en base a producción de cultivos tradicionales, viñas y praderas naturales para la alimentación de ganado bovino.

5.5.9.9 Conclusiones y recomendaciones

La cuenca del Itata tiene una importante superficie con suelos que presentan problemas de drenaje y que deben hacerse los esfuerzos técnicos y económicos para incorporarlos a una explotación intensiva.

El área con mayores problemas de drenaje dentro de la cuenca corresponde al sector de la etapa I del proyecto Itata con un 29.16% entre suelo muy pobremente drenados a imperfectamente drenados. Le sigue en importancia el área del proyecto Laja Diguillín con un 22% y finalmente la etapa II del proyecto Itata con un 13.26%.

En las áreas seleccionadas para ejecutar futuros proyectos es necesario realizar los estudios de terreno necesarios para obtener todos los parámetros de diseño tanto físicos, hidrológicos y de fluctuaciones de los niveles freáticos indispensables para un buen diseño.

Los sectores individualizados como posibles áreas de proyecto, deben ser analizados y discutidos con las comunidades involucradas para determinar las prioridades que corresponda.

Asimismo, a partir de las conversaciones con las comunidades, autoridades y servicios involucrados, es posible determinar otros sectores que deben ser incorporados a futuro.

Tanto los proyectos indicados como otros que se sugieran a futuro deberán ser evaluados técnica y económicamente antes de tomar una decisión.

5.5.9.10 Análisis crítico de la situación respecto del drenaje en el territorio

Enfrentar y resolver los problemas de drenaje agrícola, por lo general, no es una tarea simple porque por lo general no existe una buena percepción de que si el problema realmente existe o no, si es posible resolverlo y si es posible identificar las reales causas que lo están provocando. Además, no siempre se dimensiona correctamente la importancia económica del problema y su impacto en la economía a nivel predial, local, regional y nacional. Basta recordar que, tal como se señala en este documento, son miles las hectáreas con problemas de drenaje a nivel de la cuenca del Itata y un par de millones a nivel nacional. Cabe preguntarse entonces: ¿cuál es el impacto de esta realidad en el PIB nacional?, ¿qué es más conveniente para el país, dejar el problema en la condición actual o realizar las inversiones que corresponda para obtener la máxima productividad de estos suelos?.

Asimismo, es necesario destacar que esa falta de percepción relativa al impacto económico de los problemas de drenaje se debe a que, por lo general, la menor productividad y menor calidad de los productos se atribuye a otras causas tales como falta de nutrientes, siembras tardías, semillas de mala calidad, déficit o exceso de agua, etc..

En consecuencia, para abordar los problemas de drenaje en la cuenca del Itata es necesario tomar en consideración las condiciones actuales y futuras tanto en relación a las características climáticas, de los suelos, sistemas de riego y muy especialmente a los proyectos actuales y futuros que pretendan realizarse al interior de la misma.

En la Tabla 92 de este documento se indica que en la actualidad en la cuenca del Itata se riegan 77.948 hectáreas de un total de 486.923 hectáreas cultivables, lo que representa sólo el 16%. A su vez, en la Tabla 93 del mismo informe se señala que 65.068 hectáreas (83%) se riegan mediante sistemas gravitacionales (tendido y surcos) y 12880 hectáreas (17%) mediante sistemas mecánicos (aspersión, microjet, goteo y otros).

En atención a que los riegos gravitacionales son de baja eficiencia y por lo tanto presentan grandes pérdidas por percolación profunda y escorrentía superficial, no es de sorprenderse que la superficie afectada por problemas de drenaje al interior de la cuenca sea tan alta no obstante los esfuerzos que se hacen a través del Estado para introducir sistemas de riego de alta eficiencia. Sin embargo, debe persistirse en ésta política por cuanto esa es una de las formas de disminuir los problemas de drenaje.

Salvo que se tomen algunas medidas inmediatas, se diseñen los proyectos respectivos y se haga la provisión de fondos que se requiera, a futuro la situación no mejorará mayormente, corriendo el riesgo de empeorarse.

Efectivamente, la construcción de nuevos embalses tales como Punilla, Esperanza, Zapallar, Quilmen, Changaral y Lonquén y otros que están en carpeta, van a contribuir considerablemente a que los problemas de mal drenaje se incrementen en superficie y se

agraven en magnitud como consecuencia de: el aumento de la superficie regada con sistemas de baja eficiencia (tendido, surcos); la mayor cantidad de agua que estará disponible en las áreas actualmente bajo riego; por la puesta en riego de áreas nuevas (ej. áreas blancas del proyecto Laja Diguillín); por la modificación del radio hidráulico de los canales actuales para transportar los nuevos caudales; por la eliminación de la superficie sellada de los canales actualmente en uso y el consecuente aumento de las filtraciones; por la construcción de nuevos canales y otras actividades que sería largo enumerar.

Otro aspecto a considerar en éste análisis es lo que dice relación con el clima y particularmente la precipitación. Como se señaló anteriormente la lluvia junto a los excedentes de riego, es otra importante fuente de recarga de los suelos trayendo como consecuencia la acumulación de agua en la superficie y/o una elevación del nivel freático.

Tal como se ha presentado el clima al interior de la cuenca en los últimos años, en que se aprecia una considerable disminución en la precipitación anual, pareciera que éste es un tema que no debiera preocuparnos y que el “cambio climático” se encargará que los problemas de drenaje por esta causa, no sean tan recurrentes. No obstante, las estadísticas históricas dicen otra cosa.

A modo de ejemplo, si consideramos la precipitación máxima anual en 24, 48 y 72 horas consecutivas de lluvia registrada en la Estación Agrometeorológica de la Universidad de Concepción en Chillán (que se encuentra casi en el centro de la cuenca del Itata y es plenamente representativa del valle central de la misma), durante los años 1965 a 1990 y con un período de retorno de 5 años, es decir con una probabilidad de ocurrencia del 20 por ciento, los datos son: 97 mm en un día, 127 mm en dos días y 150 mm en tres días.

En consecuencia, la probabilidad de tener altas precipitaciones un día cualquiera del año (preferentemente entre otoño y primavera), son muy altas y dependerá de las características físicas e hidrodinámicas del suelo para que esto no se transforme en un grave problema de drenaje.

En definitiva, lo que se pretende insinuar es que el tema del drenaje amerita políticas públicas adecuadas, atención profesional especializada, recursos económicos suficientes y oportunos para enfrentar seriamente el problema y de esa forma encontrar las soluciones que sean técnicamente correctas, económicamente justificables y ambientalmente sustentables.

5.5.10 Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) en el Territorio

La información de los DAA existente oficial es la que está contenida en el Catastro Público de Aguas y está organizada sobre la base de lo que los propios usuarios han informado a la DGA más la información remitida por los conservadores de bienes raíces en cumplimiento del artículo 122 del Código de Aguas. La Dirección General de Aguas organiza la información con la que cuenta no por fuente natural (cuenca o río) sino por región.

Para los efectos de este estudio, se ha preparado una planilla (Anexo 12) filtrando la información de DAA constituidos en la región del Biobío, con el fin de mostrar los caudales de los derechos de aprovechamiento constituidos en la cuenca en estudio. Esta información fue

descargada del sitio Web de la DGA. Como resumen en la Tabla se muestra los caudales de los DAA concedidos en el territorio.

Tabla 104. Caudales de los DAA del territorio.

Subcuenca	Caudal anual promedio (ls⁻¹)	Caudal anual promedio derechos consuntivos (ls⁻¹)	Caudal anual promedio derechos No consuntivos (ls⁻¹)
Ñuble alto	387.441,57	64.032,49	323.409,08
Ñuble bajo	141.952,02	72.442,61	69.509,41
Itata alto	241.744,40	2.277,82	239.466,58
Itata bajo	4.362,62	4.260,12	102,50
Itata medio	79.878,66	17.639,30	62.239,36
Cuenca costera Cobquecura	4,00	4,00	0,00
Cuenca costera Tomé	9,90	9,90	0,00
Total cuenca Itata	855.393,18	160.666,25	694.726,93

5.5.11 Mercado del agua

De acuerdo a un informe de los economistas Guillermo Donoso Harris, José Cancino y otros del Departamento de Economía Agraria de la Pontificia Universidad Católica de Chile, un mercado de derechos de agua tiene las siguientes características:

En un mercado de derechos de aprovechamiento del recurso hídrico, éste se reasigna mediante el intercambio de algún tipo de derecho de propiedad, ya sea por un período limitado de tiempo (arriendo) o a perpetuidad (venta). De esta forma, las interacciones entre los compradores y vendedores de los derechos conforman el mercado de agua.

Cuando existe un mercado de derechos de aprovechamiento, los usuarios del recurso cuentan con los incentivos para realizar compras y/o ventas, que posibilitan la reasignación de los derechos de aprovechamiento, si es que los usos alternativos le entregan al recurso hídrico un mayor valor que los usos actuales. Así por ejemplo, un agricultor se beneficiará al vender su derecho de aprovechamiento cuando el valor del agua para la agricultura, dado por la utilidad esperada de su uso agrícola, es menor al precio ofrecido por el comprador.

Por otro lado, en un mercado de derechos de aprovechamiento en equilibrio, la oferta agregada de derechos de aprovechamiento es igual a la demanda de éstos. En este equilibrio, las distintas valoraciones del recurso por parte de los distintos agentes que intervienen en el mercado convergen, lográndose un precio de equilibrio que cumple con la Ley de un solo Precio. En un mercado eficiente que permite el encuentro e intercambio entre los múltiples agentes, las distintas valoraciones convergen a un precio que obedece a la interacción entre la oferta y la demanda del recurso. Por lo tanto, variaciones en el precio de los derechos son consecuencia de fluctuaciones, por ejemplo estacionales, de la oferta y/o demanda de agua.

Cabe señalar que, cuando los agentes económicos involucrados internalizan los costos de oportunidad, no se produce exclusivamente una reasignación inter sectorial, sino que también se puede producir una reasignación intra sectorial. Esta reasignación, por ejemplo, entre agricultores puede esperarse cuando existe una dotación desigual del recurso, producto de

cambios en la estructura de producción, por diferencias en el grado de aversión al riesgo, e incluso por diferencias en las capacidades empresariales de los agricultores. De hecho, existirá una reasignación de los derechos de aprovechamiento intra sectorial cada vez que la diferencia entre los valores marginales del agua de cada productor exceda los costos de transacción. (Donoso, G. , Cancino, J., & otros, 2010).

Los referidos investigadores señalan además que las condiciones prioritarias para el adecuado funcionamiento de un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas deben ser al menos las siguientes:

En función de la experiencia del equipo consultor y de los antecedentes expuestos en este informe, las condiciones prioritarias para establecer un sistema de mercado de derechos de aprovechamiento son:

- La existencia de escasez del recurso. Es decir, cuando el agua presenta un precio de escasez.
- La protección de la intangibilidad de los derechos de agua.
- Derechos de aprovechamiento claramente definidos.
- Libre transferibilidad del derecho.
- Regulaciones adecuadas que aborden las externalidades, perjuicios contra terceros, y el interés público, entre otras.
- Un contexto cultural de la sociedad acorde con el paradigma económico.
- Inventario del recurso hídrico.
- El agua debe tener sentido de individualidad, separarlo de la tierra.
- Seguridad del derecho:
 - Física: manejo, conocimiento y control de la fuente.
 - Jurídica del derecho
- Infraestructura que permita transferir los derechos.
- Mecanismo ágil para la resolución de conflictos.
- Mecanismo asignado dado con condiciones de mercado.
- Disponibilidad de información para los usuarios (educación y capacitación).
- Evaluar, medir y el establecer de un caudal ecológico mínimo para asegurar la disponibilidad del recurso.
- Diagnosticar, monitorear y proyectar la disponibilidad y escasez del recurso.

Y concluyen los citados economistas que, conforme a sus observaciones, los elementos que obstaculizan la reasignación de derechos de aprovechamiento de aguas mediante el mercado, son en resumen los siguientes:

“En el establecimiento de mercados de derechos de aprovechamiento también han existido elementos que ha obstaculizado la reasignación de derechos, entre ellos se debe mencionar los siguientes:

- La falta de obligación de uso, lo cual induce a comportamiento monopólico.
- Falta de un registro de los dueños de derechos.
- Falta de un mecanismo de resolución de conflictos ágiles.

- Derechos de agua no claramente definidos.
- Poca flexibilidad a los traspasos temporales.
- Rigideces de las infraestructuras que no permite el funcionamiento del mercado.

De acuerdo a dichos elementos y según la experiencia del consultor cabe señalar que la falta de obligación de uso ha sido importante en los DAA no consuntivos (sector hidroeléctrico). En la medida que la modificación de la Ley obliga al pago de una patente se debería agilizar la reasignación de los DAA. Por su parte, la falta de un registro de los dueños de derechos (o quien compra y vende) hace menos ágil el funcionamiento del mercado. Es necesario congregarse a potenciales usuarios en un mismo lugar donde se realicen las transacciones, por ejemplo una bolsa de derechos, o un mercado físico o electrónico interesado en comprar derechos. Finalmente cabe destacar que una rigidez en la infraestructura aumenta los costos de transacción, pues ésta se debe modificar si se transan derechos y cambia el punto de toma o captura del agua. Esto determina que existen personas que están en contra de la formalización de un mercado.

En las últimas décadas en nuestro país, crecientemente se ha desarrollado un debate acerca del rol que deben jugar los mercados, en especial, respecto de la reasignación de recursos naturales tales como el agua, que además es un bien nacional de uso público, es decir, un bien que pertenece a la Nación toda y que en su naturaleza de bien nacional es inapropiable por particulares e incluso por el propio Estado, en su dimensión patrimonial como Fisco. Existen partidarios y detractores del mercado como mecanismo de reasignación y tanto unos como otros presentan argumentos para sostener sus posiciones. Sin embargo, existe un escaso número de trabajos empíricos que proporcionen datos contrastables que expliquen el resultado real de los mercados de los derechos de aprovechamiento de aguas. Varios de los trabajos empíricos han sido desarrollados por investigadores extranjeros, motivados porque la excepcionalidad de Chile como uno de los pocos países del mundo que ha optado por mecanismos de mercado en la reasignación de recursos hídricos y otros han sido desarrollados por universidades y centros académicos y por organismos internacionales tales como la CEPAL y el Banco Mundial, lo que podría explicarse por la necesidad de financiamiento adecuado para este tipo de investigaciones que requiere trabajo de campo y procesamiento de datos e información que se encuentra dispersa en los distintos registros en las diferentes cuencas.

Es destacable sobre este punto la opinión del investigador Carl J Bauer, expresada en su libro de reciente reedición “Canto de Sirenas. El Derecho de Aguas Chileno como Modelo para Reformas Internacionales”. A propósito de los mercados de derechos de aprovechamiento de aguas, Carl Bauer expresa lo siguiente:

“A partir de 1995, las crecientes evidencias provenientes tanto de investigadores chilenos como extranjeros, incluyendo algunos que eran financiados por el Banco Mundial, llevaron a evaluaciones más equilibradas sobre las limitaciones de los mercados de aguas chilenos.

Un ámbito en el cual la sabiduría convencional experimentó un cambio fue en la cuestión de si los mercados chilenos eran ‘activos’, tal como pretendían sus primeros promotores. El primer estudio empírico que puso en tela de juicio tal afirmación fue un trabajo que publiqué en Chile a finales de 1993, que exponía los resultados de dos años de trabajo de campo realizado en

Chile (...) En estas publicaciones defendí que la evidencia disponible, cuantitativa y cualitativa, mostraba que las transacciones de derechos de agua eran de hecho bastante poco comunes en la mayor parte de Chile, y, por lo tanto, como regla general, los mercados de aguas chilenos eran relativamente inactivos. Más aún, la gran mayoría de las transacciones de derechos de agua ocurrieron dentro del sector agrícola y no implicaron usos no agrícolas de las aguas. Éstas eran observaciones empíricas más que una crítica del mercado de aguas, y gran parte de mi análisis buscaba explicar la observada inactividad de los mercados de aguas indagando sobre los muchos factores que limitaban las transacciones de derechos de aguas. Estos factores limitantes incluyen (en ningún orden particular de importancia):

- Limitaciones impuestas por la geografía física (los ríos chilenos son cortos y con pendientes y los trasvases entre cuencas, costosos) y por infraestructura rígida o inadecuada (por ejemplo, canales con marcos partidores de las aguas fijos y muy pocos embalses de almacenamiento).
- Complicaciones legales y administrativas, particularmente la incertidumbre y confusión sobre los títulos de los derechos de agua y el sistema de su registro.
- Resistencia cultural y psicológica a tratar el agua como una mercancía, especialmente por parte de los agricultores
- Señales de precios inconsistentes y variables respecto a la real escasez y el valor económico del agua (por ejemplo, los propietarios de derechos de agua raramente están dispuestos a vender, incluso si sus derechos no están siendo utilizados, y hasta muy recientemente las aguas subterráneas han sido una alternativa no explotada).

Los dos primeros factores en particular problemas de infraestructura y de títulos legales han sido temas comunes en todos los análisis subsiguientes de los mercados de aguas chilenos, tal como se discute más adelante. (...)

Un tema más crítico fue la eficacia de los incentivos de mercado de la ley para aumentar la eficiencia del uso y de la asignación del agua, y de forma específica para fomentar la inversión en la conservación del agua de tal modo que el agua ahorrada pudiera ser vendida (...)

Mi argumento era que estos incentivos de mercado habían sido casi enteramente ineficaces en la práctica. Los propietarios de derechos de aguas en Chile, rara vez venden algún derecho no utilizado o supuestamente 'excedente'; en lugar de eso, conservan tales derechos para protegerse de años de sequía ocasional o porque saben que el valor de esos derechos aumentará con el tiempo. Incluso donde los agricultores han invertido en un uso más eficiente de las aguas, su motivo ha sido mejorar sus rendimientos agrícolas o expandir sus superficies de cultivo, y no han vendido ningún excedente de agua resultante (...)

Mis críticas no estaban dirigidas a los mercados chilenos, sino a las pretensiones exageradas que se estaban haciendo respecto a su éxito. Yo estaba de acuerdo en que los mercados tenían la ventaja de permitir una reasignación flexible de los recursos hídricos, aún cuando esta ventaja era todavía más potencial que real a mediados de la década de los noventa. Predije que los mercados de aguas se harían más activos a medida que pasara el tiempo y en ciertas regiones de Chile, a medida que las demandas de agua y la relativa escasez aumentaran lo suficiente como para superar los obstáculos y los costos de transacción enumerados

anteriormente. En resumen, concluí que los beneficios económicos más importantes del Código de Aguas no han sido la consecuencia del comercio de derechos de aguas o de los incentivos de mercado, sino, en vez de eso, de la mayor seguridad legal de los derechos de propiedad, que ha estimulado la inversión privada en el uso del agua” (Bauer, 2015).

Según el documento “Política Nacional de Recursos Hídricos 2015” de la Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos Ministerio del Interior y Seguridad Pública, enero 2015, las transacciones derechos de aguas región del Biobío entre 1980 y hasta 2013, fueron 8760 de un total nacional de 123.045.

En el caso concreto de la cuenca del río Itata y de sus subcuencas, para realizar un estudio empírico respecto de los mercados que allí operan y de su profundidad resulta imprescindible recolectar una serie de información que debe ser procesada, ya que conocer el número de transacciones en un cierto período es insuficiente para llevar a cabo un análisis de tal envergadura. Entre otros se requiere de los siguientes elementos:

- Se necesitaría recolectar la información relevante de un número de transferencias representativas en cada subcuenca que permita modelar cada mercado específico.
- Se requeriría desagregar la información de las transferencias y sus precios respecto de los derechos de aprovechamiento de aguas cuando han sido incluidos en ventas conjuntas de tierras.
- Se requeriría homologar los derechos de aprovechamiento de aguas en una medida estándar que permita comparar las diferentes transferencias, atendida la dispersión de nomenclaturas de derechos que van, por ejemplo, desde caudales de volúmenes por unidad de tiempo, pasando por acciones, regadores o mercedes y hasta derechos expresados como “derechos de agua conforme a la cabida del predio” o “las aguas que corresponden al predio”, entre otras, variopintas menciones. Una posibilidad es homologar a caudales de l/s que permitan comparar precios.
- Se debería seleccionar los tipos de derechos de aprovechamiento materias de las transferencias de acuerdo a sus características esenciales (superficial, subterráneo, consuntivo, no consuntivo, de ejercicio permanente o eventual, continuo o discontinuo).
- Se debería considerar costos de transacción y costos de infraestructura con el fin de determinar la influencia de estos costos en el mercado.

5.5.12 Gestión Institucional Pública para el apoyo al riego

5.5.12.1 Contexto Normativo Nacional

Constitución Política de la República: En la actual Constitución Política, se puede encontrar un conjunto de principios que informan el Ordenamiento Jurídico en cuanto a la distribución de potestades (poderes deberes) de las autoridades y órganos públicos, pero en la misma constitución se reconoce explícitamente la garantía constitucional del derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas.

- a) Regla de supremacía constitucional que rige al Estado y a los particulares:

El artículo 6º de la Constitución Política de Chile, establece la regla de la supremacía constitucional, que vincula a todos los órganos estatales y a toda persona, institución o grupo, en términos de someter sus actuaciones a la Constitución y a la ley:

“Artículo 6º.- Los órganos del Estado deben someter su acción a la Constitución y a las normas dictadas conforme a ella, y garantizar el orden institucional de la República.

Los preceptos de esta Constitución obligan tanto a los titulares o integrantes de dichos órganos como a toda persona, institución o grupo.

La infracción de esta norma generará las responsabilidades y sanciones que determine la ley.”

Una disposición similar se establece en el artículo 2º la Ley Nº 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado, en que se reitera la regla de supremacía constitucional y se agrega una regla relativa al principio de legalidad, de acuerdo al cual se construye el concepto de competencia o potestad pública.

b) Principio de juridicidad y concepto de competencia o potestad (poder deber):

Para el profesor Eduardo Soto Kloss, la noción del principio de juridicidad es “la sujeción integral a Derecho de los órganos del Estado tanto en su ser como en su obrar”.

Este principio tiene su expresión en los artículos 1º, 6º y 7º todos de la Constitución Política de Chile. Cabe tener presente que, la doctrina distingue más específicamente el artículo 7º de la Constitución, como la norma que establece el principio de legalidad, esto es, la sujeción a la ley en el Ordenamiento Jurídico Chileno.

“Artículo 7º.- Los órganos del Estado actúan válidamente previa investidura regular de sus integrantes, dentro de su competencia y en la forma que prescriba la ley.

Ninguna magistratura, ninguna persona ni grupo de personas pueden atribuirse, ni aun a pretexto de circunstancias extraordinarias, otra autoridad o derechos que los que expresamente se les hayan conferido en virtud de la Constitución o las leyes.

Todo acto en contravención a este artículo es nulo y originará las responsabilidades y sanciones que la ley señale.”

Estrechamente vinculado al principio de juridicidad o sujeción a Derecho, surge el concepto de competencia o potestad de los órganos estatales.

c) La garantía de la autonomía de los grupos intermedios:

El artículo 1º inciso tercero de la Constitución señala a este propósito:

“El Estado reconoce y ampara a los grupos intermedios a través de los cuales se organiza y estructura la sociedad y les garantiza la adecuada autonomía para cumplir sus propios fines específicos.”

Entre estos grupos intermedios se encuentran, por ejemplo, las Organizaciones de Usuarios de Aguas.

d) Bien común como único fundamento de actuación de los órganos públicos:

Los órganos públicos no tienen derechos sino potestades finalizadas, y el único fundamento o motivación jurídica debe ser la promoción del bien común. Así se desprende del artículo 1º, inciso cuarto de la Constitución:

“El Estado está al servicio de la persona humana y su finalidad es promover el bien común, para lo cual debe contribuir a crear las condiciones sociales que permitan a todos y a cada uno de los integrantes de la comunidad nacional su mayor realización espiritual y material posible, con pleno respeto a los derechos y garantías que esta Constitución establece.”

e) Derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas:

El artículo 19 N° 24, inciso final, de la Constitución consagra la garantía de la propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas:

“Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos;”

Con fecha 13 de octubre de 2015, el Ejecutivo anunció públicamente el inicio de un proceso de Nueva Constitución Política, que tiene en su propuesta las siguientes etapas (Gobierno de Chile, 2015):

- I. Educación Cívica y Constitucional
- II. Diálogos Ciudadanos
- III. Consejo Ciudadano de observadores
- IV. Reforma Constitucional
- V. Comisión Bicameral
- VI. Convención Constituyente mixta
- VII. Asamblea Constituyente
- VIII. Plebiscito ciudadano

Código de Aguas: Como se ha expresado, en la Honorable Cámara de Diputados de Chile, se encuentra en plena discusión parlamentaria, en primer trámite legislativo, un proyecto de ley de reforma al Código de Aguas, iniciado por moción, ingresada en la cámara con fecha 17 de marzo de 2011, que corresponde al Boletín N° 7543-2012. Mediante el Oficio N° 459-362 de fecha 8 de septiembre de 2014, el Ejecutivo remitió una indicación sustitutiva al proyecto de reforma al Código de Aguas, que incluye diversas disposiciones.

DFLN° 1.123 sobre Normas para la Ejecución de Obras Riego por el Estado: Este cuerpo legal responde al principio de subsidiariedad del Estado para la satisfacción de necesidades públicas, que no pueden ser atendidas por propia iniciativa del privado, fundamentalmente por la envergadura y complejidad de los proyectos.

La norma sustancial a este respecto se encuentra en el artículo 1º de esta ley:

“Artículo 1º- Todas las obras de riego que se ejecuten con fondos fiscales se someterán a las disposiciones del presente decreto con fuerza de ley.

Las obras que se construyan deberán haber sido previamente evaluadas y aprobadas por la Comisión Nacional de Riego.

El Ministerio de Obras Públicas se encargará de coordinar la acción de los interesados en participar de los beneficios de estas obras.”

Las potestades del Ministerio de Obras Públicas a este respecto se ejercen a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, en lo fundamental, en lo relativo a la preparación de anteproyectos y proyectos de obras de riego, asumiendo esa repartición las funciones de la antigua Dirección de Riego.

Ley N° 18.450 sobre Normas para el Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje: El núcleo esencial de este cuerpo legal se encuentra en el artículo 1°, que define este subsidio estatal que se administra mediante concursos públicos:

“Artículo 1º.- El Estado, por intermedio de la Comisión Nacional de Riego, bonificará el costo de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje, así como de proyectos integrales de riego o drenaje que incorporen el concepto de uso multipropósito; inversiones en equipos y elementos de riego mecánico o de generación; y, en general, toda obra de puesta en riego u otros usos asociados directamente a las obras bonificadas, habilitación y conexión, cuyos proyectos sean seleccionados y aprobados en la forma que se establece en esta ley.

La bonificación del Estado a que se refiere esta ley se aplicará de la siguiente manera:

- a) Los pequeños productores agrícolas a quienes la ley orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario defina como tales tendrán, derecho a una bonificación máxima del 90%.
- b) Los postulantes de una superficie de riego hasta 40 hectáreas ponderadas podrán postular a una bonificación máxima de 80%.
- c) A los postulantes de una superficie de riego ponderada de más de 40 hectáreas se les aplicará una bonificación máxima de 70%.

Hasta un dos por ciento de los recursos anuales disponibles para bonificaciones será destinado a concursos de agricultores que superen las doscientas hectáreas ponderadas de superficie, debiendo la Comisión Nacional de Riego llamar a concursos especiales para este efecto.

La tabla de conversión de hectáreas físicas a hectáreas ponderadas deberá estar incorporada al Reglamento de esta ley y podrá ser modificada por el Consejo de Ministros de la Comisión.

Asimismo, se bonificarán los gastos que involucren la organización de comunidades de aguas y de obras de drenaje a que hace referencia el inciso tercero del artículo 2°.

La Comisión considerará objetivos ambientales en los proyectos de riego bonificados por la ley, siendo susceptibles de bonificación las inversiones cuyos sistemas productivos impidan la degradación del suelo, de la biodiversidad o cualquier tipo de daño ambiental, de acuerdo a las condiciones que determinen la ley N° 19.300 y el Reglamento de la ley N°18.450.

Excepcionalmente, en casos calificados por la Comisión Nacional de Riego, podrán bonificarse como proyectos anexos a los de riego propiamente tales, obras destinadas a solucionar problemas de agua en el sector pecuario y otros relacionados con el desarrollo rural de los predios o sistemas de riego que se acojan a los beneficios de esta ley.

La suma del costo de las obras y el monto de las inversiones a que se refieren los incisos anteriores para efectos de la bonificación no podrá exceder de 50.000 unidades de fomento, sin perjuicio de que el costo total de la obra pueda ser mayor.

En todo caso, el aporte en los proyectos intraprediales se calculará sobre un máximo de 50.000 unidades de fomento, siendo la diferencia de cargo del postulante.

En el caso en que los postulantes sean organizaciones de usuarios definidas por el Código de Aguas o comunidades de aguas y de obras de drenaje que hayan iniciado su proceso de constitución, podrán presentar proyectos de un valor de hasta 250.000 unidades de fomento, que beneficien en conjunto a sus asociados, comuneros o integrantes.

Los proyectos cuyo costo no supere las 30.000 unidades de fomento podrán postular a la bonificación máxima establecida en los artículos 1º y 3º de esta ley, según corresponda. Igualmente, los proyectos cuyo costo sea superior al monto señalado podrán postular a las bonificaciones máximas antes referidas, en la parte que no exceda de las 30.000 unidades de fomento. Para cada uno de los demás tramos incrementales situados por sobre las 30.000 unidades de fomento, la bonificación máxima a la que se podrá postular irá disminuyendo de acuerdo a lo establecido en el reglamento.

Los proyectos cuyo costo supere las 15.000 unidades de fomento deberán contar previamente con Recomendación Favorable del Ministerio de Desarrollo Social. El plazo para pronunciarse respecto de la recomendación será de 60 días corridos, contado desde la fecha de ingreso de la respectiva solicitud ante el mencionado Ministerio. El interesado podrá invocar el silencio administrativo positivo en caso de no existir pronunciamiento de la autoridad dentro del plazo antes señalado.

Los concursos para la bonificación de proyectos cuyo valor sea superior a 15.000 e inferior a 250.000 unidades de fomento se registrarán por un procedimiento especial contemplado en el reglamento.”

DFL N° 164 de 1991, Ley de Concesiones de Obras Públicas: Esta ley define procedimentalmente el sistema de concesiones de obras públicas.

“Artículo 1º.- La ejecución, reparación, conservación o explotación de obras públicas fiscales, por el sistema establecido en el artículo 87 del decreto supremo N° 294, del Ministerio de Obras Públicas, de 1985, las licitaciones y concesiones que deban otorgarse, ya se trate de la explotación de las obras y servicios; del uso y goce sobre bienes nacionales de uso público o fiscales, destinados a desarrollar las áreas de servicios que se convengan; de la provisión de equipamiento o la prestación de servicios asociados, se registrarán por las normas establecidas en el presente decreto con fuerza de ley, su reglamento y las bases de la licitación de cada contrato en particular, que el Ministerio de Obras Públicas elabore al efecto.

Las concesiones que se otorguen contemplarán la obligación del concesionario de cumplir, durante toda la vigencia de la concesión, con los niveles de servicio, estándares técnicos o ambos, establecidos en las respectivas bases de licitación, para las diferentes etapas y condiciones de la concesión.”

Ley N° 19.300 sobre bases del medio ambiente: Es la ley marco y conceptual de la gestión ambiental desde la perspectiva pública. Desde el punto de vista orgánico define los órganos públicos fundamentales con competencias ambientales. Desde el punto de vista funcional y procedimental establece las reglas y procedimientos para la evaluación ambiental de los proyectos.

Ley N° 18.575 Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado: Esta ley contiene un principio fundamental en relación a los organismos que forman parte integrante de la Administración del Estado que el principio de coordinación y que se expresa en los siguientes términos:

“Artículo 5º. Las autoridades y funcionarios deberán velar por la eficiente e idónea administración de los medios públicos y por el debido cumplimiento de la función pública.

Los órganos de la Administración del Estado deberán cumplir sus cometidos coordinadamente y propender a la unidad de acción, evitando la duplicación o interferencia de funciones.”

Ley N° 19.880 de Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Organismos de la Administración del Estado: Es una ley supletoria de otras leyes especiales que reglen procedimientos administrativos y que reconoce principios básicos de la gestión administrativa, define el concepto de acto administrativo, la motivación de los actos, las formalidades para su creación, el cómputo de plazos, formas de notificación, entre otros y los medios de impugnación o recursos administrativos.

A falta de procedimiento especial establecido por otra ley, se debe aplicar este estándar de procedimiento.

Ley N° 19.175 Orgánica Constitucional de los Gobiernos Regionales: Es la ley marco de la gestión de los gobiernos regionales y de los intendentes regionales. Contiene el listado de potestades públicas, competencias y funciones con que se dota a estos órganos. Se analizarán las normas pertinentes en la referencia al Gobierno Regional que se consigna más adelante.

Convenio OIT 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales de 1989: Es un tratado internacional ratificado por Chile, y en esa calidad pasa a ser ley interna del país, entrando en vigencia el 15 de septiembre de 2009.

A este respecto cabe citar el libro “Las Aguas Indígenas en Chile” (Yañez, N. & Molina, R., 2011):

“El 26 de noviembre del año 2009, la Corte Suprema reconoció que la comunidad indígena Chuzmiza Usmagama, tenía derechos ancestrales de aprovechamiento de aguas sobre la quebrada del mismo nombre, argumentando que éstos se encontraban refrendados por la Ley Indígena y el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (...)

De acuerdo con esta jurisprudencia, es posible sostener que el sistema jurídico chileno, se nutre del derecho internacional en materia de Derechos Humanos y ha recogido, a nivel tanto constitucional como legal y jurisprudencial, la normativa internacional para constituir bases normativas sólidas que permitan paulatinamente una mayor protección de los Derechos Humanos y el pleno cumplimiento de las obligaciones internacionales del Estado.

Los casos bajo análisis son de particular importancia porque extienden la protección constitucional a situaciones de resolución compleja en el ámbito de los Derechos Humanos, como lo es la protección de los territorios indígenas y el hábitat que le da sostenibilidad, en particular los recursos hídricos. (...)

Una conquista progresiva en la jurisprudencia chilena, como ha sido consignado precedentemente, es la protección del derecho de propiedad comunal indígena sobre las aguas de uso ancestral, establecido por la Corte Suprema, en el caso de la comunidad indígena Toconse vs. ESSAN S.A y el de Chusmiza -Usmaga vs. La Empresa Embotelladora Chusmiza S.A.”

5.5.12.2 Análisis Instituciones

Desde el punto de vista estatal, cabe tener presente el diagnóstico y propuestas mencionados en el documento de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos titulado “Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015”:

“En la actualidad, Chile posee más de 42 instituciones que tienen relación directa con la gestión de los recursos hídricos. Esta situación ha provocado serios problemas de coordinación y ha obstaculizado una adecuada priorización de los recursos e instrumentos destinados a una mejor gestión y administración de los recursos hídricos. Se estudiará la creación de una instancia u organismo de coordinación interinstitucional permanente, que facilite y conduzca la gestión coordinada del recurso hídrico. En el desarrollo de sus tareas conducentes a la implementación de la Política Nacional para los Recursos Hídricos este organismo deberá recoger las singularidades de las distintas regiones del país. Para la puesta en marcha de esta nueva institucionalidad se sugiere implementar, como etapa transitoria, un Consejo de Ministros para los Recursos Hídricos con un servicio asociado dependiente del Consejo de Ministros y encabezado por un Director Ejecutivo. A su vez, el Consejo de Ministros debería estar presidido por un Ministro del área política, similar a la experiencia con la que se inició la Comisión Nacional del Medio Ambiente y de la Comisión Nacional de Energía, que dieron lugar posteriormente a los Ministerios del Medio Ambiente y de Energía respectivamente. Este último Ministerio se originó a partir de una Comisión Interministerial de Energía cuyo Presidente tenía rango de Ministro pero no existía un Ministerio de Energía. Australia tiene una figura similar donde existe un Ministro del Agua pero no existe un Ministerio sino una Comisión Nacional del Agua, donde participan varios Ministros. La nueva institucionalidad velará y apoyará la elaboración de planes regionales de desarrollo y gestión de los recursos hídricos. Estos planes fijarán directrices respecto de las realidades, necesidades y prioridades locales, en el marco de los lineamientos establecidos en la Política Nacional para los Recursos Hídricos. En relación a la actual emergencia hídrica se han designado coordinadores regionales con la tarea de proponer acciones inmediatas para combatir la emergencia que viven las principales regiones del país. Adicionalmente, estos coordinadores tienen como función principal coordinar las Mesas Territoriales del Agua con la participación de los diferentes sectores, elaborando un diagnóstico y plan de acción local.”

La Comisión Nacional de Riego: El artículo 1º del Decreto Ley N° 1.172, de 1975, que creó la Comisión Nacional de Riego, Ley Orgánica de la Comisión Nacional dispuso lo siguiente:

“Artículo 1°.- Créase la Comisión Nacional de Riego como persona jurídica de derecho público, cuyo objeto será asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Se relacionará con el Supremo Gobierno a través del Ministerio de Agricultura”.

Se trata entonces de un órgano estatal, descentralizado con personalidad jurídica propia, de Derecho Público, cuyo objeto es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país.

En su estructura orgánica la Comisión Nacional de Riego está conformada por un Consejo de Ministros, integrado por el Ministro de Agricultura, quien lo presidirá; el Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción; el Ministro de Hacienda; el Ministro de Obras Públicas y el Ministro de Planificación y Cooperación. Este Consejo tiene la atribución de planificar y coordinar las acciones y políticas públicas de la CNR. Además existe un Secretario Ejecutivo a quien corresponde implementarlas.

La Ley Orgánica de la Comisión Nacional menciona las siguientes competencias o potestades:

“Artículo 3°.- El Consejo tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- a) Planificar, estudiar y elaborar proyectos integrales de riego;
- b) Evaluar los proyectos de riego de que elabore o se le presenten;
- c) Celebrar convenios con Ministerios, particulares o con empresas de Justicia nacionales o extranjeras sobre estudios o proyectos integrales de riego;
- d) Supervigilar, coordinar y complementar la acción de los diversos organismos públicos y privados que intervienen en la construcción, destinación y explotación de obras de riego;
- e) Proporcionar a los organismos que corresponda, los antecedentes para la asignación de los recursos nacionales o internacionales, necesarios para la consecución de sus fines y gestionar su obtención;
- f) Representar al Estado en la obtención de créditos externos, de acuerdo con las normas legales vigentes, para los fines del presente decreto ley;
- g) Adoptar los acuerdos necesarios para la obtención del objeto que señala el presente decreto ley, y
- h) Implementar por intermedio del Secretario Ejecutivo o de los servicios dependientes o que se relacionan con el Supremo Gobierno, a través de los Ministerios de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Obras Públicas, de Agricultura y de Planificación y Cooperación, u otro si fuere del caso, las funciones que estime convenientes.”

La Comisión Nacional de Riego, a través de su Secretario Ejecutivo y específicamente a través de su Departamento de Fomento al Riego esté encargada de la administración de los concursos públicos de la Ley N° 18.450 sobre normas de fomento a la inversión en obras de riego y drenaje.

Entre las competencias o potestades, establecidas en el artículo 3° Decreto Ley N° 1.172 de 1975, no aparece ninguna que explícitamente se refiera al rol de la Comisión Nacional Riego en el apoyo o fortalecimiento de las Organizaciones de Usuarios de Aguas. Sin embargo en la letra a) del mencionado artículo se señala a los “proyectos integrales de riego” como una función de

la CNR, de lo que podría desprenderse la necesidad del desarrollo de capacidades y asesoría a las Organizaciones que son beneficiarias de la obra física. Por otra parte, de la lectura en la letra d) del mismo artículo, queda en evidencia que la Comisión Nacional de Riego puede coordinar y complementar la acción de organismos no solamente públicos sino que también privados que intervengan en la explotación de obras de riego.

Se ha tomado como referencia para este acápite el estudio titulado "Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maipo Fase II" (Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, 2008).

La Dirección de Obras Hidráulicas: Es un organismo público dependiente del Ministerio de Obras Públicas, creado por la Ley N° 19.525 que modificó la Ley Orgánica del Ministerio de Obras Públicas.

La Dirección de Obras Hidráulicas reemplazó a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas en todas las referencias que se hagan por las leyes a esa institución El Artículo 3° de la Ley N° 19.525 dispuso a este respecto lo siguiente:

"Artículo 3°.- Modifícase el decreto supremo N° 294, de 1984, del Ministerio de Obras Públicas, que fijó el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 15.840, Orgánica del Ministerio de Obras Públicas, y del decreto con fuerza de ley N° 206, Ley de Caminos, en la siguiente forma:

1. Sustitúyase, en el artículo 12 y en todos aquellos artículos en que aparecieren las palabras "Dirección de Riego" por "Dirección de Obras Hidráulicas", y
2. Intercálese, en el artículo 13, la siguiente letra m), nueva, pasando las actuales letras m) y n) a ser letras n) y o), respectivamente: "m) La planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento de las obras de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hasta su evacuación en cauces naturales."

Corresponden a la Dirección de Obras Hidráulicas, entre otras competencias, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y explotación de obras de riego que se realicen con fondos fiscales. La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias. La Dirección de Obras Hidráulicas y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, según corresponda, podrán contratar la realización de las obras correspondientes. El estudio, proyección, construcción y reparación del abovedamiento de los canales de regadío que corren por los sectores urbanos de las poblaciones, siempre que dichos canales hayan estado en uso con anterioridad a la fecha en que la zona por donde atraviesan haya sido declarada dentro del radio urbano y que dichas obras se construyan con fondos fiscales o aportes de las respectivas municipalidades.

También la Dirección de Obras Hidráulicas, a través de sus direcciones regionales, concurre por delegación, en ciertas actuaciones de los concursos de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje, regidos por la Ley N° 18.450, entre las cuales destacan la inspección de las obras postuladas en los proyectos que concursan y certificación de inicio anticipado de obras

para los efectos del artículo 4° de la citada Ley N° 18.450. Por otra parte, participa en los proyectos de construcción de instalaciones para dotar de agua potable a las localidades rurales.

Para este acápite se ha tomado como referencia el estudio titulado “Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maipo Fase II (Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, 2008).

La Dirección General de Aguas: La Dirección General Aguas, orgánicamente, como autoridad pública en materia de recursos hídricos se encuentra definida por el artículo 298 del Código de Aguas:

“Art. 298. La Dirección General de Aguas es un servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas. El jefe Superior de este servicio se denominará Director General de Aguas y será de la exclusiva confianza del Presidente de la República”

Las principales potestades de la Dirección General de Aguas se encuentran establecidas en el artículo 299 del Código de Aguas, sin perjuicio de otras atribuciones y competencias señaladas a través de diversas normas del mismo cuerpo legal y en otras disposiciones legales.

“Art. 299. La Dirección General de Aguas tendrá las atribuciones y funciones que este código le confiere, y, en especial, las siguientes:

- a) Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento;
- b) Investigar y medir el recurso. Para ello deberá:
 - Mantener y operar el servicio hidrométrico nacional y proporcionar y publicar la información correspondiente.
 - Encomendar a empresas u organismos especializados los estudios e informes técnicos que estime conveniente y la construcción, implementación y operación de las obras de medición e investigación que se requiera.
 - Propender a la coordinación de los programas de investigación que corresponda a las entidades del sector público y a las privadas que realicen esos trabajos con financiamiento parcial del Estado.
 - Para la realización de estas funciones la Dirección General de Aguas deberá constituir las servidumbres a que se refiere el artículo 107;
- c) Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización previa del servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición o modificación;
- d) En el caso de que no existan Juntas de Vigilancia legalmente constituidas, impedir que se extraigan aguas de los mismos cauces sin título o en mayor cantidad de lo que corresponda. Para estos efectos, podrá requerir el auxilio de la fuerza pública en los términos establecidos en el artículo 138 de este Código, y
- e) Supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios, de acuerdo con lo dispuesto en este Código.”

Potestades básicas (Art. 299):

- a) Potestades sobre limitación al otorgamiento del caudal solicitado: (Art. 147 bis inciso segundo).
- b) Potestades sobre paralización de obras en cauces naturales (Art. 129 bis 2).
- c) Potestades sobre control y medición de los recursos hídricos (Art. 129 bis 3).
- d) Potestades sobre vertidos de aguas provenientes de obras de recuperación de terrenos húmedos o pantanosos: (Art. 129 bis).
- e) Potestades relativas a las sequías: (Art. 314 incisos tercero y cuarto).
- f) Potestades de fiscalización e intervención de organizaciones de usuarios por denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión financiera de las organizaciones de usuarios (Art. 283 y Art. 291).

La Dirección General de Aguas debe conceder los derechos que se solicitan, siempre que sea procedente desde un punto de vista legal y no se afecten derechos de terceros (lo que se traduce en el cumplimiento de los requisitos formales de las solicitudes, la publicidad de las mismas y la posibilidad que se presenten eventuales oposiciones por terceros interesado).

Hay una preferencia en la asignación para el abastecimiento de las poblaciones en caso de que no existan otros medios para obtener el agua.

Existe la posibilidad de que la Dirección General de Aguas otorgue un derecho por caudales o características distintas de las solicitadas por el interesado, ello por razones de disponibilidad.

Las solicitudes se deben resolver de modo de garantizar la preferencia de quienes presentan su solicitud antes en el tiempo.

Para este acápite se ha tomado como referencia el estudio titulado “Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maipo Fase II (Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, 2008).

El Ministerio de Agricultura: El Decreto con Fuerza de Ley N° 294 de 1960, Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura, establece las atribuciones de esta secretaría de Estado:

“Artículo 1°. El Ministerio de Agricultura será la Secretaría de Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar las industrias agropecuaria y pesquera del país. Su acción estará encaminada, fundamentalmente, a obtener el aumento de la producción nacional; la protección de los recursos naturales renovables del ámbito silvoagropecuario, sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio del Medio Ambiente, y el mejoramiento de las condiciones de nutrición del pueblo.”

“Artículo 2. ° Corresponderán, en consecuencia, al Ministerio de Agricultura las siguientes funciones y atribuciones:

1. Planificar y dirigir la realización de la política agraria y pesquera que fije el Presidente de la República;
2. Procurar el mejoramiento de las condiciones de vida de los campesinos y pescadores;
3. Derogado;
4. Determinar las razas del ganado mayor y menor, las especies de peces y las variedades de los vegetales y de las aves que sean más apropiadas para las diferentes regiones del

país, con el objeto de propender a la racionalización de la producción agrícola y pesquera;

5. Fijar las normas sobre las cuales deberá realizarse el fomento equino y determinar las modalidades a que deberá sujetarse el funcionamiento de los hipódromos;
6. Adoptar las medidas que estime conveniente para evitar la introducción al país y la propagación dentro del territorio nacional, de plagas de la agricultura y enfermedades del ganado, de las aves y de los peces, combatir las existentes y fomentar y controlar la producción, comercialización, distribución y aplicación de los elementos y productos químicos y biológicos destinados a prevenirlas y extirparlas, sin perjuicio de la aplicación de las disposiciones del Código Sanitario.
7. En ejercicio de estas facultades, el Ministerio podrá declarar zonas infectadas, cuarentenas, ordenar vacunaciones y cualesquiera otras medidas de control obligatorio;
8. Reglamentar las Exposiciones Agrícolas y Ganaderas y el control de los Registros Genealógicos del ganado y aves finos, de pedigrée;
9. Aplicar las Leyes sobre Almacenes Generales de Depósito que, a continuación se indican y sus reglamentos: leyes N°s 3,896 y 5,069, cuyo texto definitivo fue fijado por D.S. No 38, expedido por el Ministerio de Agricultura, publicado en el "Diario Oficial" de 4 de Abril de 1932 y ley N° 5,606, de 27 de Febrero de 1935;
10. Aplicar la ley N° 8,094, de 14 de Marzo de 1945, sobre fomento lechero y sus reglamentos, con excepción de las disposiciones que se refieren al desarrollo de un Plan de Fomento Lechero y a la aprobación del presupuesto anual de sus recursos, cuya aplicación corresponderá al Consejo de Fomento e Investigación Agrícolas;
11. Aplicar las disposiciones relacionadas con la agricultura, contenidas en la ley No 7,747, de 24 de Diciembre de 1943, y sus Reglamentos, especialmente las incluidas en el Título IX de dicha ley, sobre "Producción Agropecuaria".
12. Con todo, respecto de lo dispuesto en el Art. 44 de dicha ley, la intervención del Ministerio de Agricultura consistirá en informar al Presidente de la República sobre la procedencia de las expropiaciones señaladas en las letras d) y e).
13. Aplicar las leyes números 4.613, de 25 de Julio de 1929, sobre Comercio de Abonos y 6.482, de 4 de Enero de 1940, sobre Fertilizantes y sus Reglamentos. No obstante, las concesiones para la explotación de covaderas y las demás concesiones administrativas, a que se refiere esta última ley, serán otorgadas por el Ministerio de Minería;
14. Aplicar el D.L. N° 176, de 3 de Enero de 1925, sobre Policía Sanitaria Animal y sus Reglamentos;
15. Aplicar la ley N° 9,006, de 9 de Octubre de 1948, sobre Sanidad Vegetal y sus Reglamentos.
16. Aplicar la Ley de Bosques, cuyo texto definitivo se fijó por D.S. N° 4,363, de 30 de Junio de 1931, expedido por el Ministerio de Tierras y Colonización y sus Reglamentos;
17. Aplicar la ley N° 8.043, de 8 de Enero de 1945, sobre fiscalización y control del Comercio de Semillas y sus Reglamentos;
18. Autorizar la instalación de nuevas industrias pesqueras en el país e informar sobre la procedencia de concesiones, en muelles fiscales, para actividades relacionadas con la pesca;

19. Aplicar el decreto con fuerza de ley N° 34, de 17 de Marzo de 1931, sobre Pesca y sus Reglamentos;
20. Aplicar la ley N° 4,601, de 1° de Julio de 1929, sobre Caza y sus Reglamentos; y
21. Todas las demás funciones y atribuciones, no mencionadas en los números precedentes, que le otorguen leyes especiales y sus decretos reglamentarios.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario: “Artículo 1°.- El Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, es un servicio funcionalmente descentralizado, de duración indefinida, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con plena capacidad para adquirir, ejercer derechos y contraer obligaciones, el cual estará sometido a la supervigilancia del Presidente de la República, a través del Ministerio de Agricultura.

Su domicilio será la ciudad de Santiago, sin perjuicio de los domicilios especiales que pueda establecer.”

“Artículo 2°.- El Instituto de Desarrollo Agropecuario tendrá por objeto promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y de los campesinos, en adelante sus beneficiarios, con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial, su integración al proceso de desarrollo rural y optimizar al mismo tiempo el uso de los recursos productivos.”

“Artículo 3°.- Para el logro de los objetivos señalados, el Instituto podrá desarrollar, especialmente, las siguientes funciones:

1. Otorgar asistencia crediticia a sus beneficiarios, pudiendo ésta extenderse al financiamiento del enlace necesario, en coordinación con los organismos públicos competentes, para la construcción y mejoramiento de la vivienda rural y sus servicios básicos.
2. Otorgar asistencia crediticia a las organizaciones de sus beneficiarios, con personalidad jurídica, que desarrollen programas o actividades productivas que impliquen beneficio directo a los sectores rurales.
3. Proporcionar asistencia técnica y capacitación a sus beneficiarios, tanto en los aspectos productivos como en todos los que constituyen sus objetivos propios.
4. Para este efecto, administrará subsidios o líneas de crédito destinados a contratar directamente estos servicios en el sector privado, pudiendo otorgarlos el Instituto, en forma subsidiaria, a título gratuito u oneroso.
5. DEROGADO.-
6. Otorgar los subsidios que la ley disponga para fines productivos, obras de desarrollo rural o para atender situaciones de emergencia en el sector rural.
7. Cumplir las funciones de regulación de la propiedad indígena, en conformidad a la ley N° 17.729 y al decreto ley N° 2.568, de 1979.
8. Ejecutar todos los actos y celebrar todas las convenciones necesarias para el cumplimiento de sus objetivos y funciones propias y los demás que le fijen las leyes.

El otorgamiento de créditos y subsidios, los programas de desarrollo rural y asistencia crediticia, así como cualquier beneficio que otorgue el Instituto a personas naturales, jurídicas o

comunidades, deberá concederse sobre la base de parámetros objetivos previamente reglamentados, salvo en situaciones de emergencia. Todos los potenciales beneficiarios del Instituto tendrán acceso a dicha información.”

INIA: El Instituto de Investigaciones Agropecuarias es una corporación de derecho privado sin fines de lucro, dependiente del Ministerio de Agricultura. Su personalidad jurídica fue concedida por Decreto Supremo del Ministerio de Justicia N° 1.093, de fecha 8 de abril de 1964.

Sus funciones se encuentran reglamentadas en sus estatutos que señalan:

“ARTICULO PRIMERO.- Créase, por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, la Corporación de Fomento de la Producción, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción, de acuerdo con lo dispuesto en la letra h) del artículo duodécimo de la Ley número quince mil veinte, una Corporación de Derecho Privado, que se denominará "Instituto de Investigaciones Agropecuarias", que podrá también actuar bajo la denominación "INIA" y que será de duración ilimitada.- Este Instituto se regirá por los presentes Estatutos y, en el silencio de ellos, por las normas generales contenidas en el Título Trigésimo Tercero del Libro Primero del Código Civil y por el Reglamento del Ministerio de Justicia - número ciento diez, del diecisiete de enero de mil novecientos setenta y nueve, sobre concesión de Personalidad Jurídica. ARTICULO SEGUNDO.- El domicilio legal del INIA será la ciudad de Santiago, sin perjuicio de los que establezca en otras ciudades. ARTICULO TERCERO.- El Instituto tendrá como objetivo y fines los siguientes: a) Contribuir al aumento de la producción agrícola y pecuaria del país, a través de la creación, adaptación y transferencia de tecnologías; b) Fomentar y apoyar el desarrollo de procesos de transformación industrial o de incorporación de valor agregado a los productos agropecuarios, mediante la ejecución de todo tipo de investigaciones, estudios o prestaciones de servicios; y c) Procurar, en general, elevar las condiciones de nutrición de la población nacional mediante el desarrollo de todo tipo de acciones, que tiendan a la mejor utilización de los recursos provenientes del sector agrícola. “

Servicio Agrícola y Ganadero: El Servicio Agrícola y Ganadero, fue creado por la Ley 16.640 sobre Reforma Agraria. El Servicio Agrícola y Ganadero está definido por el artículo 1º, inciso primero de la Ley N° 18.755 Orgánica del Servicio Agrícola Ganadero: “El Servicio Agrícola y Ganadero será un servicio funcionalmente descentralizado, de duración indefinida, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con plena capacidad para adquirir, ejercer derechos y contraer obligaciones, el cual estará sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio de Agricultura. Su domicilio será la ciudad de Santiago, sin perjuicio de los domicilios especiales que pueda establecer”

El objeto del Servicio ha sido establecido por la Ley en los siguientes términos: “El Servicio tendrá por objeto contribuir al desarrollo e incremento de la salud animal y vegetal; la protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país y el control de insumos y productos agropecuarios sujetos a regulación en normas legales y reglamentaria”(Artículo segundo) “Para el cumplimiento de su objeto, corresponderá al Servicio el ejercicio de las siguientes funciones y atribuciones:

1. Aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre prevención, control y erradicación de plagas de los vegetales y enfermedades

transmisibles de los animales. Asimismo, conocerá y sancionará toda infracción de las normas legales y reglamentarias cuya fiscalización compete al Servicio.

2. Mantener un sistema de vigilancia y diagnóstico de las enfermedades silvoagropecuarias existentes en el país o susceptibles de presentarse que, a juicio del Servicio, sean relevantes para la producción nacional y formular los programas de acción que correspondan.
3. Adoptar las medidas tendientes a evitar la introducción al territorio nacional de plagas y enfermedades que puedan afectar la salud animal y vegetal.
4. Determinar las medidas que deben adoptar los interesados para prevenir, controlar, combatir y erradicar las enfermedades o plagas declaradas de control obligatorio.
5. Ejecutar directa o indirectamente, en forma subsidiaria, las acciones destinadas a cumplir medidas a que se refiere la letra anterior, tratándose, a juicio del Servicio, de plagas o enfermedades que por su peligrosidad o magnitud, pueden incidir en forma importante en la producción silvoagropecuaria nacional.
6. Mantener relaciones y celebrar convenios de cooperación con organismos nacionales e internacionales en aquellas materias a que se refiere la presente ley, sin perjuicio de las facultades y atribuciones del Ministerio de Relaciones Exteriores. Además, velará por el cumplimiento de las convenciones internacionales suscritas por Chile en materias de competencia del Servicio, y ejercerá la calidad de autoridad administrativa y científica o de contraparte técnica de tales convenciones.
7. Efectuar los estudios y elaborar las estadísticas que sean necesarias. En el cumplimiento de esta función podrá realizar estudios y catastros específicos para conocer la magnitud y estado de los recursos naturales renovables del ámbito agropecuario y establecer normas técnicas para los estudios de la carta nacional de suelos. Asimismo, podrá recopilar y clasificar información y desarrollar programas de divulgación y capacitación, en cuanto lo requiera el cumplimiento de su objeto. En el desarrollo de su función, el Servicio deberá coordinarse con las instituciones del Estado para la recopilación de estudios y preparación de catastros especialmente con aquellos que realizan actividades de la misma naturaleza.
8. Realizar acciones de educación y de capacitación fito y zoonosanitarias preferentemente mediante contrataciones con el sector privado.
9. Propender a la eliminación de trabas sanitarias que impongan los países o mercados externos para la comercialización de los productos silvoagropecuarios chilenos, cuando tales trabas, a juicio del Servicio, afecten el interés nacional.
10. Proponer al Ministerio de Agricultura la dictación de disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas, y dictar las resoluciones necesarias para la consecución de los objetivos del Servicio.
11. Aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre caza, registros genealógicos y de producción pecuaria, apicultura, defensa del suelo y su uso agrícola, contaminación de los recursos agropecuarios, habilitación de terrenos y protección de la flora del ámbito agropecuario y de la fauna terrestre bravía, cuyo hábitat esté en los ríos y lagos.

12. Promover las medidas tendientes a asegurar la conservación de suelos y aguas que eviten la erosión de éstos y mejoren su fertilidad y drenaje. Además, promoverá las iniciativas tendientes a la conservación de las aguas y al mejoramiento de la extracción, conducción y utilización del recurso, con fines agropecuarios. Asimismo, regulará y administrará la provisión de incentivos que faciliten la incorporación de prácticas de conservación en el uso de suelos, aguas y vegetación.
13. Aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre producción y comercio de semillas, plaguicidas, fertilizantes, alimentos para animales, alcoholes etílicos, bebidas alcohólicas y vinagres; exposiciones y ferias de animales y clasificación de ganado y tipificación de sus canales, nomenclatura de sus cortes y otras materias que la ley establezca, como también realizar los análisis bacteriológicos y bromatológicos y otros que fueran pertinentes y certificar la aptitud para el consumo humano de productos agropecuarios primarios destinados a la exportación.
14. Determinar las condiciones sanitarias, en el ámbito de la salud animal, para el establecimiento y funcionamiento de los mataderos, medios de transporte, frigoríficos y demás establecimientos que la ley o su reglamento determine; fiscalizar el cumplimiento de las mismas y efectuar en ellos la inspección veterinaria de los animales y carnes, todo sin perjuicio de las atribuciones de los Servicios de Salud.
15. Efectuar la inspección y control sanitario de los productos farmacéuticos de uso exclusivamente veterinario. Las infracciones que constate deberá informarlas al Instituto de Salud Pública.
16. Prestar asistencia técnica directa o indirecta y servicios gratuitos u onerosos, en conformidad con sus programas y cobrar las tarifas y derechos que le corresponda percibir por sus actuaciones.
17. Celebrar toda clase de actos jurídicos en las materias de su competencia, pudiendo efectuar los aportes correspondientes, y participar en la creación de personas jurídicas de derecho privado sin fines de lucro, de las reguladas en el Título XXXIII del Libro I del Código Civil, y
18. Restringir, en conformidad a las leyes que regulan la materia, mediante Resolución fundada del Director Nacional, el uso o aplicación de agroquímicos en determinadas áreas de zonas agroecológicas del país, cuando ello perjudique la salud animal o vegetal, o la conservación de los recursos naturales renovables”.

Mediante la Resolución SAG N° 97 del 13 de enero de 1997, fue creado, al interior del Servicio Agrícola y Ganadero, el Subdepartamento de Conservación de Suelos y Aguas, cuyas funciones principales son las siguientes:

- Promover las medidas tendientes a asegurar la conservación de suelos y aguas y que eviten la erosión y mejoren la fertilidad y su drenaje.
- Promover las actividades de operación de centros de medición de pérdida de productividad del suelo y la difusión de resultados en el ámbito nacional e internacional. Realizar las actividades de contraparte nacional de proyectos sobre información de tierras agrícolas y aguas para un desarrollo sustentable de la agricultura y apoyar el

desarrollo de sistemas nacionales y regionales de información sobre recursos de tierras y planificación agrícola.

- Certificar el cumplimiento de las disposiciones legales referentes a subdivisiones de predios rústicos y la elaboración de informes fundados y públicos sobre cambio de uso de suelos, para su autorización.
- Completar y actualizar los estudios de avance urbano sobre suelos agrícolas, de los principales centros poblados y asentamientos humanos del país.
- Promover iniciativas tendientes a la conservación de las aguas y el mejoramiento de la extracción, conducción y utilización del recurso, con fines agropecuarios.
- Establecer las normas técnicas para estudios de la carta nacional de suelos.

Este servicio tiene atribuciones delegadas por la Comisión Nacional de Riego en las materias relativas a los concursos para la bonificación estatal a la inversión privada en riego y drenaje, regidos por la Ley N° 18.450

Quizás una de las funciones más importantes en materia de determinación derechos de aprovechamiento de aguas es la competencia otorgada al Servicio Agrícola y Ganadero por el artículo 5° transitorio del Código de Aguas: Este artículo reza de la siguiente forma:

“Art. 5°.- La determinación e inscripción de los derechos de aprovechamiento provenientes de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las leyes N°s 15.020 y 16.640, podrá efectuarse de acuerdo con las reglas siguientes:

1. El Servicio Agrícola y Ganadero determinará, en forma proporcional a la extensión regada, los derechos de aprovechamiento que corresponden a cada predio asignado, a la reserva, a la parte que se hubiere excluido de la expropiación y a la que se hubiere segregado por cualquier causa cuando ello fuere procedente. Cuando la dotación que tenga el predio expropiado total o parcialmente fuere insuficiente para efectuar una adecuada distribución de las aguas, el Servicio podrá incorporar a ella otros derechos de que disponga.
2. La determinación de los derechos a que se refiere el número anterior se hará mediante resolución exenta, que deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial e inscribirse en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente.
3. Los interesados podrán reclamar de la resolución del Servicio Agrícola y Ganadero dentro del plazo de 60 días corridos desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial, ante el Juez de Letras Civil competente, quien conocerá y fallará de acuerdo con el procedimiento establecido en los artículos 177 y siguientes de este Código.
4. Los propietarios de los predios comprendidos en la resolución a que se refiere el número 2 podrán inscribir a su nombre los derechos de aprovechamiento establecidos para tales predios con la sola presentación de la inscripción de dominio del inmueble. En este caso, la inscripción de la aludida resolución será suficiente para determinar la cantidad de derechos que corresponde a cada predio y no regirá lo establecido en el artículo 1° transitorio de este Código.

El Servicio Agrícola y Ganadero podrá requerir la inscripción de los derechos de aprovechamiento a que se refiere este artículo y comprometer recursos en ello”.

Hasta el dictamen N° 2152 de la Contraloría General de la República, de fecha 14 de Enero de 2005, el Servicio Agrícola y Ganadero realizaba una interpretación restrictiva del artículo mencionado, en cuanto, sólo ejercía las facultades de determinación de los derechos de aprovechamiento de aguas provenientes de predios expropiados que no hubiesen sido objeto de subdivisión. Sin embargo, la Contraloría General de la República precisó el ámbito de aplicación de la mencionada norma, lo que se puede observar en el texto del dictamen:

“La facultad que el artículo 5 transitorio del Código de Aguas entrega al Servicio Agrícola y Ganadero para determinar e inscribir los derechos de aprovechamiento provenientes de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las leyes 15.020 y 16.640, comprende a todos los predios expropiados, sea que ellos se hayan subdividido o no. ello, porque el citado precepto no hace distinciones y no excluye de su contenido a los predios expropiados y enajenados como un todo, es decir, se trata de una norma genérica y declarativa. Además, dicho artículo 5 transitorio tiene el carácter de especial frente a la norma general para la regularización e inscripción, a nombre de su actual titular, de derechos de aprovechamiento de aguas no inscritos o inscritos a nombre de un tercero, contenida en el artículo 2 transitorio del Código aludido, esto es, tiene primacía conforme a lo establecido en los artículos 4 y 13 del Código Civil. De las reglas de los números 1 a 4 contenidas en el artículo 5 transitorio analizado, no puede desprenderse, jurídicamente, que estén exceptuados de la aplicación de ese precepto los predios expropiados como una unidad y enajenados en igual forma, dado que la disposición es genérica y no los excluye y ninguna de las medidas que establece significa necesariamente dejar fuera de su ámbito a dichos inmuebles. Una repartición pública, como el SAG, no puede negarse a ejercitar las facultades que le otorga la preceptiva vigente, aduciendo distinciones que no están previstas en la ley, considerando que el artículo 8 de la ley 18.575 dispone que los órganos de la administración del estado actuarán a petición de parte cuando la ley lo exija expresamente, que es lo que hace en este caso el artículo transitorio comentado. Tampoco el SAG puede excusarse de intervenir en esta materia arguyendo que el precepto utiliza la fórmula "podrá efectuarse" en su primer acápite, lo que significaría que es facultativo para dicha repartición acceder a la petición pertinente, porque cuando el legislador estableció la norma, lo que hizo fue precisar un derecho especial para el particular interesado, consistente en la posibilidad de pedir la determinación e inscripción de los derechos de aprovechamiento correspondientes a predios expropiados por las leyes de la reforma agraria a través del sistema previsto en el art/5 transitorio, puesto que siempre estará abierta la opción de recurrir al sistema general del art/2 transitorio mencionado, para el caso de que se cumplan las reglas allí establecidas, para los derechos de aprovechamiento que estaban siendo utilizados por personas distintas de sus titulares al momento en que entro en vigor dicho ordenamiento. Por lo tanto, el SAG debe determinar e inscribir los derechos de aguas de predios expropiados, accediendo a solicitud que en tal sentido elevara empresa en relación a fundo expropiado como unidad económica (...)”

El perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas derivados de las leyes de reforma agraria números 15.020 y 16.640, está radicada en el Servicio Agrícola y Ganadero, de conformidad con el artículo 5° transitorio del Código de Aguas. En este sentido ha sido interpretado por la Jurisprudencia Administrativa de la Contraloría General de la República:

“...la jurisprudencia contenida en los dictámenes N°s. 2.152 y 20.117, de 2005, de este Órgano de Fiscalización, ha sostenido que el artículo 5° transitorio del Código de Aguas constituye una disposición de carácter especial que tiene primacía sobre las generales; que su objeto fue establecer un derecho que consiste en la posibilidad de pedir la determinación e inscripción de los derechos de aprovechamiento correspondientes a predios expropiados por las leyes de la Reforma Agraria, y que en estos casos es la ley la que, explícitamente, otorgó al SAG la potestad en comento y, por tanto, el deber correlativo de determinar los derechos de aprovechamiento de aguas de predios expropiados, de acuerdo a las reglas definidas.

Siendo ello así, y contrariamente a lo que parece entender esa Dirección General de Aguas, es del caso concluir que, no advirtiéndose inconveniente de orden jurídico para ello, las omisiones en que hubiere incurrido el Servicio Agrícola y Ganadero con motivo del ejercicio de la potestad que le confiere la normativa transitoria analizada, deben ser subsanadas, con sujeción a dicha preceptiva, por esa misma repartición, y no a través del procedimiento de perfeccionamiento indicado en el Reglamento del Catastro Público de Aguas.” (Dictamen N° 27344 de fecha 10-05-2012).

Para este acápite se ha tomado como referencia el estudio titulado “Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maipo Fase II (Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, 2008).

Mesas del Agua: Hasta ahora han sido una iniciativa territorial promovida por las autoridades y con participación de distintos actores de las respectivas regiones, sin contar con una estructura legal y presupuestaria que las dote de continuidad y de potestades públicas.

En la Política Nacional de Recursos Hídricos de 2015, se incluyen las mesas del agua como instrumentos de gestión integrada de cuencas:

“A efectos de avanzar hacia una gestión integrada, en cada región, se constituirá un Mesa Territorial del Agua con la participación de actores de los sectores público y privado.”

El investigador Axel Dourojeanni expresa el siguiente comentario a propósito de algunas mesas del agua en la región de Atacama, que resulta interesante tener presente para la gestión de este tipo de instrumentos:

“Las principales observaciones decían relación con la falta de atribuciones de los organismos y servicios públicos para participar en la estructura orgánica de las mesas, por cuanto dicha función no estaba contenida en la normativa orgánica de tales organismos y servicios, como por ejemplo, Intendencia Regional, Director Regional de Aguas, entre otros. Además, varias de las atribuciones que se otorgaban a los órganos de las Mesas del Agua eran propias de otras instituciones u organismos públicos en virtud del Código de Aguas u otras normas legales o reglamentarias.

Las mesas de agua carecen aún de apoyo financiero adecuado y continuo, estructura organizacional y atribuciones necesarias que permitan afrontar los conflictos y desafíos que se generan en cuencas con escasez de agua y sin los apoyos legales necesarios. A la fecha, los apoyos recibidos son de proyectos específicos, sin continuidad garantizada.

Hace falta la presencia de un equipo técnico local permanente, de alto nivel que esté al servicio exclusivo de un sistema de gestión por cuencas, como los que conforman una Agencia de Cuenca en otros países y que apoye a los funcionarios locales de las dependencias públicas.” (Dourojeanni, 2010).

Gobierno Regional: Las normas sobre el gobierno regional se encuentran contenidas en la Ley N° 19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.

A continuación se transcriben algunas de las normas más relevantes que describen las potestades de los intendentes y de los gobiernos regionales:

“Artículo 2°.- Corresponderá al intendente, en su calidad de representante del Presidente de la República en la región:

- a) Dirigir las tareas de gobierno interior en la región de conformidad con las orientaciones, órdenes e instrucciones que le imparta el Presidente de la República directamente o a través del Ministerio del Interior;
- b) Velar por que en el territorio de su jurisdicción se respete la tranquilidad, orden público y resguardo de las personas y bienes;
- c) Requerir el auxilio de la fuerza pública en el territorio de su jurisdicción, en conformidad a la ley;
- d) Mantener permanentemente informado al Presidente de la República sobre el cumplimiento de las funciones del gobierno interior en la región, como asimismo sobre el desempeño de los gobernadores y demás jefes regionales de los organismos públicos que funcionen en ella;
- e) Dar cuenta, en forma reservada, al Presidente de la República, para efectos de lo dispuesto en el N° 15 del artículo 32 de la Constitución Política de la República, de las faltas que notare en la conducta ministerial de los jueces y demás empleados del Poder Judicial;
- f) Conocer y resolver los recursos administrativos que se entablen en contra de las resoluciones adoptadas por los gobernadores en materias de su competencia;
- g) Aplicar administrativamente las disposiciones de la Ley de Extranjería, pudiendo disponer la expulsión de los extranjeros del territorio nacional, en los casos y con arreglo a las formas previstas en ella;
- h) Efectuar denuncias o presentar requerimientos a los tribunales de justicia, conforme a las disposiciones legales pertinentes;
- i) Representar extrajudicialmente al Estado en la región para la realización de los actos y la celebración de los contratos que queden comprendidos en la esfera de su competencia;
- j) Ejercer la coordinación, fiscalización o supervigilancia de los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de la función administrativa, que operen en la región;
- k) Proponer al Presidente de la República una terna para la designación de los secretarios regionales ministeriales.
- l) Proponer al Presidente de la República, en forma reservada, con información al ministro del ramo, la remoción de los secretarios regionales ministeriales. En la misma forma, podrá proponer al ministro respectivo o jefe superior del servicio, en su caso, la remoción de los jefes regionales de los organismos públicos que funcionen en la región.

Asimismo, el ministro del ramo o el jefe superior del servicio correspondiente informará al intendente antes de proponer al Presidente de la República la remoción de dichos funcionarios;

- Hacer presente a la autoridad administrativa competente del nivel central, con la debida oportunidad, las necesidades de la región;
- Aprobar las medidas necesarias para la adecuada administración de los complejos fronterizos establecidos o que se establezcan en la región, en coordinación con los servicios nacionales respectivos;
- Adoptar todas las medidas necesarias para prevenir y enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe;
- Dictar las resoluciones e instrucciones que estime necesarias para el ejercicio de sus atribuciones, y
- Cumplir las demás funciones que le asignen las leyes y las atribuciones que el Presidente de la República le delegue, incluida la de otorgar personalidad jurídica a las corporaciones y fundaciones que se propongan desarrollar actividades en el ámbito de la región, ejerciendo al efecto las facultades que señalan los artículos 546, 548, 561 y 562 del Código Civil.

El Intendente podrá delegar en los gobernadores determinadas atribuciones, no pudiendo ejercer la competencia delegada sin revocar previamente la delegación.

“Artículo 16.- Serán funciones generales del gobierno regional:

- a) Elaborar y aprobar las políticas, planes y programas de desarrollo de la región, así como su proyecto de presupuesto, los que deberá ajustar a la política nacional de desarrollo y al presupuesto de la Nación. Para efectos de asegurar la congruencia entre las políticas y planes nacionales y regionales, el Ministerio de Planificación y Cooperación asistirá técnicamente a cada gobierno regional en la elaboración de los correspondientes instrumentos, emitiendo, a solicitud del gobierno regional, los informes pertinentes;
- b) Resolver la inversión de los recursos que la región corresponda en la distribución del Fondo Nacional de Desarrollo Regional y de aquellos que procedan de acuerdo al artículo 73 de esta ley, en conformidad con la normativa aplicable;
- c) Decidir la destinación a proyectos específicos de los recursos de los programas de inversión sectorial de asignación regional que contemple anualmente la Ley de Presupuesto de la Nación.
- d) Dictar normas de carácter general para regular las materias de su competencia, con sujeción a las disposiciones legales y a los decretos supremos reglamentarios, las que estarán sujetas al trámite de toma de razón por parte de la Contraloría General de la República y se publicarán en el Diario Oficial.
- e) Asesorar a las municipalidades, cuando éstas lo soliciten, especialmente en la formulación de sus planes y programas de desarrollo;
- f) Adoptar las medidas necesarias para enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe, en conformidad a la ley, y desarrollar programas de prevención y protección ante situaciones de desastre, sin perjuicio de las atribuciones de las autoridades nacionales competentes.

- g) Participar en acciones de cooperación internacional en la región, dentro de los marcos establecidos por los tratados y convenios que el Gobierno de Chile celebre al efecto y en conformidad a los procedimientos regulados en la legislación respectiva.
- h) Ejercer las competencias que le sean transferidas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 66 de esta ley,
- i) Mantener relación permanente con el gobierno nacional y sus distintos organismos, a fin de armonizar el ejercicio de sus respectivas funciones.”

“Artículo 17.- Serán funciones del gobierno regional en materia de ordenamiento territorial:

- a) Establecer políticas y objetivos para el desarrollo integral y armónico del sistema de asentamiento humano de la región, con las desagregaciones territoriales correspondientes;
- b) Participar, en coordinación con las autoridades nacionales y comunales competentes, en programas y proyectos de dotación y mantenimiento de obras de infraestructura y de equipamiento en la región;
- c) Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adoptando las medidas adecuadas a la realidad de la región, con sujeción a las normas legales y decretos supremos reglamentarios que rijan la materia;
- d) Fomentar y velar por el buen funcionamiento de la prestación de los servicios en materia de transporte intercomunal, interprovincial e internacional fronterizo en la región, cumpliendo las normas de los convenios internacionales respectivos, y coordinar con otros gobiernos regionales el transporte interregional, aplicando para ello las políticas nacionales en la materia, sin perjuicio de las facultades que correspondan a las municipalidades;
- e) Fomentar y propender al desarrollo de áreas rurales y localidades aisladas en la región, procurando la acción multisectorial en la dotación de la infraestructura económica y social, y
- f) Proponer a la autoridad competente la localidad en que deberán radicarse las secretarías regionales ministeriales y las direcciones regionales de los servicios públicos, sin perjuicio de los traslados transitorios a otras localidades de la región.”

“Artículo 18.- En materia de fomento de las actividades productivas, corresponderá al gobierno regional.

- a) Contribuir a la formulación de las políticas nacionales de fomento productivo, de asistencia técnica y de capacitación laboral, desde el punto de vista de cada región, y desarrollar y aplicar las políticas nacionales así definidas en el ámbito regional;
- b) Establecer prioridades de fomento productivo en los diferentes sectores, preocupándose especialmente por una explotación racional de los recursos naturales, coordinando a los entes públicos competentes y concertando acciones con el sector privado en los estamentos que corresponda.
- c) Promover la investigación científica y tecnológica y preocuparse por el desarrollo de la educación superior y técnica en la región, y

- d) Fomentar el turismo en los niveles regional y provincial, con arreglo a las políticas nacionales.”

“Artículo 19.- En materia de desarrollo social y cultural, corresponderá al gobierno regional:

- a) Establecer prioridades regionales para la erradicación de la pobreza, haciéndolas compatibles con las políticas nacionales sobre la materia;
- b) Participar, en coordinación con las autoridades competentes, en acciones destinadas a facilitar el acceso de la población de escasos recursos o que viva en lugares aislados, a beneficios y programas en el ámbito de la salud, educación y cultura, vivienda, seguridad social, deportes y recreación y asistencia judicial;
- c) Determinar la pertinencia de los proyectos de inversión que sean sometidos a la consideración del consejo regional, teniendo en cuenta las evaluaciones de impacto ambiental y social que se efectúen en conformidad a la normativa aplicable;
- d) Distribuir entre las municipalidades de la región los recursos para el financiamiento de beneficios y programas sociales administrados por éstas, en virtud de las atribuciones que les otorgue la ley;
- e) Realizar estudios relacionados con las condiciones, nivel y calidad de vida de los habitantes de la región, y
- f) Fomentar las expresiones culturales, cautelar el patrimonio histórico, artístico y cultural de la región, incluidos los monumentos nacionales, y velar por la protección y el desarrollo de las etnias originarias.

“Artículo 20.- Para el cumplimiento de sus funciones, el gobierno regional tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Aprobar y modificar las normas reglamentarias regionales que le encomienden las leyes, no pudiendo establecer en ellas, para el ejercicio de actividades, requisitos adicionales a los previstos por las respectivas leyes y los reglamentos supremos que las complementen;
- b) Adquirir, administrar y disponer de sus bienes y recursos, conforme a lo dispuesto por la ley;
- c) Convenir, con los ministerios, programas anuales o plurianuales de inversiones con impacto regional, de conformidad con el artículo 75;
- d) Disponer, supervisar y fiscalizar las obras que se ejecuten con cargo a su presupuesto;
- e) Aplicar las políticas definidas en el marco de la estrategia regional de desarrollo;
- f) Aprobar los planes reguladores comunales e intercomunales, de acuerdo con la normativa que rija en la materia, como asimismo emitir opinión respecto de los planes reguladores regionales;
- g) Formular y priorizar proyectos de infraestructura social básica y evaluar programas, cuando corresponda;
- h) Proponer criterios para la distribución, y distribuir, cuando corresponda, las subvenciones a los programas sociales, de acuerdo con la normativa nacional correspondiente, e

- i) Aplicar, dentro de los marcos que señale la ley respectiva, tributos que graven actividades o bienes que tengan una clara identificación regional y se destinen al financiamiento de obras de desarrollo regional.

“Artículo 21.- Los órganos y servicios de la Administración Pública nacional, las empresas en que tenga intervención el Fisco por aportes de capital y los servicios públicos, deberán informar oportunamente a los gobiernos regionales acerca de las proposiciones de planes, programas y proyectos que vayan a ejecutar en la región.

Los municipios deberán enviar a los gobiernos regionales, para su conocimiento, sus planes de desarrollo, sus políticas de prestación de servicios, sus políticas y proyectos de inversión, sus presupuestos y los de sus servicios traspasados. Igualmente, deberán enviarles, dentro de 30 días de aprobada, cualquier modificación que experimenten dichos presupuestos.”

“Artículo 23.- Sin perjuicio de las facultades que le corresponden en virtud de lo dispuesto por el Título Primero, el intendente será el órgano ejecutivo del gobierno regional y presidirá el consejo regional.

El intendente ejercerá sus funciones con arreglo a la Constitución Política de la República, a las leyes, a los reglamentos supremos y a los reglamentos regionales.”

“Artículo 24.- Corresponderá al intendente, en su calidad de órgano ejecutivo del gobierno regional:

- a) Formular políticas de desarrollo de la región, considerando las políticas y planes comunales respectivos, en armonía con las políticas y planes
- b) nacionales;
- c) Someter al consejo regional los proyectos de planes y las estrategias regionales de desarrollo y sus modificaciones, así como proveer a su ejecución;
- d) Presidir el consejo regional, con derecho a voz. En caso de empate, tendrá derecho a voto dirimente. No obstante, cuando el consejo regional ejerza las funciones de fiscalización a que se refiere el artículo 36, letra g), sólo tendrá derecho a voz;
- e) Someter al consejo regional el proyecto de presupuesto del gobierno regional y sus modificaciones, ajustados a las y orientaciones y límites que establezcan la política nacional de desarrollo, la ley de Presupuestos de la Nación y demás normas legales sobre la administración financiera del Estado;
- f) Proponer al consejo regional la distribución de los recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional que corresponde a la región, así como de las inversiones sectoriales de asignación regional, y de los recursos propios que el gobierno regional obtenga en aplicación de lo dispuesto por el artículo 19 N° 20°, de la Constitución Política de la República. Esta propuesta del intendente al consejo regional deberá basarse en variables e indicadores objetivos de distribución intrarregional;
- g) Proponer al consejo regional la celebración de los convenios de programación a que se refiere el artículo 75, Proponer al consejo regional los proyectos de reglamentos regionales que regulen materias propias de la competencia del gobierno regional, en conformidad a las leyes y a los reglamentos supremos correspondientes;

- h) Representar judicial y extrajudicialmente al gobierno regional, pudiendo ejecutar los actos y celebrar los contratos de su competencia o los que le encomiende el Consejo.
- i) Nombrar y remover a los funcionarios que la ley determine como de su confianza;
- j) Ejercer la administración de los bienes y recursos propios del gobierno regional, con sujeción a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables y a las normas que el consejo regional pueda adoptar sobre la materia. En todo caso, requerirá del acuerdo de éste para enajenar o gravar bienes raíces, así como para entregarlos en comodato o arrendamiento por un lapso superior a cinco años, el que en ningún caso excederá de veinte;
- k) Administrar, en los casos que determine la ley, los bienes nacionales de uso público;
- l) Coordinar, supervigilar o fiscalizar, según corresponda, a los servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de las funciones administrativas que operen en la región directamente o a través de las respectivas secretarías regionales ministeriales, para la debida ejecución de las políticas, planes y proyectos de desarrollo regional, así como de los que sean propios de la competencia del gobierno regional;
- m) Resolver los recursos administrativos que se entablen en contra de las resoluciones de los secretarios regionales ministeriales y de los jefes de los servicios públicos que operen en la región, en materias propias, del gobierno regional, según lo establezcan las leyes respectivas;
- n) Informar al consejo regional oportunamente respecto de las proposiciones de programas y proyectos a que se refiere el artículo 21 así como dar a conocer a las autoridades a que dicho precepto se refiere, el plan de desarrollo regional;
- o) Dictar las resoluciones e instrucciones que estime necesarias para el ejercicio de sus atribuciones;
- p) Promulgar los planes reguladores comunales e intercomunales, de acuerdo a las normas sustantivas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, previo acuerdo del consejo regional;
- q) Responder por escrito los actos de fiscalización que realice el consejo en su conjunto y las informaciones solicitadas por los consejeros en forma individual, y
- r) Ejercer las demás atribuciones que la ley le confiera.”

Sin perjuicio de las normas sobre coordinación de los servicios y organismos en cada región, las facultades sobre protección y conservación del medio ambiente, a los gobiernos regionales les compete la administración de recursos financieros destinados a la inversión pública en infraestructura, como -por ejemplo- la administración de los fondos nacionales de desarrollo regional que pueden financiar infraestructura de riego, previa evaluación del Ministerio de Desarrollo Social, en coordinación con la Comisión Nacional de Riego.

Además se ha propuesto, dentro de la Política Nacional de Recursos Hídricos de 2015, dotar a los gobiernos regionales de atribuciones en la gestión integrada de cuencas a través de los instrumentos de planificación territorial:

“Se promoverá la gestión integrada de Recursos Hídricos en función de las distintas realidades de cada cuenca hidrográfica, entendiendo a cada cuenca como un territorio particular y único,

para así, enfrentar los futuros escenarios de los desequilibrios hídricos, principalmente los asociados con la desertificación y la sequía. (...)

Se estudiará la generación de un marco normativo para la implementación de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en nuestro país. (...)

Los instrumentos de ordenamiento territorial, deberán considerar las cuencas hidrográficas como unidad de ordenación y planificación de los recursos hídricos. Asimismo, se promoverá que la modificación de los actuales planes de ordenamiento territorial considere las cuencas hidrográficas en su planificación del territorio.”

5.5.12.3 Propuestas de mejora

- Mejorar la coordinación de agencias de acuerdo al principio de coordinación de la Ley N° 18.575, tarea que puede encabezar el Gobierno Regional.
- Estudiar la posibilidad de que el financiamiento de proyectos de riego pueda provenir de instrumentos como los de la Ley N° 18.450 y sea gestionada la ejecución por parte de los Gobiernos Regionales con el fin de mejorar la focalización en el territorio de la Cuenca del Itata, en coordinación con los organismos técnicos.
- Introducir criterios de gestión integrada de cuencas también encabezada por el Gobierno Regional.
- Fortalecer las organizaciones de usuarios, mediante programas de transferencia tecnológica y competencias (ejemplo: alfabetización digital, tecnologías de riego, administración y gestión financiera) y programas de regularización. En el caso de la Comisión Nacional de Riego es posible destinar recursos financieros mediante glosas presupuestarias que den continuidad a dichos programas.
- Estudiar la reformulación de instrumentos para legalizar organizaciones de usuarios tales como el llamado bono 2 de la Ley N° 18.450, que ha sido de escasa aplicación práctica.
- Establecer plazos más prolongados para el desarrollo de programas de intervención territorial.
- Desarrollo de Mesas del Agua con acompañamiento técnico y profesional.

5.5.13 Análisis de políticas, programas y proyectos

La formulación de esta parte del plan de riego en la que se espera, por una parte, realizar una adecuada caracterización del territorio y por otra, establecer la línea base, identificando claramente su problemática hídrica, requiere de un análisis detallado de las políticas públicas y su atinencia respecto del nivel de eficacia que tendrían frente a ésta.

La metodología utilizada, se basó en un análisis piramidal invertido, es decir, partiendo por aquellas políticas de escala nacional hacia aquellas que afectan directamente la gestión del agua a nivel del territorio.

El análisis evalúa el grado de integración que existe entre políticas y luego como éstas se concretan a la forma de inversión público privada, programas, transferencia de tecnología, estudios, subsidios, etc..

5.5.13.1 Evaluación

La fuente inicial de información respecto a la dimensión pública a una escala nacional, es el documento “Política Nacional para los Recursos Hídricos” (Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos , 2015). En él se destaca inicialmente la condición o estado actual de los recursos hídricos en Chile, a la forma de un catastro general del agua en las distintas formas existentes en el territorio nacional, sin señalar tendencias que proporcionen una idea de su dinámica o transformaciones. El principal ejemplo, por lo que desea iniciar el análisis con él, es el de los glaciares y cuerpos de hielo, principales fuentes y reserva de agua dulce no sólo en el país sino a nivel mundial. Al no señalarse información respecto de los fenómenos que por ejemplo, el cambio climático ocasiona en estas formaciones, difícilmente se pueden encontrar políticas nacionales concretas respecto de ellos. Simplemente no las hay, salvo algunos estudios muy focalizados con fines de investigación.

Del mismo modo, la información existente en el Plan Nacional de Recursos Hídricos, hace alusión a estadísticas respecto de la disponibilidad estimada de agua por región y por habitantes, sin proporcionar señales de su dinámica y tendencias. Es este dato el que permitiría focalizar medidas a nivel país, en aquellas regiones en que la disponibilidad esté experimentando un decrecimiento ya sea por la oferta hídrica o por la sobre explotación por parte de un sector de la población.

Las estructuras destinadas a la acumulación de agua ya sea con fines de riego y/o generación eléctrica, se encuentran señaladas por región, sin embargo y siguiendo el mismo criterio de análisis de los puntos anteriores, no se detalla información respecto de la dinámica que han experimentado los volúmenes nominales de acumulación. Es sabido que la capacidad almacenada de agua en estas estructuras, ha venido experimentando importantes cambios debidos, esencialmente al “embancamiento” por la acumulación de sedimentos, a la disminución de la oferta hídrica a nivel de la fuente (ej. Régimen pluviométrico), problemas de filtraciones mal manejadas, etc. En definitiva, no se observa la brecha entre la capacidad original de los embalses y su actual nivel de eficiencia que permitiría focalizar medidas que las optimicen.

Respecto a la situación de las aguas subterráneas, la información a nivel nacional respecto de la condición actual de estas fuentes, es aún menos precisa. Este plan nacional, no señala más que una clasificación muy general, remitiéndose específicamente al uso del recurso con fines de agua potable. No se releva el uso de estas fuentes con fines de riego, ni menos se extrae información cuantitativa que permita inferir algún tipo de política a nivel nacional.

Los cuerpos de agua como lagos y lagunas, reciben un tratamiento similar a los antes señalados. No hay un análisis de la dinámica que han experimentado a lo largo del territorio, por lo que no es de extrañar que no se destaquen políticas respecto de estas fuentes más que actividades de monitoreo y control acerca de la carga de contaminantes. No se presentan políticas vinculadas a la gestión del recurso existentes en lagos y lagunas.

Un resultado distinto ofrece el análisis respecto de los derechos de aprovechamiento de aguas a nivel nacional en el plan nacional de recursos hídricos. En él se observa una problemática perfectamente identificada y cuantificada respecto del sobre otorgamiento en un importante

número de cuencas en el país. Este problema que ha saltado a la palestra en los últimos años, ha recibido toda la atención necesaria por parte del Ejecutivo, llegando a proponer importantes modificaciones al Código de Aguas, vigente. A diferencia de los puntos anteriores, la DGA mantiene un detallado catastro de expedientes que proporcionan una idea sólida de la problemática país, en lo que dice relación con la distribución en el uso del recurso.

Un aspecto interesante de la información existente, es lo que dice relación con las transacciones de derechos de agua. Queda de manifiesta la importancia de realizar estudios que proporcionen información detallada de las condiciones y posibles imperfecciones de este mercado. En la región del Biobío, se habrían realizado en torno a las 10 mil transacciones formales en los últimos 35 años. No se tiene referencia respecto de aquellas que se han realizado sin la formalidad correspondiente.

Siempre en el contexto del análisis a escala nacional que justificaría el plan nacional de recursos hídricos, llama la atención el balance ampliamente positivo, que se presenta en la región del Biobío, entre la oferta y la demanda hídrica, contrastando con las regiones del centro norte del territorio. Definitivamente dicha información lleva a reflexionar en la necesidad imperiosa de medidas dirigidas a que dicho balance se equilibre con estructuras y obras que le agreguen valor a la oportunidad de la disponibilidad del recurso.

El cambio climático posee un acápite especial en el plan nacional de recursos hídricos y sus efectos y riesgos quedan muy bien detallados y cuantificados en el sector industrial, minero, social y agrícola.

El plan nacional de recursos hídricos, se construye entonces sobre las siguientes directrices:

- La consideración de los escenarios futuros, tendencias y proyecciones más probables en materia de disponibilidad y demanda de recursos hídricos.
- La sustentabilidad y protección del agua tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad.
- La integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental.
- La consideración de las particularidades físicas, bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales de cada una de las regiones del país.
- La articulación de la gestión de los recursos hídricos con el uso del suelo.
- La gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas.

Y para ponerlas en operación, se contarán con los siguientes instrumentos.

Sistema de información sobre los Recursos Hídricos basado en conocimiento científico.

- Planes nacionales, regionales y otro a nivel de las principales cuencas hidrográficas.
- Criterios para definir los usos prioritarios del agua, siendo el primero de ellos, el consumo humano.
- Sistema de tarifas por el uso de los Recursos Hídricos y por la administración de la infraestructura asociada.

Ejes de trabajo y medidas de acción propuestas en una perspectiva escala nacional (Figura 101).



Figura 101. Ejes de trabajo y medidas de acción propuestas en el plan nacional de recursos hídricos.

Entre las líneas de acción que acompañan a cada uno de los ejes antes señalados, se destaca la necesidad de contar con un sistema de información de fácil acceso a la ciudadanía, el cual debería contar con actualizaciones acordes con la dinámica de las transformaciones que experimenta la disponibilidad del recurso. El fortalecimiento de la institucionalidad pública es fundamental en la mayoría de las reparticiones vinculadas a la gestión del recurso y esto queda de manifiesto como una línea de acción importante en el Plan Nacional. Respecto al marco regulatorio de los recursos hídricos, se presentan propuestas que claramente requieren una discusión a nivel país para su posterior implementación, pero a modo de análisis preliminar, se considera que éstas van por el camino adecuado. Del mismo modo, las líneas de acción vinculadas al fortalecimiento en la participación de las organizaciones ciudadanas, se presentan en coherencia con lo que se espera se debería trabajar en este sentido.

Sin embargo, llama la atención el eje en el que se señala la necesidad de implementar medidas dirigidas a enfrentar el déficit hídrico. No queda claro la manera cómo las líneas de acción podrán abordar este trascendental eje, especialmente cuando se intentará hacer frente al problema con la reorientación de los instrumentos públicos y más aún cuando se señala como línea de acción el “aumento de la oferta y disponibilidad de los recursos hídricos”. Claramente, este es un eje central del problema, pero las líneas de acción deben ser revisadas.

Esta parte del plan nacional de recursos hídricos, conlleva un plan de inversiones el cual se presenta a continuación.

Plan de pequeños embalses: Si bien la información se desagrega por región, no se observan a nivel del plan nacional de recursos hídricos, proyectos de embalses con una capacidad de 50.000 m³ a 5.000.000 m³ para la región del Biobío.

Plan de grandes embalses: Por su parte, en el caso de los embalses con una capacidad superior a los 5.000.000 m³, se señala el embalse de La Punilla en la comuna de San Fabián de Alico, con un potencial de almacenamiento de 625 Hm³ y una superficie estimada de riego de 65.000 ha. Este proyecto contempla además un potencial de generación hidroeléctrico de 99 MW y se estima que estará construido según el citado plan, para el año 2020.

Sistema de agua potable rural: Los proyectos vinculados a sistemas de agua potable rural (APR), se formularon para las regiones de Atacama a La Araucanía, totalizando un número de 100. El monto involucrado por concepto de estas importantes obras es de 24.11 MMU\$ y en el caso de proyectos destinados a fortalecer la capacidad de producción en sistemas existentes, estos son 76 y contemplan un presupuesto de 2.28 MMU\$.

Anteriormente en el año 2012, se propuso la “Estrategia Nacional de Recursos Hídricos” para el período comprendido hasta el año 2025.

En este caso, dicho documento basa su implementación en cinco áreas que se presentan a continuación:

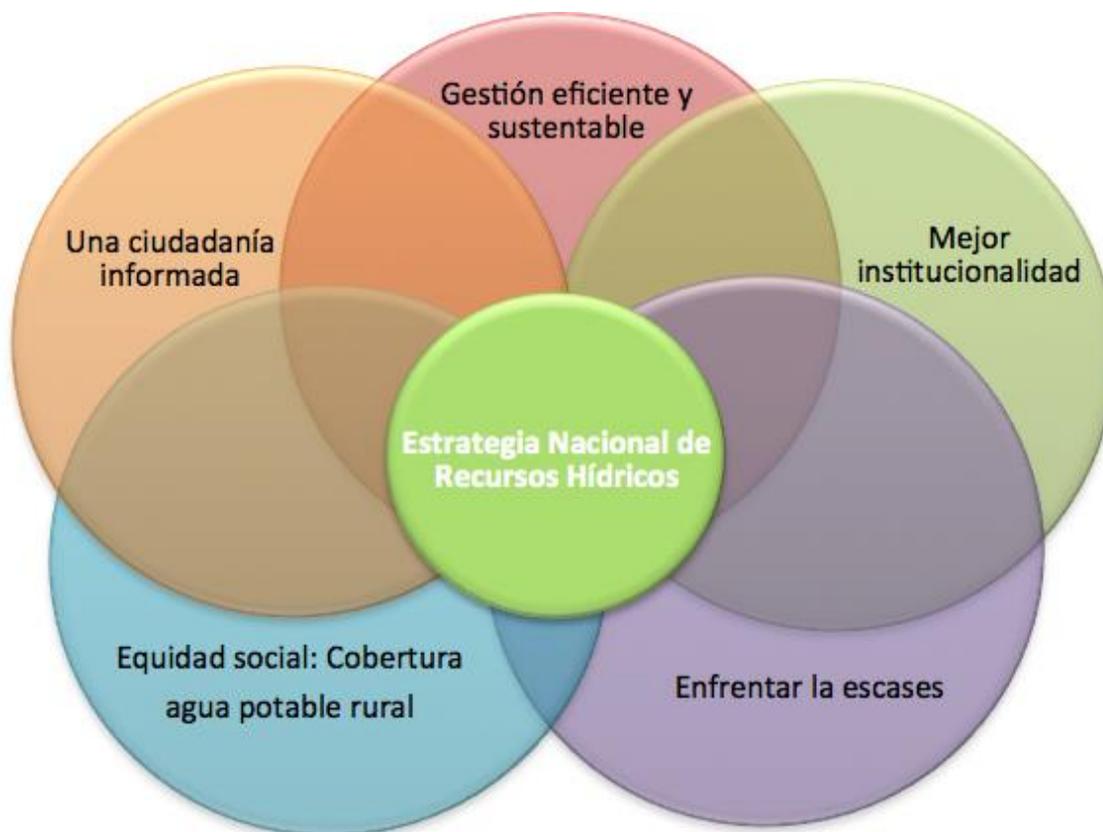


Figura 102. Áreas propuestas en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.

En términos generales se trata de pilares muy similares a los concebidos en el documento anteriormente analizado, sin embargo dicho documento no expresa las líneas de acción como lo hace la institucionalidad a través del primero.

Para la evaluación de la gestión pública a escala regional se analizaron los contenidos del plan regional de infraestructura y gestión del recurso hídrico (Ministerio de Obras Públicas, 2012), el cual integra información de proyecciones y lineamientos de diferentes reparticiones vinculadas con este recurso. El plan establece seis ámbitos del análisis en un contexto territorial (léase regional).

- Político administrativo.
- Físico ambiental.
- Socio demográfico y cultural.
- Económico y productivo.
- Urbano y centros poblados.
- Estratégico.

Para la región del Biobío se ha planteado una organización territorial, a través de la conformación de unidades territoriales homogéneas (UTH), establecida como agrupaciones de comunas que se organizan en función de parámetros de orden institucional, físico y económico,

a objeto de dar un orden estratégico al desarrollo y que responden a lineamientos multisectoriales territoriales. Esta organización territorial está constituida por 9 UTH o territorios de planificación (10 si se separa Chillán de Laja Diguillín) para los que se han definido vocaciones, objetivos, potencialidades y necesidades,

Según la información contenida en este plan, el valle del Itata se ubica en el sector norponiente de la región, teniendo como propósito fundamental el desarrollo productivo en los siguientes aspectos: rural hortofrutícola, forestal y silvícola; turismo, vitivinicultura, pecuario, cultivos tradicionales, apicultura; infraestructura vial productiva y desarrollo de servicios asociados al mejoramiento de los niveles de salud, educación y capacitación. Está conformado por 9 comunas: Cobquecura, Coelemu, Ninhue, Portezuelo, Quillón, Quirihue, Ránquil, San Nicolás y Treguaco. En su conjunto agrupa una población proyectada al año 2010 de 78.022 habitantes, de los cuales el 55% es población rural.

Esta desagregación territorial claramente es distinta a la conformación de la cuenca del Itata, materia de este plan de riego, lo que ciertamente no se condice con el manejo integrado de cuencas que propone el plan nacional anteriormente analizado, en sus ejes principales.

En el plan regional se observa una propuesta concreta respecto a la gestión del recurso hídrico, para lo cual se definen cinco ámbitos pendientes necesarios de implementar:

- Infraestructura hidrométrica.
- Sistema de información de recursos hídricos.
- Certeza jurídica y perfeccionamiento de títulos.
- Productos estratégicos de la DGA.
- Situación de los recursos hídricos respecto de la disponibilidad.

En este caso, no se aprecia el componente social y la necesidad de mejorar las capacidades en la utilización del recurso, por parte de sus propios usuarios. Este elemento que es transversal en ambos planes a escala nacional, en aquel que tiene la perspectiva regional, no forma parte.

Por otro lado, el análisis de requerimientos en la gestión del recurso en la región, señala como prioritaria la necesidad de cuantificar la disponibilidad de agua y mantener un monitoreo que permita su supervisión permanente, aspecto que en la escala nacional no formaba parte de lo esencial.

En definitiva, no se observa una completa ligazón de la estrategia, adaptada a la escala del análisis.

En el plan regional se identificaron brechas que separarían la situación actual en la región, de aquella establecida como objetivo. Estas brechas se clasificaron en los grupos siguientes:

Brechas regionales: A partir del diagnóstico territorial y los instrumentos de base, así como la oferta de la infraestructura que le corresponde proveer al MOP, se estableció la necesidad de resolver brechas regionales en cinco ejes de desarrollo (Subsistemas): desarrollo y potenciamiento de la competitividad logística; focalización en los sectores productivos; mejoramiento de la calidad de vida urbana; mejoramiento de la calidad de vida rural e integración de las zonas indígenas y la gestión del recurso hídrico. Es este último subsistema el

que se considera como parte del plan regional y en el que se señala la necesidad de incrementar el grado de conocimiento de las cuencas de la región que permita una administración adecuada del citado recurso.

Brechas de Infraestructura y de Gestión Hídrica por Ejes de Desarrollo: A partir de las brechas regionales se pueden derivar las relativas al ámbito de la infraestructura y la gestión del recurso hídrico. Estos son:

- Insuficiente conocimiento de la situación base del recurso hídrico regional, producto de información no actualizada o desintegrada, lo que reduce la capacidad de cubrir en forma adecuada la gestión del recurso hídrico.
- Déficit en la promoción de la gestión integrada de cuencas mayores y menores de la región para incentivar el uso eficiente del recurso.
- Infraestructura insuficiente para el óptimo uso del agua en la región.

Niveles de Servicios: Estos se definieron a la forma de una matriz que se presenta en la Tabla 105.

Tabla 105. Matriz de niveles de servicio del plan regional de infraestructura y gestión del recursos hídrico al 2021.

Servicios	Descripción	
Embalses	Almacenaje y regulación de caudal	Disponibilidad de 80% (riego) de seguridad de riego.
	Control de crecidas	Evitar daños según estándar de período de retorno a definir por proyecto.
Canales de riego	Generación hidroeléctrica (Para Embalses Multipropósito)	Existencia de potencial de generación eléctrica del embalse.
	Riego	Caudal de conducción eficiente a definir de acuerdo a cada proyecto.
Agua Potable Rural	Provisión Agua Potable en localidades rurales semi-concentradas y concentradas	Provisión de servicio de agua potable, alcanzando el 90% de cobertura de población con factibilidad técnica.
Sistemas primarios de aguas lluvias	Control de inundaciones por aguas lluvias zonas urbanas	3,83% (21.770 km) de avance de red primaria definida en los planes maestros de aguas lluvias de la región del Biobío. Sistema orientado al control de daños por inundaciones.
Defensas fluviales	Control inundaciones fluviales y de procesos erosivos	Infraestructura asociada a período de retorno de 100 años con nivel de servicio orientado a la no pérdida de vidas humanas, daños a la infraestructura pública y a terrenos agrícolas.

Estas brechas separan a la región de su imagen objetivo, la cual está definida como:

“Biobío, región de ciudadanos y ciudadanas, económicamente dinámica, equitativa y sustentable, fortalecida en su diversidad cultural, abierta al mundo desde su condición de plataforma binacional de servicios para la región Meridional de América y de la Cuenca del Pacífico”. Para alcanzar esta imagen objetivo, se definen la infraestructura necesaria clasificada de la siguiente forma y entre las que destacan aquellas vinculadas al recurso hídrico:

- Infraestructura para el posicionamiento de la región como plataforma de servicios internacionales.
- Infraestructura para el fortalecimiento del turismo.
- **Infraestructura de riego.**
- Infraestructura pesquera.
- Infraestructura para la competitividad regional.
- Infraestructura para el mejoramiento de calidad de vida en localidades rurales.
- Infraestructura para mejoramiento de la calidad de vida en ciudades y borde costero.
- Infraestructura para la generación de energía.
- **Infraestructura de uso de agua y manejo de cuencas.**
- Infraestructura para la diversidad cultural y étnica.

La gestión de recursos hídricos con una perspectiva de cuenca por parte del aparato público, no existe. Se trata de iniciativas que van desde la escala nacional hasta aquella de la región. No existen priorizaciones de la inversión que tengan una justificación de planificación territorial, salvo cuando se trata de condiciones o particularidades extremas, como efectos de sequía prolongada, terremoto, etc..

5.5.14 PRODESAL en el territorio de la cuenca del Itata

Si bien los lineamientos que regulan el funcionamiento de los PRODESALES son comunes a todos ellos en lo meramente administrativo, sus orientaciones de intervención en el territorio, son claramente distintos de acuerdo a la zona en la que se emplaza la comuna a la que pertenecen.

Esta variabilidad observada en la forma como se ejecutan estos programas de transferencia tecnológica cofinanciados por las municipalidades y el INDAP, se debe principalmente a la vocación productiva de la comuna, la zona agroecológica del lugar, los lineamientos priorizados por el área de INDAP a la que pertenecen y de manera muy importante, por el sello del equipo técnico que lo ejecuta y en algunos casos por el de su municipio.

PRODESAL realiza la articulación de la acción del INDAP a través de sus distintos programas de fomento y subsidios disponibles para la inversión predial y traspaso de capacidades hacia sus usuarios. Sin embargo, el grado de efectividad de esta tarea es relativa y mucho más cuando se trata de aquella inversión vinculada al riego.

INDAP realiza llamados ya sea para iniciativas en riego dirigidas a inversiones individuales como asociativas y los PRODESALES se encargan ya sea de presentar las propuestas técnicas como de coordinar su formulación y presentación a través de consultores privados. Este mecanismo tradicionalmente utilizado, posee una serie de ventajas y desventajas, pero sin embargo, entre

las principales desventajas se destaca el hecho que no existe a través de esta forma de operar, la posibilidad de desarrollar una estrategia de mediano ni menos a largo plazo en lo que se refiere a dar una solución sostenible a la problemática del riego en la comuna. Los usuarios del programa que logran obtener el financiamiento para sus proyectos de riego, son aquellos que han salvado el escollo de ser priorizables por la agencia de área de INDAP, al contar esencialmente con sus derechos de aprovechamiento de aguas debidamente inscritos (o en trámites).

Un resultado algo distinto lo podrían obtener aquellos agricultores que pertenecen al programa pero que a su vez, sus comunas forman parte de la zona de rezago. Sin embargo la dificultad de disponer de un equipo técnico de PRODESAL que privilegie el riego como un eje de desarrollo agrícola, o que haya la presencia de consultores que se interesen por formular estos proyectos de muy bajo caudal y que además cuenten con la posibilidad de disponer de derechos de aprovechamiento, a lo menos en trámite, son claramente circunstancias muy favorables para que finalmente se materialice en una obra intrapredial. Del mismo modo que se junten todos estos factores en un conjunto de agricultores con las mismas oportunidades, es aún menos probable para que el resultado sea un proyecto de riego asociativo o PRI.

Los PRODESALES son un eje fundamental para el desarrollo de la pequeña agricultura en el territorio y en el país. Sin embargo el enfoque que este programa permite implementar en lo que dice relación con la disponibilidad de riego y por lo tanto en la incorporación de estos agricultores en una agricultura de esta naturaleza, no permite proyecciones de mediano ni menos de largo plazo.

El análisis de la problemática y potencialidades hídricas de la cuenca realizado en este documento, señala la importancia de la perforación de pozos para acceder a acuíferos a una profundidad alcanzable y por ende rentable, esto para ciertas zonas en las que las condiciones lo permitan, además del mejoramiento de las obras de conducción y finalmente de la construcción de obras de acumulación. Estas soluciones potenciales son claramente inalcanzables en el contexto en el que los PRODESALES enfocan la problemática del acceso al agua para riego para los pequeños agricultores que constituyen dichos programas.

5.5.15 Conclusión de las políticas públicas

Las políticas públicas programas y proyectos contemplan una estrategia a escala nacional y regional respecto de la gestión de los recursos hídricos.

Dichas estrategias, no necesariamente presentan coherencia entre todas las líneas de acción propuestas, dejando notar cierto grado de independencia en la planificación en ambas dimensiones.

La estrategia a escala regional, definitivamente no tiene una homóloga a escala de cuenca, lo que claramente se contradice con su propia conceptualización y aquella de carácter nacional.

No existe a ninguna escala, un eje o línea de acción dirigidos concretamente a enfrentar la escasez del recurso hídrico, a pesar que se hace mención a esta necesidad.

No se aprecian medidas concretas respecto a entregar capacidades a los usuarios en el uso eficiente del recurso hídrico a pesar que, al igual que en el punto anterior, se identifica una necesidad clara al respecto. Se pone especial énfasis en la inversión en infraestructura y en el fortalecimiento del aparato público y no en la transferencia de tecnologías frente a esta problemática.

Claramente se hace necesaria la articulación entre aquellas dependencias del estado que están vinculadas a la gestión del recurso hídrico.

Si bien se observa a una escala regional, la necesidad de disponer de medios tecnológicos que permitan monitorear la oferta hídrica poniendo dicha información estratégica a disposición de la ciudadanía, no existe ninguna iniciativa dirigida a conocer la real demanda del recurso a nivel de cuenca ni menos a nivel de región.

5.5.16 Análisis final y conclusiones etapa 2

El plan de riego de la cuenca de Itata, se construyó en esta etapa, con información técnica recabada desde un número importante de estudios e informes elaborados a petición de instituciones y organismos del estado de distinta naturaleza. Dicha información fue recopilada, ponderada y consultada en virtud de su vigencia y pertinencia respecto a la caracterización de la cuenca, materia de este estudio e identificación de la problemática a abordar.

En este sentido, es importante señalar que si bien no son pocos los estudios encargados esencialmente por estamentos del estado que abordan aspectos vinculados a la gestión del recurso hídrico en la cuenca, llama la atención la dificultad que representa el acceder a esta información. Si bien en la mayoría de los casos, se conoce la existencia de tal o cual estudio, no se conoce a ciencia cierta su actual paradero lo que dificulta claramente disponer de éstos de manera oportuna. La existencia de un repositorio bibliográfico a nivel regional que cuente con catálogos actualizados respaldados, en lo posible en línea y formato digital, facilitaría la consulta adecuada de esta valiosa información. Si bien existe material que requiere actualizaciones con una periodicidad dada, siempre es conveniente que se almacene toda la información, como una forma que este material permita respaldar estudios tendenciales, de suma importancia de acuerdo a la dinámica que experimentan muchos factores que inciden en la disponibilidad y uso del agua en el territorio.

Una segunda fuente de información fue el conjunto de talleres de participación ciudadana (PAC) realizados a nivel de cada subcuenca. En estas oportunidades, los integrantes de cada taller realizaron un análisis crítico de la problemática observada desde sus perspectivas, respecto a la disponibilidad de agua y su gestión. Los resultados de lo que ellos señalaron como prioritario, de tabuló y procesó de acuerdo a la metodología especialmente seleccionada para ello. Del mismo modo, se desarrolló un taller similar con los actores relevantes de la cuenca y las autoridades vinculadas a los estamentos de estado que se relacionan con la gestión del recurso. En ambos casos los resultados fueron claros y concretos respecto de lo observado por ambos grupos, frente a la que se destaca como la problemática hídrica en la cuenca del Itata.

Como se observa en el capítulo correspondiente, no existe mayor concordancia entre lo señalado como prioritario en las PAC y por parte de las autoridades. Esto llama profundamente la atención porque estaría mostrando una falta de sintonía entre actores fundamentales de la cuenca. Por una parte quienes hacen uso del recurso y por otra quienes toman la decisión respecto a las estrategias de inversión en torno al mismo. Cabe señalar que el taller se desarrolló en diciembre del año pasado en una primera parte, quedando pendiente (hasta el día de hoy) el desarrollo de la segunda.

Los resultados observados a nivel de ambos grupos se relacionaron con lo recabado como información secundaria y es así cómo se pueden observar las siguientes ideas fuerzas que ayudan a la comprensión de la problemática de la cuenca.

1. La cuenca del río Itata, emplazada en una región de variada definición vocacional, se destaca por su actividad silvo-agropecuaria. Con niveles tecnológicos y escalas productivas muy disímiles, así como una economía que busca el permanente aumento de su competitividad pero a su vez, cada vez más dependiente de un recurso hídrico que cada vez también, es más difícil de distribuir equitativamente. Esto se condice con lo establecido en el contexto medio ambiental y análisis climatológico realizado en los capítulos correspondientes. Las estadísticas pluviométricas y fluviométricas, hablan de tendencias que corroboran una disminución en la disponibilidad hídrica, que a su vez también queda destacado para aquellas zonas en las que la profundidad de los acuíferos, hacen inviable la extracción mecánica del recurso. Son estas zonas precisamente las que a su vez cuentan con una agricultura poco competitiva más bien de subsistencia y extensiva y en la que el uso del suelo, profundamente subdividido, está en manos de los agricultores de mayor edad. Son también estas zonas las que han experimentado además, los mayores embates de la erosión hídrica producto de siglos de malas prácticas agronómicas. Zonas del secano interior, a las que debido a la condición de las redes de canalización, se hace casi imposible contar con un suministro hídrico suficiente como para regar otros cultivos que no sean los tradicionales e históricas de esos lugares. Ciertamente el efecto de cambios climáticos se ha hecho sentir en la cuenca, especialmente en la oferta de agua y su estacionalidad. Se requiere una estrategia a escala de cuenca, que permita mitigar sus efectos, poniendo en conocimiento e informando a toda la población, acerca de la manera de adaptarse a estos nuevos escenarios.
2. Es esta conformación y génesis geomorfológica del territorio de la cuenca, que define o determina, tal como se señala en el punto anterior, zonas muy dispares respecto del origen del recurso, su disponibilidad superficial, los requerimientos de extracción desde los acuíferos existentes, la factibilidad de su almacenamiento y eficiencia en su distribución. Claramente en el área central de la cuenca, se observan las condiciones más favorables para el mejor aprovechamiento del riego. La disponibilidad de acuíferos a profundidades óptimas de extracción, condiciones climáticas con regímenes pluviométricos que si bien han experimentado el mismo descenso antes señalado, aún representan un aporte al suministro para el cultivo, dependiendo principalmente de su oportunidad. Esta zona del llano central, cuenta con la infraestructura de distribución, a la que según la opinión de sus propios usuarios y que tras el análisis de la información

secundaria por parte de esta consultora, requiere una plan de inversiones dirigido a la mejora e implementación de infraestructura. Es en esta área de requerimientos en las que se observa la mayor convergencia de opiniones entre agricultores y miembros de organizaciones de usuarios. Por otra parte, se presenta el mayor grado de intensificación de la actividad agrícola, junto con el mayor nivel de intensificación del riego. Los cultivos están mayoritariamente dirigidos a la producción ganadera, horticultura y fruticultura de exportación y su expansión o crecimiento en el territorio están supeditados a la disponibilidad de agua y a la mejor eficiencia de utilización, de otra manera no es posible mantener el nivel de competitividad comercial que requieren estos rubros.

3. En el texto se hace un análisis detallado de la calidad de agua para riego, señalando que si bien existe presencia de contaminantes con niveles muy variables en algunos causes, ésta cumple con la normativa vigente para este uso. Se deja claro además, la necesidad de contar con una mayor red de monitoreo, a través de la cual la autoridad correspondiente, pueda ejercer una mayor y mejor fiscalización. Llama la atención que esta información proveniente de estudios recientes realizados en la cuenca, no forma parte de las preocupaciones de la ciudadanía quienes no acusaron la necesidad de abordar problemas medioambientales asociados al riego. Esta situación lleva a pensar en la necesidad de crear conciencia entre la ciudadanía de un problema que si bien no se manifiesta como en otras zonas del país, está latente, sino se toman las medidas correspondientes y oportunas.
4. Del mismo modo, desde los especialistas y la bibliografía consultada a los propios usuarios, coinciden en la urgente necesidad de concretar todo proyecto dirigido al almacenamiento de agua, así como mejoras en su captación y conducción y destinar los esfuerzos necesarios para estudiar aquellas obras futuras que resuelvan la problemática vinculada a la disponibilidad del recurso hídrico en todo el territorio de la cuenca. Es recurrente la opinión entre los actores relevantes de la cuenca, respecto a la construcción de las obras de almacenamiento. Esto se condice con el balance hídrico presentado en este estudio desde el cual es posible concluir que si bien las subcuencas cuentan con un excedente hídrico en un ciclo anual, el recurso no es debidamente aprovechado o simplemente no está disponible en el momento que se requiere. Esta situación generalizada en todas las cuencas sería susceptible de mitigarse en la medida que las obras de almacenamiento fuesen suficientes.
5. Si bien la cuenca no está ajena a los cambios que ha experimentado el régimen pluviométrico en el país, existe una superficie importante del territorio con evidentes problemas de drenaje, que en su mayoría se expresan tras los efectos de lluvias intensas y puntuales. Estos problemas tienen un efecto directo en la producción y por lo tanto requieren la atención necesaria. Estos problemas tan frecuentes en tiempos pretéritos, siguen presentes hoy en día en extensas zonas de la cuenca afectando diversos cultivos y sus rendimientos, situación que llama la atención al no ser detectadas por los propios usuarios y menos por la autoridad correspondiente a la gestión del recurso.
6. La organización de usuarios, en general, se encuentra en un estado precario. La existencia y condición actual de juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas,

comunidades de aguas, no se condice con la cantidad de la población que depende absolutamente del recurso para producir su sustento ni menos con la necesidad imperiosa de llevar a cabo una gestión adecuada en el uso del agua. Sin lugar a dudas, ésta es una tarea prioritaria en el territorio que además se complejiza por la situación en la que se encuentra el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de agua. La población visualiza la importancia de contar con dichos derechos y a su vez considera necesario que se revisen los otorgamientos ya en ejercicio, sin embargo no presentan como necesario el hecho de constituir una organización de usuario ni menos visualizan de manera generalizada las ventajas de ello.

7. Finalmente, el rol del estado en la gestión del recurso hídrico, se encuentra definido, a través de un aparato público presente regionalmente. Si bien sus ejes principales y líneas de acción obedecen a una estrategia que es además nacional, éstos no quedan en evidencia en una perspectiva de manejo integral de la gestión hídrica, a nivel de cuenca. El usuario en general, no distingue nítidamente el rol y atribuciones de la institucionalidad vinculada al agua, lo que claramente es un inconveniente cuando lo que se busca es supervisar, fiscalizar, informar, educar y capacitar a quienes hacen uso del recurso. Esto cobra mayor importancia cuando se requiere el rol fiscalizador del estado en beneficio del ejercicio de los derechos de aprovechamiento. Se observa un incremento en las denuncias de extracción ilegal de agua y no es difícil concluir que la tendencia será en franco aumento. La pregunta que se plantean los usuarios es si el estado está en condiciones de velar por la distribución justa de este vital recurso.

5.6 Etapa 3. Definición y desarrollo de propuestas imagen objetivo

En esta etapa se elaboró la imagen objetivo del territorio, la cual consideró criterios de desarrollo, la situación tendencial y la situación futura, junto con las distintas visiones y expectativas de los usuarios y actores del territorio. Las brechas estimadas a partir de la relación entre la línea base y la imagen objetivo del territorio, darán lugar al avance hacia los objetivos planteados e implementación de acciones que permitan acortar dichas brechas dentro de la cuenca del Itata. Lo anterior a desarrollarse en la Etapa 4.

Para brindar coherencia y facilitar el contraste de información entre la línea base o diagnóstico obtenido e imagen objetivo, se utilizó la metodología de la etapa dos, pero enfocada de manera prospectiva.

Se definió y desarrolló una imagen objetivo respecto de la gestión del agua de riego y del desarrollo agrícola en la cuenca mediante talleres de trabajo por cada subcuenca, con la finalidad de cautelar la activa participación y validación de los usuarios y actores de la comunidad, para recolectar la información se utilizó visualización por tarjetas.

Dicha información fue sistematizada para posteriormente aplicar análisis de contenido en base a las mismas categorías utilizadas en la elaboración de la línea base, para así contrastar imagen tendencial con imagen futura en base a los mismos criterios.

Las categorías que se utilizarán corresponden a:

1. Agua para consumo humano.

2. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
3. Gestión del agua en el propio territorio.
4. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
5. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
6. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
7. Más capacitación para el usuario de riego.
8. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
9. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
10. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.
11. Regularizar los derechos de aprovechamiento de agua.
12. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.

5.6.1 Definición de imagen objetivo por subcuencas

La definición de imagen objetivo según las bases del estudio “La imagen objetivo o futura, remite de ideas principales de lo que se quiere lograr para el desarrollo del riego en el territorio y se caracteriza por expresar en términos globales y razonables, las intenciones que mejor reflejan la situación deseada a largo plazo. La imagen objetivo debe estar relacionada con el potencial otorgado por el diagnóstico y las expectativas o aspiraciones manifestadas por la comunidad”.

Las sesiones de participación ciudadana se dividieron en dos etapas:

1. Priorización de las categorías de la línea base o diagnóstico.
2. Definición de imagen objetivo del territorio.

Las instrucciones realizadas en cada sesión fueron las siguientes:

Priorización de las categorías de la línea base o diagnóstico

Al inicio de esta etapa, se presentaron los resultados obtenidos en los talleres de la etapa 2 del estudio, por cada subcuenca. Los cuales fueron validados por la concurrencia. Después, se procedió a dar las instrucciones de la actividad:

“A continuación encontrarán dos tipos de tarjetas, en las de mayor tamaño hallarán las categorías que han surgido de las etapas anteriores dónde ustedes, los usuarios de la subcuenca expusieron sus necesidades y la situación actual, tendencial y futura del territorio.

En las tarjetas de menor tamaño encontrarán palabras que representan ítems pertenecientes a cada una de las categorías.

Ordenar por importancia las categorías de izquierda a derecha, dónde al extremo izquierdo se encontrará la más importante y al extremo derecho la menos relevante.

En segunda instancia ubicar los ítems (tarjetas pequeñas) bajo la categoría a cual usted cree que pertenece y colóquelas en orden de importancia, dónde la primera es la más importante y la última la menos relevante.

Si considera que alguna categoría o ítem no es pertinente descártela, así como si considera que hay algún elemento no considerado en las tarjetas, agréguelo”.

Definición de la imagen objetivo

Una vez realizada la actividad anterior se les entregó tres tarjetas en blanco a los participantes, dónde anotaron una palabra por cada tarjeta, esta palabra debe ser un concepto que considere como imprescindible al momento de imaginar el territorio con un plan de riego en ejecución que funcione de manera eficiente, participativa y sustentable.

5.6.2 Intervención territorial

Para un adecuado desarrollo de los talleres, se dividió el territorio de acuerdo a los límites de las subcuenca del río Itata y cuencas costeras. Esto asegura una buena ejecución desde el punto de vista de una gestión integrada de la cuenca, asegurando que cada territorio esté conformado por agricultores agrupados de acuerdo a su relación con los recursos hídricos.

5.6.3 Calendario de talleres

Tabla 106. Calendario de los talleres.

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Instituciones
Instituciones públicas	Jueves, 5 de mayo de 2016	Concepción	SEREMI Agricultura SEREMI OOPP SEREMI Desarrollo Social DGA DOH INDAP SAG CNR DIPLADE-GORE Coordinador Regional DPRH CONADI INIA CONAF INFOR

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Sector	Comunas
Comunidades y organizaciones privadas	Miércoles, 6 de abril de 2016	21 de Mayo San Fabián	#312, Ñuble Alto	San Fabián de Alico
	Jueves, 7 de abril de 2016	Libertad Chillán	#845, Ñuble Bajo	San Carlos Coihueco San Nicolás Chillán Chillán Viejo
	Viernes, 8 de abril de 2016	San Martín Pemuco	#498, Itata Alto	Pemuco Tucapel Cabrero

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Sector	Comunas
	Martes, 12 de abril de 2016	Manuel Jesús Ortiz #599, San Ignacio	Itata Medio	Yungay Pinto El Carmen San Ignacio Bulnes Quillón Florida
	Miércoles, 13 de abril de 2016	Carrera Portezuelo	Interior, Itata Bajo	Ninhue Quirihue Portezuelo Ránquil Coelemu Treguaco
	Viernes, 29 de abril de 2016	Cobquecura	Cuenca costera 081	Cobquecura
	Viernes, 15 de abril de 2016	Mariano Egaña #1115 4° piso, Tomé	Cueca costera 082	Tomé

5.6.4 Estrategia comunicacional

Durante la tercera etapa del plan de riego cuenca del Itata, la difusión se enfocó en dos grupos de actividades: Talleres de definición de la imagen objetivo y la asamblea ampliada de validación (Anexo 15).

5.6.5 Sistematización de la información y elaboración del documento de imagen objetivo del territorio

5.6.5.1 Subcuenca Ñuble Alto



Fotografía 76. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Ñuble Alto (San Fabián, 6 de abril de 2016).

Priorización de las categorías

1. Agua para consumo humano.
2. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
3. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
4. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
5. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
6. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
7. Gestión del agua en el propio territorio.
8. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
9. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
10. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
11. Más capacitación para el usuario de riego (y cuidado uso del agua).
12. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.



Fotografía 77. Priorización de categorías según línea base subcuenca Ñuble Alto (San Fabián, 6 de abril de 2016).

Imagen objetivo subcuenca Ñuble Alto (San Fabián)

Lograr que San Fabián a través de la asociatividad se beneficie con agua para riego con el proyecto punilla, a través de la priorización de los excedentes de los Derechos de Aprovechamiento de Agua del embalse.

Además asegurar el financiamiento para la inversión en obras de riego y drenaje para hacer más eficiente con el recurso hídrico.

Modificación del Código de Aguas que incluye y asegure el uso de las primeras aguas, logrando igualdad en la distribución.

Fortaleciendo además el desarrollo sostenible del turismo en torno a la subcuenca Ñuble Alto.

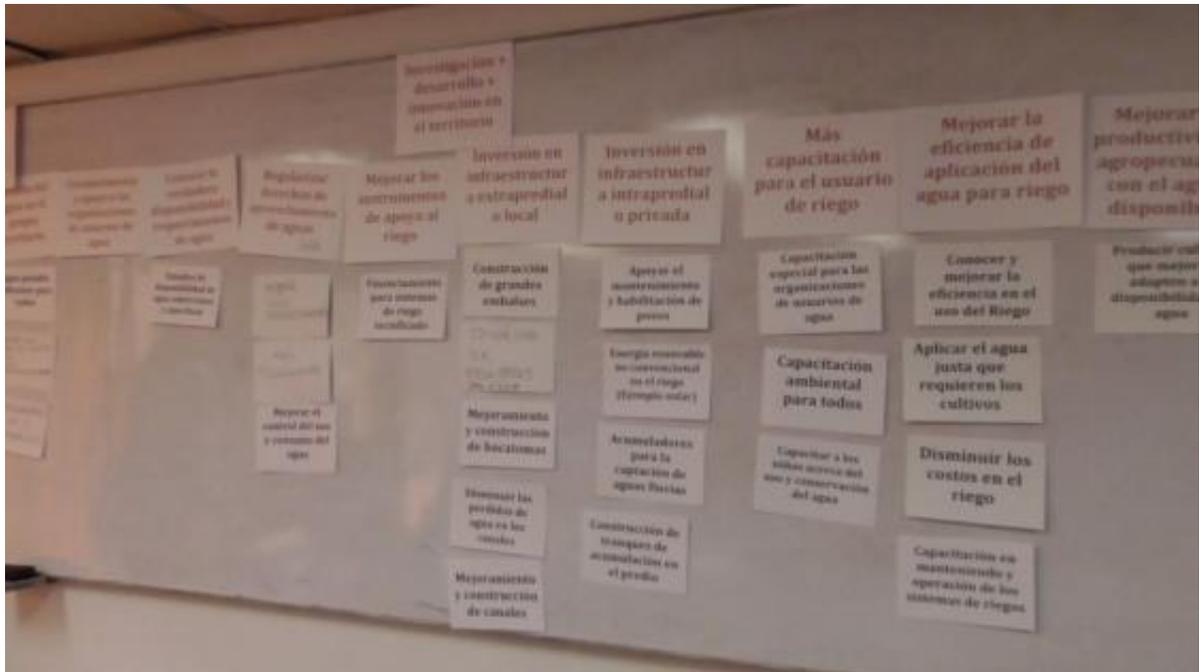
5.6.5.2 Subcuenca Ñuble Bajo



Fotografía 78. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Ñuble Bajo (Chillán, 7 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Agua para consumo humano.
2. Gestión del agua en el propio territorio.
3. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
4. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
5. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
6. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
7. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
8. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
9. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
10. Más capacitación para el usuario de riego.
11. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
12. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.



Fotografía 79. Priorización de categorías según línea base subcuenca Ñuble Bajo (Chillán, 7 de abril de 2016).

Imagen objetivo subcuenca Ñuble Bajo

El territorio de la subcuenca Ñuble Bajo con uso integrado, sustentable y sostenible de los recursos hídricos, a través de Organizaciones empoderadas interactuando con la institucionalidad.

Con una fuerte inversión en obras de riego y capacitación para todos los usuarios. Priorizando el abastecimiento y la calidad del agua para consumo humano.

5.6.5.3 Subcuenca Itata Alto



Fotografía 80. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Alto (Pemuco, 8 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Más capacitación para el usuario de riego.
2. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
3. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
4. Agua para consumo humano.
5. Gestión del agua en el propio territorio.
6. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
7. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
8. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
9. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
10. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
11. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.
12. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.

Imagen objetivo subcuenca Itata Alto

Que toda la comunidad tenga acceso al agua, y sea capacitada, de modo de hacer un uso eficiente del recurso, contemplando la regularización de los derechos de aprovechamiento de agua existentes y nuevas fuentes como: pozos zanjas, punteras, pozos profundos, sistemas de acumulación, aprovechar las aguas lluvias, mini tranques, convirtiendo a nuestra subcuenca en un territorio fértil e igualitario.

Para este fin necesitamos mayor flexibilización e información para la tramitación oportuna de proyectos CNR, INDAP, GORE, que apoyen a tecnificar los sistemas de riego, mejorando la eficiencia.

5.6.5.4 Subcuenca Itata Medio



Fotografía 81. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Medio (San Ignacio, 12 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
2. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
3. Gestión del agua en el propio territorio.
4. Agua para consumo humano.
5. Más capacitación para el usuario de riego.
6. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
7. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
8. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
9. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
10. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
11. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
12. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.



Fotografía 82. Priorización de categorías según línea base subcuenca Itata Medio (San Ignacio, 12 de abril de 2016).

Imagen objetivo subcuenca Itata Medio

Que nuestra subcuenca Itata Medio, cuente con disponibilidad y distribución de agua para riego y consumo humano, con un uso racional para recurso y libre de contaminación. Para esto, necesitamos contar con la construcción de embalse de Zapallar antes del año 2020 y la creación, el fortalecimiento e implementación de departamento a nivel municipal para ayuda técnica en riego, que contemple el uso de ERNC y el reciclaje de agua.

Además es prioritario, modificar el código de aguas, disminuir los plazos para la inscripción y regularización de los derechos de aprovechamiento de agua por parte de la DGA, aumentando su control y fiscalización.

5.6.5.5 Subcuenca Itata Bajo



Fotografía 83. Taller definición de imagen objetivo subcuenca Itata Bajo (Portezuelo, 13 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
2. Agua para consumo humano.
3. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
4. Gestión del agua en el propio territorio.
5. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
6. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
7. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
8. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
9. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
10. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.
11. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
12. Más capacitación para el usuario de riego.

5.6.5.6 Cuenca costera Cobquecura



Fotografía 85. Taller definición de imagen objetivo cuenca costera Cobquecura (Cobquecura, 29 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Gestión del agua en el propio territorio.
2. Agua para consumo humano.
3. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
4. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
5. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
6. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
7. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
8. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
9. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
10. Más capacitación para el usuario de riego.
11. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
12. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.



Fotografía 86. Priorización de categorías según línea base cuenca costera Cobquecura (Cobquecura, 29 de abril de 2016).

Imagen objetivo cuenca costera Cobquecura

Cobquecura hace un uso responsable del recurso con disponibilidad e igualdad para todos en la inscripción y regularización de los Derechos de Aprovechamiento del Agua, tanto para el uso de APR y riego.

Contar con agua potable en cantidad y calidad.

Reducir los tiempos de proyectos y estudios orientados a la utilización de recurso existente para la agricultura.

Una política pública acorde a las características del territorio.

Cobquecura sin empresas que afecten el medio ambiente.

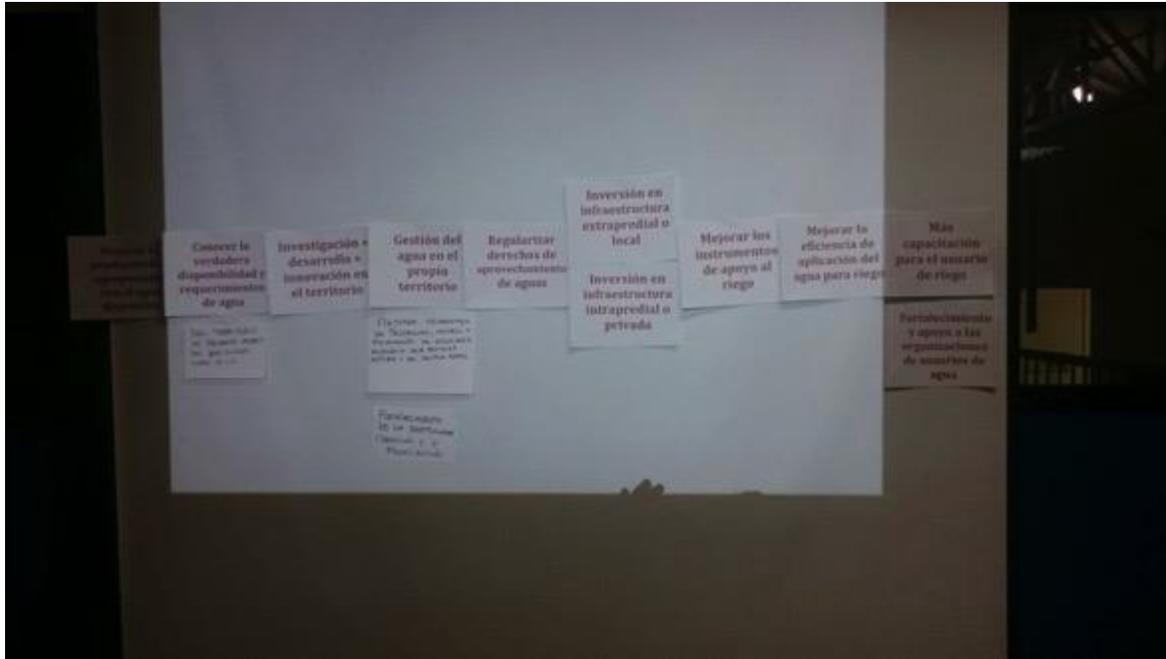
5.6.5.7 Cuenca costera Tomé



Fotografía 87. Taller definición de imagen objetivo cuenca costera Tomé (Tomé, 15 de abril de 2016).

Priorización de categorías

1. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.
2. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
3. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
4. Gestión del agua en el propio territorio.
5. Regularizar derechos de aprovechamiento de aguas.
6. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
7. Inversión en infraestructura intrapredial o privada.
8. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
9. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
10. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua.
11. Más capacitación para el usuario de riego.
12. Agua para consumo humano.



Fotografía 88. Priorización de categorías según línea base cuenca costera Tomé (Tomé, 15 de abril de 2016).

Imagen objetivo cuenca costera Tomé

Disponibilidad priorizada, calidad y seguridad de agua, para riego y consumo humano, con un uso eficiente del recurso por parte de toda la comunidad, permitiendo la continuidad de la agricultura familiar campesina.

Gestión del agua en el territorio del secano, regularización de los derechos de aprovechamiento de agua, permitiendo el acceso a los instrumentos de fomento.

Además de la fiscalización a las empresas forestales asegurando el uso del recurso suelo y agua de manera sustentable y sostenible, con la participación real y democrática de la comunidad.

5.6.5.8 Sistematización de la Información

La metodología que se utilizó para el análisis del orden dado por cada subcuenca a las categorías utilizadas en los talleres, es la matriz de priorización, que es una herramienta cualitativa que permite seleccionar una opción a partir de una lista de alternativas en base a variables o criterios elegidos. Un criterio es una pauta o parámetro que permite evaluar y tomar una decisión colectiva por consenso. Brinda prioridad a los elementos enunciados y los describe en criterios ponderados.

Se construyó identificando las soluciones a evaluar, las cuales fueron establecidas en orden de prioridad por los asistentes. Posteriormente se definieron los criterios de ponderación, para en base a estos construir la matriz, asignando una columna para el listado de problemas o posibles soluciones, una para cada criterio y finalmente una para el total. Se sumaron los puntajes por criterio y se totalizaron. La alternativa con mayor puntaje es la seleccionada.

Los criterios para la priorización que se utilizan en este tipo de metodología son: frecuencia (qué tan a menudo ocurren las alternativas evaluadas), importancia (cuáles opciones son de mayor envergadura desde el punto de vista del usuario o equipo experto) y factibilidad (disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas), señalados para cada alternativa. En este caso se ha utilizado sólo el criterio de importancia, dado que el objetivo es mostrar el orden de prioridad en que los participantes de los talleres de participación ciudadana del plan de riego de la cuenca del Itata, quieren abordar las problemáticas identificadas en su territorio.

Con respecto a la puntuación los valores asignados en cada criterio se definieron por consenso de manera convencional, el puntaje individual se totalizó para cada categoría y finalmente todos los puntajes asignados por criterio se sumaron y se identificó el puntaje más alto obtenido y así decrecientemente hasta establecer el orden de prioridad.

Para efectos de este análisis, el puntaje máximo fue 12 que correspondía a la categoría que revestía mayor importancia para los participantes y el mínimo 1 que era lo considerado menos urgente por los asistentes, esto debido a que son doce las categorías que se pidió ordenar a los participantes. Cabe destacar que inicialmente las categorías expuestas a evaluación eran sólo once, pero de manera espontánea surgió el “Agua para consumo humano” como el duodécimo criterio, el cual revestía tanta importancia en el territorio, que posterior al análisis se ubicó en primer lugar en dos de las seis subcuencas (Ñuble Alto y Ñuble Bajo) y como segunda prioridad en la cuenca del Itata.

Tabla 107. Matriz de priorización por subcuenca y resultados del territorio.

Subcuenca	Conocer disponibilidad	Agua consumo humano	Gestión Agua Territorio	Regularización DAA	I+D+i	Fortalecimiento OUA	Infraestructura extrapredial	Infraestructura intrapredial	Mejorar instrumentos riego	Capacitación	Eficiencia en riego	Productividad
Itata Alto	10	9	8	7	11	6	5	4	3	12	1	2
Itata Bajo	12	11	9	10	2	4	7	8	6	1	5	3
Ñuble Alto	11	12	6	5	10	9	4	8	3	2	7	1
Ñuble Bajo	9	12	11	8	6	10	5	4	7	3	2	1
Itata Medio	11	9	10	12	2	3	7	6	4	8	5	1
Cobquecura	8	11	12	7	9	10	6	4	5	3	2	1
Tomé	11	1	9	8	10	3	7	6	5	2	4	12
Cuenca del Itata												
Total	72	65	65	57	50	45	41	40	33	31	26	21
Desviación Estándar	1,4	3,9	2,0	2,3	3,8	3,2	1,2	1,8	1,5	4,0	2,1	4,0

5.6.5.9 Priorización del territorio

A continuación se exponen los resultados del análisis del orden de importancia que cada subcuenca dio a las categorías trabajadas en los talleres de participación ciudadana.

Luego de la aplicación de una matriz de priorización utilizada para la sistematización de los resultados, este es el orden de prelación en que los participantes consideraron debe ser abordado el diseño del plan de riego de la cuenca del Itata.

1. Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua.
2. Agua para consumo humano.
3. Gestión del agua en el propio territorio.
4. Regularizar derechos de aprovechamiento de agua.
5. Investigación, desarrollo e innovación en el territorio.
6. Fortalecimiento y apoyo a las Organizaciones de Usuarios del Agua.
7. Inversión en infraestructura extrapredial o local.
8. Inversión en Infraestructura intrapredial o privada.
9. Mejorar los instrumentos de apoyo al riego.
10. Más capacitación para el usuario de riego.
11. Mejorar la eficiencia de aplicación del agua para riego.
12. Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible.

En primer lugar se encuentra “Conocer la verdadera disponibilidad y requerimientos de agua” que alcanza el máximo puntaje y como se puede observar en la Figura 103 también la segunda menor desviación estándar, por lo que podemos desprender que la opinión de las distintas subcuencas es bastante coincidente.

Es importante señalar que originalmente en las categorías expuestas para ser discutidas en los talleres de participación ciudadana, no se consideraba el “Agua para consumo humano”, ya que se había calificado como una subcategoría, debido a que el enfoque estaba orientado al riego, pero de manera natural y manifiesta los participantes la incluyeron dentro de sus principales preocupaciones, surgió como un ámbito que revestía tal importancia que al completarse el análisis general de la cuenca ocupó el segundo lugar de prioridad. Aunque con la segunda desviación estándar más alta debido a que los territorios con más población urbana y mayor disponibilidad del recurso se alejaban de la respuesta promedio.

En el otro extremo encontramos “Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible” en último lugar con el menor puntaje, y la más alta desviación típica, debido a la disparidad de opinión expresada por la sub cuenca costera de Tomé, que alejándose de la tendencia pone en primer lugar esta categoría. A pesar de ello el resultado general no se vio alterado, quedando en último lugar, no por no ser considerado menos importante, sino, porque se expresó en los talleres que hay instrumentos de fomento que en este momento se preocupan de este ámbito, por lo que se dio importancia a problemáticas que se consideran no han sido abordadas por la institucionalidad con la urgencia requerida.

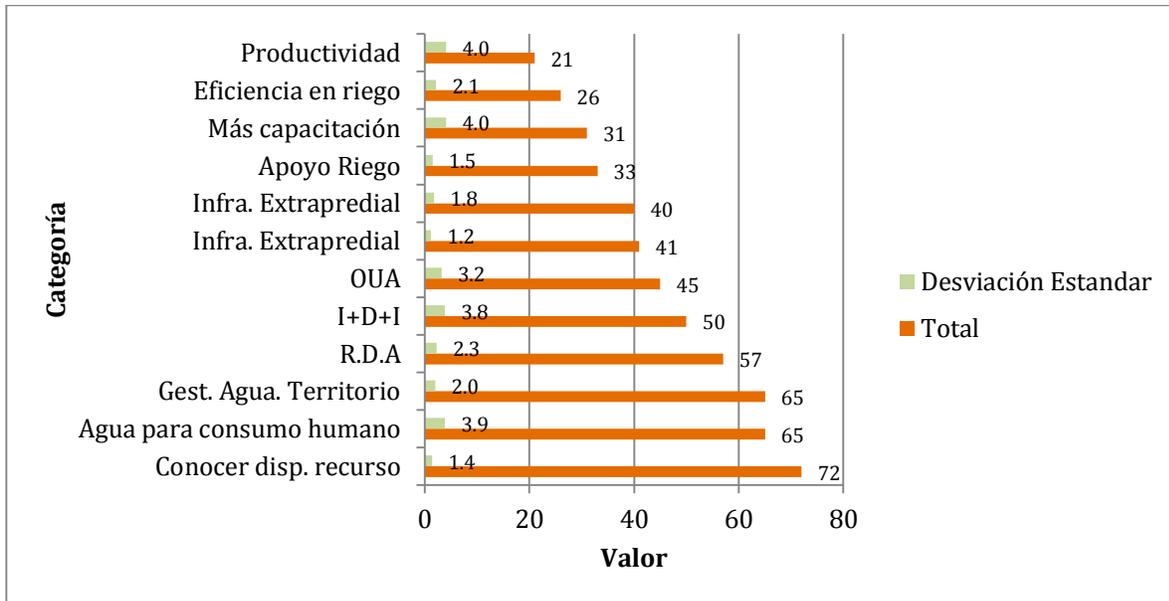


Figura 103. Priorización de categorías en el territorio.

5.6.6 Validación de línea base o diagnóstico e imagen objetivo del territorio

La validación de la imagen objetivo del territorio, a nivel de usuarios, se realizó en el marco de una asamblea ampliada. Esta asamblea ampliada se realizó en Chillán en el Auditorium de la Universidad de Concepción. Se invitó a todos los actores y/o usuarios del territorio. Además, se facilitó el transporte de los agricultores con los equipos de PRODESAL de cada comuna.

La actividad se desarrolló el martes 3 de mayo.

Para esta actividad, se presentó una propuesta de la imagen objetivo general para el territorio. Al final de la asamblea se realizó una votación con los actores y/o usuarios del territorio (Anexo 14). Esta imagen objetivo general, fue redactada tomando en cuenta todas las imagen objetivo de las subcuencas y cuencas costeras del territorio.



Fotografía 89. Asamblea ampliada de validación imagen objetivo del territorio.



**PLAN DE RIEGO
CUENCA DEL ITATA**

----- Aprueba Imagen Objetivo del Territorio

----- Rechaza Imagen Objetivo del Territorio

----- Aprueba Imagen Objetivo del Territorio con **Observaciones**

Escriba las observaciones:

Fotografía 90. Formato de voto asamblea ampliada.

5.6.6.1 Propuesta de imagen objetivo del territorio

Una imagen de cuenca en que el acceso al agua sea equitativo y socialmente garantizado. Una cuenca en la que su uso sea oportuno y satisfaga necesidades básicas de abastecimiento tanto a nivel domiciliario como vinculado al desarrollo del país: agricultura, energía e industria, etc.

Un territorio en que sus habitantes sean conscientes de la importancia del vital elemento, siendo capacitados en su uso como también en su total conservación.

Una cuenca en que la infraestructura intra y extra predial, permita la mayor eficiencia del uso del agua de riego, acumulando en los meses de abundancia para utilizar en aquellos de escasez; un lugar en que la calidad del agua sea prioridad y que la verdadera disponibilidad del recurso, sea conocida por quienes tienen la responsabilidad de la gestión del riego.

Una gestión coordinada entre autoridades, organizaciones de usuarios fortalecidas, investigadores, agricultores, empresarios y en la que destaque una perspectiva de cuenca, es decir, decisiones locales para resolver problemas locales.

Una imagen de cuenca en que los instrumentos de fomento al riego sean eficaces en llegar oportunamente, tanto a quienes más lo necesitan como a quienes más producen: todos aportes fundamentales en el crecimiento, empleo y calidad de vida en el país. Con estrategias de inversión a corto, mediano pero también a largo plazo, asegurando la disponibilidad de agua para hijos y nietos (Embalses: Punilla, Zapallar, etc.).

Una cuenca en que el acceso al derecho de aprovechamiento del agua, considere la sustentabilidad del recurso, la sostenibilidad económica y que sobre todo, considere la distribución equitativa y justa. Derechos de aprovechamiento garantizados por el Estado de Chile, tanto en su uso y ejercicio, como también en la fiscalización ante la especulación y extracción ilegal.

Finalmente, una cuenca en que la generación de conocimiento y adelantos tecnológicos por parte de universidades y centros de investigación locales, nos recuerden que la generosidad empieza por casa, resolviendo ante todo las carencias que acá existen.

5.6.6.2 Resultados de la votación

Tabla 108. Resultados de votación en asamblea ampliada de validación de la imagen objetivo del territorio.

Validación	Nº de votos
Aprueba imagen objetivo	59
Aprueba imagen objetivo con observaciones	38
Rechaza imagen objetivo	3
Nulo	1
En blanco	1

Las observaciones de los votos se encuentran en el Anexo 14.

5.6.6.3 Evaluación de los comentarios de la asamblea

La validación de la imagen objetivo, se realizó en una reunión ampliada, oportunidad en la que se analizaron la metodología utilizada y los resultados obtenidos por subcuenca.

El proceso de validación fue mediante sufragio a través del cual, el participante podía aprobar, rechazar o aprobar con observaciones.

Estas observaciones fueron abordadas en su totalidad y con el objeto de incorporarlas en el análisis, se agruparon en ámbitos o contextos:

En el gráfico siguiente se observan dichos ámbitos y la magnitud de sus presencias en las observaciones totales.

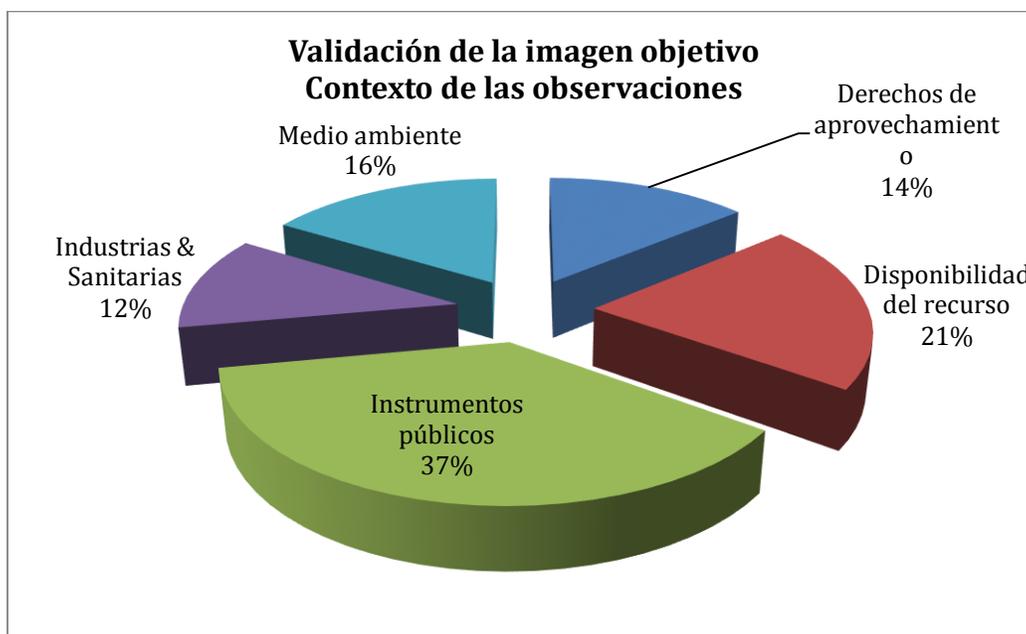


Figura 104. Observaciones de la validación de la imagen objetivo.

Derechos de aprovechamiento de aguas

Se trata de un ámbito generalizado a lo largo y ancho de la cuenca que en este caso se hizo presente con un 14%. Las observaciones hacen alusión a la necesidad de realizar un análisis respecto a la verdadera utilización de los derechos ya inscritos, a la falta de fiscalización por parte de las autoridades y a la necesidad de contar con derechos de aprovechamiento por parte de los pequeños agricultores.

Disponibilidad del recurso

Una fracción cercana al 20%, puso énfasis a la escasez hídrica presente en vastas zonas de la cuenca. Señalan la necesidad de contar con mayor apoyo frente a los efectos de esta sequía, como también disponer de alternativas productivas para este escenario.

Instrumentos públicos

Más de un tercio de los asistentes (37%) quiso dejar de manifiesto que los instrumentos públicos y los organismos que los administran, tienen una tarea pendiente respecto a las inversiones canalizadas a través de estos medios. Se señalaron o propusieron algunas opciones de solución a los problemas de disponibilidad hídrica que podrían ser abordadas con subsidios y la gestión de las autoridades pertinentes.

Sector industrial y empresas sanitarias.

Observaciones al sector industrial y empresas sanitarias se dejaron sentir con un 12% de presencia entre las observaciones. Se puso énfasis en la falta de fiscalización hacia las empresas y sanitarias en lo que dice relación a la captación y utilización del recurso hídrico, así como en lo que podría ser poco riguroso en la asignación de los derechos de aprovechamientos. Existe una tarea pendiente, en la determinación de la precisa utilización del recurso por este sector.

Medio ambiente

El enfoque medio ambiental se presentó entre las observaciones con un 16% del total. La principal causa se debió a la opinión de los asistentes respecto del rol de las empresas forestales, su presencia en la cuenca y muy especialmente su efecto en los sistemas productivos de los pequeños agricultores. No existiría la fiscalización suficiente por parte de la autoridad, respecto de las áreas forestadas y sus efectos en el aprovechamiento y conservación del recurso hídrico.

Estos ámbitos a través de los que se canalizaron las observaciones en el proceso de validación de la imagen objetivo, no sólo serán un insumo para la determinación de las brechas respecto de la situación actual, sino que además, serán consideradas en el conjunto de propuestas que conforman la etapa 4.

5.6.7 Estructura de la imagen objetivo bajo la perspectiva de experto.

Para la redacción de la imagen objetivo general, se definieron 12 ámbitos que los habitantes de cada subcuenca, ordenaron en su oportunidad de acuerdo a la realidad particular de su entorno y de lo que ellos consideraban prioritario. La priorización realizada por los usuarios y agricultores en general, obedece a su realidad local o más bien puntual, de acuerdo a su entorno más inmediato. Es difícil que dicho análisis abordado en los talleres de participación ciudadana, lleguen a una perspectiva general y ni mucho menos de cuenca.

La perspectiva de experto, abordada por cinco doctores en ciencias vinculadas al recurso hídrico, contempla la experiencia personal, el conocimiento científico, técnico, pero sobre todo cuenta con una perspectiva macro a escala de cuenca.

Se sometió al análisis experto, el conjunto de 12 ámbitos, resultantes del estudio de la problemática de la cuenca y la caracterización de la misma en la etapa 2.

Dichos ámbitos ordenados a continuación de manera estrictamente alfabética, son los siguientes:

Agua para consumo humano

El concepto se explica por sí solo. Este ámbito alude a un plan de riego que propone soluciones a nivel de cuenca, el abastecimiento del recurso para satisfacer necesidades humanas elementales. Si bien el plan se orienta a la utilización del agua en la agricultura, este ámbito surge entre la ciudadanía como inherente a cualquier estrategia de gestión hídrica que se pueda a implementar. Así se establece la inseparabilidad de la problemática del agua para riego del suministro hídrico para la subsistencia, planteando el concepto como si se tratase de una declaración de principios.

Conocer la disponibilidad hídrica en la cuenca

Los habitantes del territorio, estiman que no se conoce la verdadera disponibilidad del recurso hídrico, no sólo de manera superficial sino que sobre todo de manera subterránea. Del mismo modo, tampoco se conoce la demanda efectiva por parte de quienes utilizan el agua en sus sistemas productivos. Este desconocimiento a prueba de cualquier escala de observación, impide la planificación de la utilización del recurso en el contexto privado o como insumo en la

inversión pública, con los consiguientes efectos en el abastecimiento. Disponer de esta información de manera precisa y oportuna sería la base de cualquier proceso de planificación en una cuenca idealizada.

Gestión del agua en el territorio

Los usuarios del recurso en la cuenca, consideran que una imagen objetivo debe contemplar la toma de decisiones para la gestión del agua, de manera descentralizada. Es decir, la existencia de una autoridad multisectorial con decisiones vinculantes en torno a la gestión del riego, supervisión de la calidad del agua y cuya jurisdicción sea la del territorio. Para ello es indispensable contar con el marco legal apropiado que permita una nueva institucionalidad en la gestión del agua, así como con el financiamiento público y privado suficiente para ello.

Inversión en infraestructura extrapredial

Los usuarios, consideran que un escenario idealizado respecto a la utilización del agua de riego, debe contemplar un importante componente de coinversión por parte del Estado a nivel de proyectos asociativos o de infraestructura común (canales, embalses, bocatomas, obras de drenaje, etc.). Se trata de proyectos que apuntan a dar soluciones acordes con el requerimiento de la cuenca, por lo que su evaluación debería realizarse mediante una escala de priorización local.

Inversión en infraestructura intrapredial

Los usuarios, consideran que un escenario idealizado respecto a la utilización del agua de riego, debe contemplar un importante componente de coinversión por parte del Estado a nivel predial (Tecnificación del riego y obras de drenaje, por ejemplo). Dicha estrategia de inversión no debería perder la perspectiva vocacional productiva del entorno inmediato al predio, como tampoco la priorización que se haga a nivel de cuenca.

Investigación a nivel de cuenca o territorio

Los habitantes del territorio, consideran como objetivo para la cuenca, un aumento en el desarrollo de investigación por parte de Universidades e institutos, dirigida a dar soluciones creativas y apropiadas a la problemática local. Investigación del tipo “misión” apuntando a la problemática coyuntural de la cuenca y con perspectiva de mediano a largo plazo.

Mayor capacitación para el usuario del agua

Un escenario ideal para la cuenca, debiera considerar un mayor grado de preparación por parte de los usuarios del recurso, ya sea en su utilización como en la conservación y mejora de la calidad del agua. Para ello, se espera que el plan de riego contemple estrategias o programas vinculados a la capacitación del agricultor: principal usuario del agua y se sienten las bases para que en un horizonte de mediano plazo dicha capacitación se realice sistemáticamente en etapas escolares.

Mayor eficiencia en el uso del agua

En este sentido, la imagen objetivo de la cuenca, apunta a incorporar medidas generales para mejorar la eficiencia en el uso del agua como un insumo fundamental para la agricultura. En este sentido la imagen objetivo, describe a la cuenca como un lugar en que el uso del agua se

realice con altos estándares de aprovechamiento versus pérdidas, propio de países con una agricultura más desarrollada tecnológicamente. Este ámbito es el resultado del equilibrio entre inversión, tecnología y capacitación.

Mejorar los instrumentos de apoyo a la inversión en obras de riego y drenaje

Esta parte de la imagen objetivo, consiste en medidas eficientes y eficaces respecto del apoyo por parte del Estado, a la inversión en obras de riego y drenaje a la forma de subsidio. Concursos difundidos adecuadamente, focalizados a las necesidades de la cuenca, oportunos y con especial énfasis a la calidad de las soluciones propuestas, son algunas de las características visualizadas en este ámbito.

Organizaciones de Usuarios de Agua fortalecidas

La imagen objetivo en este ámbito, contempla necesariamente la existencia de organizaciones bien estructuradas en torno al uso del agua. Organizaciones de usuarios profesionalizadas cuyos objetivos, entre otros, sean los de facilitar a sus integrantes el acceso eficiente al recurso.

Producción acorde con la condición ambiental y agroecológica en la cuenca

Dada la importante variabilidad climática y agroecológica presente en la cuenca, sus habitantes estiman que es necesaria una mayor adaptabilidad a dichos cambios por parte de los sistemas productivos y sus cultivos. Adaptabilidad que optimice el recurso pero que a la vez optimice los ingresos asociados al sector. Esto se enmarca en una imagen objetivo en la que la actividad agrícola sea dinámica del punto de vista de la vocación y producción.

Regularización de derechos de aprovechamiento de agua

Los participantes a los PAC, estiman que en una imagen objetivo para la cuenca, la asignación por parte del Estado de los derechos de aprovechamiento de agua, son acordes a la demanda efectiva del recurso por todos los usuarios. Sin que exista sobre asignación, especulación o extracción ilegal. Una cuenca en que dicha asignación sea acorde con la real disponibilidad del recurso y a la vez con la sustentabilidad del entorno.

Estos ámbitos que surgen del análisis de la Etapa 2, se remitieron vía correo electrónico simultánea e individualmente a los cinco especialistas, quienes procedieron a realizar su priorización tal como lo hicieron los usuarios en los talleres de participación ciudadana.

Para ello, señalaron con un número del 1 al 12 frente a cada uno de los conceptos, siendo 1, aquel que según su experiencia es fundamental en la imagen objetivo de la cuenca y 12 para aquel que tiene el menos nivel de importancia en este contexto.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 109. Resultados del análisis de priorización de los ámbitos de la imagen objetivo de la cuenca del Itata, bajo la perspectiva de experto.

Posición de priorización	Ámbito de la imagen objetivo	Especialistas					Suma
		1	2	3	4	5	
1	Conocer la disponibilidad hídrica en la cuenca	1	6	1	1	2	11
2	Gestión del agua en el territorio	6	2	2	4	3	17

Posición de priorización	Ámbito de la imagen objetivo	Especialistas					Suma
		1	2	3	4	5	
3	Agua para consumo humano	5	1	5	11	1	23
4	Mayor capacitación para el usuario del agua	7	9	4	3	4	27
5	Mayor eficiencia en el uso del agua	10	4	6	2	8	30
6	Investigación a nivel de cuenca o territorio	3	7	7	10	7	34
7	Organizaciones de Usuarios de Agua fortalecidas	11	5	8	6	5	35
8	Mejorar los instrumentos de apoyo a la inversión en obras de riego y drenaje	2	8	10	7	9	36
9	Regularización de derechos de aprovechamiento de agua	12	3	11	5	6	37
10	Inversión en infraestructura extrapredial	9	10	3	8	10	40
11	Inversión en infraestructura intrapredial	4	11	9	9	11	44
12	Producción acorde con la condición ambiental y agroecológica en la cuenca	8	12	12	12	12	56

Al ordenar estos resultados en un gráfico de procesos priorizados, es posible identificar a lo menos cuatro dimensiones en la que los ámbitos presentan una naturaleza común. El gráfico es el siguiente:

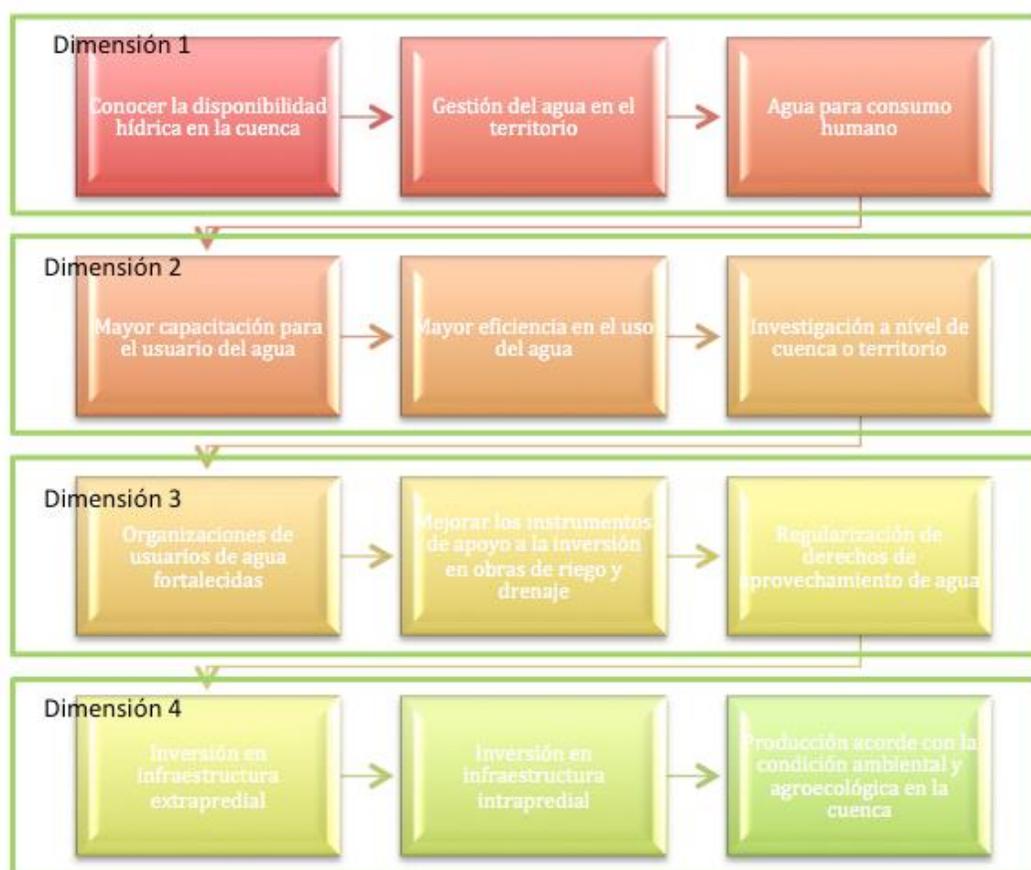


Figura 105. Gráfico de priorización por ámbitos y dimensiones.

La dimensión 1, señala lo esencial de la imagen objetivo del punto de vista de la visión experta. En ella se observan ámbitos fundamentales sobre los que se construirían los componentes sucesivos y es posible representar esta dimensión mediante la frase:

“Antes que todo, es necesario conocer la disponibilidad hídrica en la cuenca, para realizar desde ella una gestión del recurso, que aborde las necesidades de agua de sus habitantes, partiendo por el consumo humano.”

La dimensión 2, como segundo nivel de priorización, destaca aspectos relacionados con la adquisición de capacidades y la generación de conocimientos en el marco del uso del recurso. Al igual que en el caso anterior, sus conceptos podrían expresarse mediante la frase:

“Una cuenca en que sus habitantes posean la capacitación suficiente entorno al uso y conservación del recurso, aportando así a la eficiencia de utilización, del mismo modo que se realiza investigación y transferencia tecnológica apropiada a la realidad del territorio.”

Analizando la dimensión 3, se identifican tres ámbitos que dicen relación con la institucionalidad público privada en la cuenca, caracterizadas por tres tareas pendientes. Estos conceptos se pueden expresar mediante la frase:

“Organizaciones de Usuarios de Agua fortalecidas, mediante la profesionalización de su gestión y la regularización de los derechos de aprovechamiento del recurso. Una institucionalidad pública con instrumentos de fomento y apoyo a la inversión en riego, más eficaces y eficientes.”

Finalmente se observa una dimensión 4, con elementos de la imagen objetivo bien definidos en torno a la inversión directa en riego, relacionándola con la rentabilidad proveniente de la producción agrícola. Una frase que podría describir esta dimensión es:

“Finalmente una cuenca en la que la inversión en infraestructura extrapredial o asociativa así como la intrapredial o privada, se realicen considerando la rentabilidad generada por un sector agrícola adaptado a las nuevas condiciones ambientales y agroecológicas de la cuenca.”

5.6.8 Validación de la imagen objetivo por la Comisión Regional de Riego

Con fecha 5 de mayo de 2016, en las dependencias de la SEREMÍA de Agricultura en Concepción. En sesión de la Comisión Regional de Riego se presenta estado actual del estudio y se discute la imagen objetivo validada por los usuarios. La CRR solicita a la consultora afinar el texto. Finalmente se valida la imagen objetivo.

5.6.9 Conclusiones Etapa 3

1. La elaboración de la imagen objetivo de la cuenca del Itata, se llevó a cabo tras el correspondiente análisis y validación de la problemática y caracterización del territorio en cuestión. Este paso previo, le otorga solidez y coherencia a este particular objetivo.
2. El proceso se basó, al igual que a todo lo largo del plan, en la participación de quienes se vinculan al recurso hídrico en función del rol que cumplen como actores relevantes o habitantes del territorio y de la realidad en la que se enmarcan.
3. Si bien las actividades de análisis y validación, se realizaron de manera grupal e independiente en una primera instancia, plenaria en una segunda e institucional en una

tercera, llama la atención el nivel de coincidencia o consenso que existe en la opinión de quienes fueron consultados.

4. En el caso de la visión experta y considerando que en este caso la consulta se realizó de manera individual e independiente, los resultados convergen a definir 4 dimensiones que facilitan la comprensión de una imagen objetivo para la cuenca.
5. Por su parte, dicha imagen objetivo cobra características similares pero con énfasis en ámbitos diversos cuando se analiza en función de las subcuencas del Itata. Esto se explica por la variabilidad de condiciones agroecológicas y de disponibilidad del recurso presentes en la cuenca.

Tabla 110. Matriz situación actual, tendencial sin plan y situación con plan.

Ámbito	Situación actual	Situación tendencial sin plan	Situación con plan
Mejorar la productividad agropecuaria con el agua disponible, de acuerdo a la condición medioambiental y agroclimática actual	Los sistemas productivos en la cuenca, son esencialmente convencionales o tradicionales y con un bajo nivel de intensificación. Se observan algunos sectores con un mayor nivel de tecnificación en función de las oportunidades coyunturales del mercado	La intensificación de la actividad silvoagropecuaria y el aumento de la eficiencia de utilización del recurso, será el resultado de condiciones favorables del mercado o de la inversión en riego y drenaje que se realice en la región sin ninguna perspectiva de cuenca.	La actividad agrícola se desarrolla al adaptarse a las condiciones medioambientales de la cuenca y sus zonas agroecológicas, a través de la incorporación de cultivos y rubros mejor adaptados a ellas.
Conocer disponibilidad del recurso	En la subcuenca no se han desarrollado estudios que aborden en detalle la disponibilidad del recurso, tanto para agua superficial como subterránea, para que la comunidad pueda disponer de información fidedigna para el desarrollo de proyectos de riego o la construcción de nuevas fuentes de abastecimiento como son los pozos.	Sólo en casos de aquellas explotaciones más tecnificadas, se podrá observar la aplicación de tecnologías para la determinación de la disponibilidad y requerimientos del recurso hídrico.	Existirá información oportuna y precisa con la disponibilidad del recurso en tiempo real y los requerimientos por parte de los cultivos
I + D + I	La investigación en el territorio obedece a lineamientos y oportunidades de financiamiento de carácter central, sin que con ella se aborden problemas de la cuenca.	Es posible que los fondos para el financiamiento en investigación aumenten en el país, sin embargo sus objetivos seguirán obedeciendo a políticas centralizadas	Se crearán estrategias, programas y fondos de financiamiento dirigidos a resolver problemas de la cuenca mediante la generación de investigación
Gestión del Agua en el propio territorio	La gestión del recurso hídrico prácticamente no existe a nivel de cuenca.	Se realizarán variados intentos a la forma de consejos y mesas de trabajo que expirarán en función de los gobiernos de turno	Se construirá una institución multisectorial cuyo ámbito o jurisdicción sean las cuencas y subcuencas del Itata y cuyo objetivo sea la gestión del recurso para el uso y conservación

Ámbito	Situación actual	Situación tendencial sin plan	Situación con plan
Regularización de los DAA	<p>La comunidad de la cuenca en su gran mayoría no posee sus DAA, debidamente inscritos debido al desconocimiento de los procesos administrativos y legales. Por otro lado, la DGA no posee el personal suficiente para la tramitación de los derechos de manera expedita. Se han realizado planes de regularización de DAA, los que por sobrecarga laboral del personal de la dirección regional de la DGA, no han sido procesados.</p>	<p>El número de solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua, se irá reduciendo a una tasa excesivamente lenta, sin dar solución en el mediano plazo a la gran cantidad de agricultores que se encuentran a la espera de sus trámites.</p>	<p>Se implementará una solución mediante la cual, los usuarios podrán regularizar o constituir derechos de aprovechamiento de agua en un periodo prudente, sobre la base de una distribución acorde con la verdadera disponibilidad en la cuenca.</p>
Infraestructura Extra predial	<p>A nivel extra predial, no hay construcciones de grandes obras en el territorio, ni de canales que resuelvan de manera satisfactoria la conducción eficiente del recurso</p>	<p>Se realizarán inversiones de manera muy paulatina en función de la disponibilidad de recursos públicos y de las débiles y escasas organizaciones de usuarios existentes en la cuenca. Todo lo anterior con visión a corto plazo</p>	<p>La inversión pública asociativa estará priorizada bajo una perspectiva de largo plazo que obedezca a las necesidades generales de la cuenca.</p>
Infraestructura Intrapredial	<p>La inversión intrapredial en riego se reduce a las grandes explotaciones que tienen los medios para optar a los concursos de la CNR o a pequeños intentos financiados por INDAP</p>	<p>Se continuará con la dinámica de financiamiento a quienes pueden optar a un concurso CNR o que sean "clientes" de INDAP</p>	<p>Se implementará un sistema de apoyo al financiamiento en riego que sea descentralizado e independiente del tamaño de la explotación en la que se establecerá. Este sistema tendrá poder de decisión al interior de cuenca.</p>

Ámbito	Situación actual	Situación tendencial sin plan	Situación con plan
Mejora de los instrumentos de apoyo al riego	<p>En la actualidad las instituciones que financian proyectos de riego para los pequeños agricultores son INDAP y la CNR. Los instrumentos de apoyo en sus bases sólo entregan financiamiento a los agricultores que poseen sus DAA, debidamente inscritos, siendo un gran limitante, debido a que en su mayoría no poseen los medios para la inscripción. Además que las actuales bases no consideran la realidad del pequeño agricultor que posee pequeñas superficie y bajos caudales, siendo en algunos casos agricultura de subsistencia.</p>	<p>Los organismos que financian proyectos de riego para los pequeños agricultores seguirán siendo INDAP y CNR. La CNR en los últimos años está incorporando concursos especiales para los pequeños agricultores, los que si bien se presentan como un aporte no abarcarán al total de la población, por continuar con la limitación de no poseer los DAA.</p>	<p>Con los catastros y el análisis entregado por el plan es posible crear una cartera de inversiones que fomenten el riego a nivel de cuenca y Subcuenca, llegando a quien requiera del apoyo de manera oportuna y eficaz.</p>
Eficiencia en riego	<p>La eficiencia del riego en el territorio es muy baja, debido a que la mayoría de los agricultores no pueden acceder a financiamiento para nuevos proyectos. Los agricultores en su mayoría riegan por tendido y algunos pocos riegan con sistemas tecnificados financiados por INDAP y CNR, pequeños sistemas de goteo o cinta para chacras e invernaderos.</p>	<p>La eficiencia de riego no tendrá un aumento debido a que los pequeños agricultores no pueden acceder a financiamiento por parte del estado por no poseer los DAA, o de tenerlos operan con muy bajo caudal y pequeñas superficies, por lo que no pueden competir con un gran agricultor</p>	<p>Si se logra abordar por parte del gobierno las necesidades a nivel de Cuenca y Subcuenca, es posible que se realicen obras de riego a nivel intra predial y extra predial, fomentando así el uso eficiente del recurso y sobre todo capacitando a los usuarios en el mejor uso del agua.</p>
Fortalecimiento y apoyo a las OUA	<p>En la cuenca las Juntas de Vigilancia y organizaciones de usuarios son básicamente una excepción</p>	<p>Dada las dificultades legales y administrativas para la conformación de las OUA, el problema del déficit de estas organizaciones se mantendrá como está hoy.</p>	<p>La existencia de OUA's en la cuenca será un requerimiento prioritario para sostener la gestión del recurso en el territorio. Por tal motivo, la formación y fortalecimiento de ellas obligará a la implementación de programas de apoyo con dicho objetivo.</p>

Ámbito	Situación actual	Situación tendencial sin plan	Situación con plan
Más capacitación para el usuario de riego	En el territorio es baja o nula la capacitación a los regantes, la mayor transferencia se hace a través de los equipos PRODESAL, quienes no siempre tienen la expertis ni el manejo técnico para ello.	La capacitación seguirá siendo a través de los equipos técnicos de PRODESAL y en el caso de las grandes explotaciones, pagarán por ella.	La capacitación en el uso y conservación del recurso hídrico, será una prioridad a nivel de cuenca. En primer término, para quienes requieren acceder al agua de riego y luego a nivel escolar para todos los habitantes de la cuenca.
Agua para consumo humano	En algunas localidades de la cuenca, los sectores más alejados del centro poblado no tienen acceso al agua, y es el municipio con ayuda del GORE, quienes hacen entrega de agua potable en camiones aljibes, situación que se vio agravada con el terremoto del año 2010, debido a que vertientes y pozos que servían para abastecerse del recurso se secaron.	El abastecimiento de agua por parte del municipio a las comunidades más desabastecidas, seguirá siendo a través de camiones aljibes, hasta que se realice un plan de abastecimiento de agua para el sector rural, con la construcción de APR.	Cualquier programa o estrategia dirigido al agua de riego, implementado por el presente plan, deberá previamente verificar que en su área de influencia no existen problemas de abastecimiento de agua para consumo humano. De no ser así, la gestión hídrica en la cuenca deberá velar porque se financien dichas soluciones preliminarmente.

5.7 Etapa 4

5.7.1 Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento

Desde la imagen objetivo construida y acordada con los usuarios del territorio, se establece las brechas en forma cualitativa y cuantitativa. Las brechas se representa en las siguientes temáticas generales abordadas en el diagnóstico:

- Agua para el consumo humano.
- Disponibilidad y demanda de agua.
- Capacitación para los usuarios.
- Infraestructura de riego.
- Obras civiles extraprediales .
- Productividad agropecuaria.
- Gestión y fortalecimiento de las OUAs.
- Gestión e instrumentos públicos.
- Institucionalidad, legalidad y gestión hídrica territorial.
- Investigación, desarrollo e innovación.

La estimación de las brechas se relaciona con la situación base o diagnóstico y la imagen objetivo del territorio, se vincula lo existente o situación actual con las expectativas o visión que plantean los usuarios (Tabla 111).

Tabla 111. Estimación de las brechas se relaciona con la situación base o diagnóstico y la imagen objetivo del territorio.

Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Imagen Objetivo	Descripción de la Brecha
Capacitación para los usuarios	Los agricultores que utilizan el recurso hídrico, y que a su vez han sido beneficiados con proyectos de inversión en riego no los utilizan con el nivel de eficiencia para los cuales fueron concebidos.	<p>Una imagen de cuenca en que el acceso al agua sea equitativo y socialmente garantizado. Una cuenca en la que su uso sea oportuno y satisfaga necesidades básicas de abastecimiento tanto a nivel domiciliario como vinculado al desarrollo del país: agricultura, energía e industria, etc.</p> <p>Un territorio en que sus habitantes sean conscientes de la importancia del vital elemento, siendo capacitados en su uso como también en su total conservación.</p> <p>Una cuenca en que la infraestructura intra y extra predial, permita la mayor eficiencia del uso del agua de riego, acumulando en los meses de abundancia para utilizar en aquellos de escasez; un lugar en que la calidad del agua sea prioridad y que la verdadera disponibilidad del recurso, sea conocida por quienes tienen la responsabilidad de la gestión del riego.</p>	Los proyectos de riego financiados con subsidios del Estado, no contemplan programas de capacitación o transferencia de capacidades para que sus usuarios alcancen una eficiencia óptima de utilización.
Agua para el consumo humano	En algunas localidades de la cuenca, los sectores más alejados del centro poblado no tienen acceso al agua, y es el municipio con ayuda del GORE, quienes hacen entrega de agua potable en camiones aljibes, situación que se vio agravada con el terremoto del año 2010, debido a que vertientes y pozos que servían para abastecerse del recurso se secaron.	<p>Una gestión coordinada entre autoridades, organizaciones de usuarios fortalecidas, investigadores, agricultores, empresarios y en la que destaque una perspectiva de cuenca, es decir, decisiones locales para resolver problemas locales.</p>	La percepción de la población rural respecto del acceso al agua potable, es que se requieren más esfuerzos que integren las capacidades de los servicios multisectoriales destinados a atender esta importante necesidad.
Infraestructura de riego	Existe una basta extensión de suelo agrícola en la cuenca que ve afectada su aptitud debido a los problemas de falta de drenaje que se presentan	Una imagen de cuenca en que los instrumentos de fomento al riego sean	Actualmente, los instrumentos de fomento y apoyo a la inversión dirigidos a resolver situaciones de mal drenaje en suelos agrícolas son

Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Imagen Objetivo	Descripción de la Brecha
	<p>durante algunos meses del año.</p> <p>La eficiencia del riego en el territorio es muy baja, debido a que la mayoría de los agricultores no pueden acceder a financiamiento para nuevos proyectos. Los agricultores en su mayoría riegan por tendido y algunos pocos riegan con sistemas tecnificados financiados por INDAP y CNR, pequeños sistemas de goteo o cinta para chacras e invernaderos.</p>	<p>eficaces en llegar oportunamente, tanto a quienes más lo necesitan como a quienes más producen: todos aportes fundamentales en el crecimiento, empleo y calidad de vida en el país. Con estrategias de inversión a corto, mediano pero también a largo plazo, asegurando la disponibilidad de agua para hijos y nietos (Embalses: Punilla, Zapallar, etc.)</p> <p>Una cuenca en que el acceso al derecho de aprovechamiento del agua, considere la sustentabilidad del recurso, la sostenibilidad económica y que sobre todo, considere la distribución equitativa y justa. Derechos de aprovechamiento garantizados por el Estado de Chile, tanto en su uso y ejercicio, como también en la fiscalización ante la especulación y extracción ilegal.</p> <p>Finalmente, una cuenca en que la generación de conocimiento y adelantos tecnológicos por parte de universidades y centros de investigación locales, nos recuerden que la generosidad empieza por casa, resolviendo ante todo las carencias que acá existen.</p>	<p>insuficientes o lisa y llanamente no existen.</p> <p>El principal objetivo de los instrumentos de fomento a la inversión en riego es el aumento de la eficiencia de utilización del recurso hídrico. Sin embargo, actualmente no se conocen ni la eficiencia antes del proyecto ni tampoco una vez que éste ya se encuentra en operación.</p>
Gestión y fortalecimiento de las OUs	<p>La comunidad de la cuenca en su gran mayoría no posee sus DAA, debidamente inscritos debido al desconocimiento de los procesos administrativos y legales.</p>		<p>La tramitación de derechos de aprovechamiento, ha experimentado retrasos, dada la cantidad de expedientes presentados ante el servicio responsable de tales procesos.</p>
Obras civiles extraprediales	<p>La infraestructura de conducción de agua de riego en la cuenca, adolece de serios problemas vinculados a su precariedad. Esto es, sin revestimiento necesario para subsanar especialmente pérdidas por infiltración.</p>		<p>No existen estudios actualizados que cuantifique la condición de la infraestructura de conducción del recurso. Información esencial para implementar estrategias de inversión en este ámbito.</p>

Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Imagen Objetivo	Descripción de la Brecha
	<p>A través de la historia del riego en la cuenca, se han implementado soluciones espontáneas en el ámbito de captación y distribución del agua desde los ríos y hasta los predios de los usuarios. Estas soluciones no necesariamente lo han sido desde una perspectiva territorial al observarse infraestructura duplicada que también duplican los problemas de pérdidas, mantención y reparación.</p>		
Disponibilidad y demanda de agua	<p>En la cuenca no se han desarrollado estudios que aborden en detalle la disponibilidad del recurso a la forma de reserva nival, insumo esencial para implementar estrategias anuales de gestión hídrica.</p>		<p>En la cuenca no se cuenta con la infraestructura ni menos una metodología debidamente validada que permita estimar la disponibilidad de agua almacenada en la cordillera.</p>
	<p>En la cuenca no se han desarrollado estudios que aborden en detalle la disponibilidad del recurso, especialmente en aguas subterráneas, para que la comunidad pueda disponer de información fidedigna para el desarrollo de proyectos de riego o la construcción de nuevas fuentes de abastecimiento como son los pozos.</p>		<p>Actualmente el estamento destinado para asignar los derechos de utilización de aguas subterráneas en la cuenca, no cuenta con información suficiente para esta tarea. Esta situación limita tanto la optimización de la utilización del recurso como la conservación y recarga del mismo a nivel de los acuíferos subterráneos.</p>
	<p>Ningún esfuerzo dirigido a mejorar la eficiencia de utilización del recurso a través del aumento de la eficiencia de aplicación (métodos de riego), es suficiente si no se conoce la real demanda hídrica por parte de los cultivos. Actualmente en la cuenca no se observa un manejo del riego consecuente con esta idea.</p>		<p>Las experiencias en las que el agricultor mide o determina dicha demanda, se limitan a contados casos avanzados de agricultura intensiva y están lejos de ser una práctica frecuente entre los usuarios del agua.</p>

Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Imagen Objetivo	Descripción de la Brecha
Gestión e instrumentos públicos	El acceso al recurso hídrico conlleva el aumento correspondiente en la calidad de vida de quien cuenta con él. Sin embargo, dicha condición así como la satisfacción que implica no son parámetros ni indicadores que han sido cuantificados. En la cuenca se observa que la inversión en la infraestructura de riego no siempre se tradujo en mejoras sociales como las antes descritas.		No existen instrumentos que establezcan un seguimiento, percepción ni tampoco la satisfacción de quien ha implementado en su sistema productivo, algunas de las herramientas que el estado pone a disposición de los usuarios del agua.

5.7.2 Identificación de posibles soluciones a las brechas determinadas

Las brechas determinadas se abordan como identificación de soluciones, pensadas como oportunidades de mejora. Para cada una de las brechas se identifican todas las alternativas de soluciones y oportunidades de mejora. Estas soluciones se traducen en ideas y perfiles de estudios, proyectos y programas, así como en propuestas específicas relacionadas con aspectos de gestión, de coordinación interinstitucional o multisectoriales, administrativos, entre otros.

Las iniciativas se desarrollan de acuerdo al Anexo 2 de las bases de la licitación del estudio.

5.7.2.1 Ideas avanzada de proyectos (simplificada)

Para la identificación de soluciones en proyectos en el ámbito de Infraestructura de riego y obras civiles extraprediales, se aplicó un formulario a los actores relevantes de la cuenca. Tomado una muestra de los tipos de proyectos por cada uno de los subterritorios del plan.

Se toma como base para el formulario la estructura de ideas avanzadas de proyecto, simplificada, que se muestra a continuación.

OBJETIVOS ALCANZAR

Señala en este espacio, el o los principales objetivos del proyecto de inversión en riego o drenaje.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Señala de manera clara el problema a resolver con el proyecto de inversión, aludiendo en lo posible de manera cuantitativa a la naturaleza u origen del problema (ej. baja eficiencia en la conducción del agua debido a pérdidas por infiltración y evaporación desde el canal).

ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

Población beneficiada: productor individual u organización

Nombre: Nombre del agricultor u organización

RUT: _____ - ____

Localidad: Señalar el nombre de la localidad de tal manera que se facilite la identificación del lugar

Comuna: _____

Ubicación geográfica del proyecto (Coordenadas UTM, Datum WGS84):

_____ N; _____ E.
Huso _____;

Actividades económicas o principales rubros productivos

Señala los principales rubros silvoagropecuarios presentes en el sistema productivo del o los agricultores beneficiados con el proyecto así como las rotaciones más comunes utilizadas en éste.

Superficie de la explotación: _____ hectáreas

Superficie de riego: _____ hectáreas

Superficie a incorporar a riego: _____ hectáreas

Caudal disponible: _____ lt s^{-1}

Derechos de agua inscritos: _____ SI; _____ NO, _____ En trámite.

Descripción de la situación actual (SA)

Señala de manera concisa, la situación que genera el problema identificado anteriormente (ej. El sustrato en el que se emplaza el canal, es de textura muy gruesa).

Situación de la infraestructura intrapredial y extrapredial

Hacer una descripción del nivel tecnológico y estado de operación de la infraestructura de riego en el predio como fuera de éste. Señalar si existen daños u obras de mantención pendientes.

ASPECTOS DE INGENIERÍA

Descripción de las Obras

Hace una descripción de las obras necesarias para implementar o ejecutar la puesta en marcha del proyecto. Señalar los pasos a seguir incluyendo los requerimientos de servicios externos necesarios en la construcción del proyecto.

Valorización estimativa de las obras

Estima el costo total de las obras de manera general, proporcionando información por partidas o ítems cuando sea posible.

Descripción de la situación con proyecto (SCP o Futura)

Analiza el impacto que el proyecto generaría en dichos cultivos o rubros, indicando rendimientos.

EXTERNALIDADES

Incorpora una descripción general del impacto ambiental dada la magnitud del proyecto y, cuando corresponda, otras externalidades (ej. Geopolítica).

ESTABLECER EL NIVEL DE INTERÉS DEL PRODUCTOR O DE LA COMUNIDAD

Establece o señala el interés de la comunidad frente a la idea de proyecto descrita.

5.7.2.2 Resultados del formulario de ideas avanzadas de proyectos por subterritorio

Como resultado del formulario de ideas avanzadas de proyectos (simplificada), se recogieron **602 proyectos** en el ámbito de infraestructura de riego y obras civiles extraprediales en el territorio. El detalle se encuentra en el Anexo 16. En la Figura 106 se muestra la situación de los derechos de aprovechamiento de aguas de los proyectos.

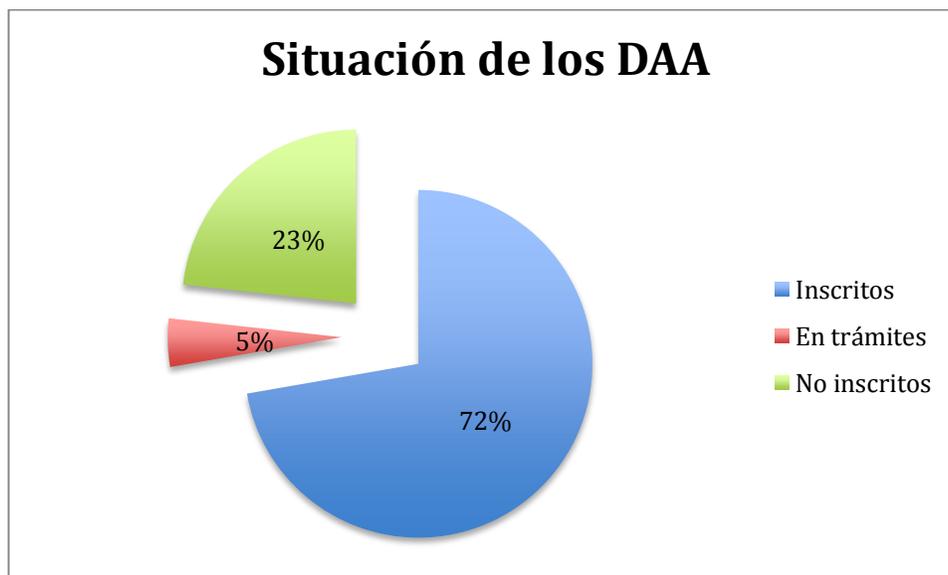


Figura 106. Situación de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los proyectos.

La clasificación de los tipos de proyecto se realiza de acuerdo a los tipos de proyectos que bonifica la CNR (Tabla 112).

Tabla 112. Tipos de proyectos en el ámbito de Infraestructura de riego y obras civiles extraprediales.

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
Obras civiles de acumulación	Obras que permiten almacenar el agua de forma artificial. Se considera la construcción o rehabilitación	a) Embalses de regulación estacional b) Embalses de regulación corta (acumulación de aguas de riego nocturna o de fin de semana) c) Estanques d) Obras de acumulación excavadas (sin muros) e) Volúmenes iniciales (recuperar la capacidad original) f) Revestimiento (impermeabilización) Además, se consideran las obras asociadas, tales como obras de toma, desarenadores, vertederos, rápidos de descarga y obras de entrega.
Obras civiles de conducción	Obras civiles de conducción a la obra que permite conducir el agua de forma artificial de manera continua o discontinua. En obras civiles de conducción ¹ se considerará la construcción o rehabilitación	a) Revestimiento de canales b) Construcción de canales en tierra c) Acueductos (entubamientos) gravitacionales y a presión d) Obras de arte asociadas a la construcción o rehabilitación de tramos de revestimiento de canales, tales como caídas, alcantarillas, desarenadores, cruces de caminos (bóvedas y cajones, accesos vehiculares y peatonales, sifones y sifones invertidos, etc.).
Obras civiles de arte	Obras que permite captar, distribuir, conducir, regular el agua de forma artificial y las obras de captación de aguas subterráneas	a) Obras de Arte de Conducción: - Caídas - Alcantarillas - Desarenadores - Cruces de caminos (puentes y sifones invertidos) - Canoas y sifones

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
		<p>b) Obras de Arte de distribución y regulación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compuertas - Marcos partidores - Válvulas - Aforadores de lectura directa o mediante elementos electrónicos y digitales de captura de datos y su transmisión en tiempo real (telemetría) y todos los equipos para su lectura, como computadores y software. Siempre que estos aforadores se proyecten en cauces artificiales o en captaciones de aguas subterráneas. <p>c) Obras de Captación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bocatomas permanentes - Bocatomas con barreras fijas y/o móvil - Canal desripiador - Compuertas y obras asociadas (no se consideran las bocatomas provisionales) - Canal de aducción <p>d) Pozos profundos o someros (norias o socavones)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obras construcción de pozos - Entubación y desarrollo de pozos - Profundización o ampliación de pozos - Habilitación de pozos <p>No están sujetas a bonificación las obras de sondaje o exploraciones anteriores a la construcción del pozo.</p>

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
		e) Obras de Prevención y Mitigación de la Contaminación: <ul style="list-style-type: none"> - Abovedamiento o entubamiento de canales - Trampas de basuras - Filtros - Desvíos de cauces - Obras o equipos que mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos permitan mejorar la calidad del agua.
Obras de drenaje	Obras de drenaje a aquellas destinadas a evacuar el exceso de las aguas que se acumulan en la superficie en el caso de sistemas de drenaje superficial o en el perfil de suelo en el drenaje subsuperficial, por lluvias intensas, factores topográficos, permeabilidad del suelo, riego, o flujos subterráneos y que constituyen una limitante para el desarrollo de los cultivos.	
Obra de tecnificación	Obras de tecnificación a los sistemas de riego que permiten aplicar el agua al interior del o los predios aumentando la eficiencia del uso del agua y/o incorporando nuevas superficies al riego. Entre los tipos de obras de tecnificación se distinguen los sistemas de riego por goteo, cinta, microaspersión, borboteo, aspersión, pivotes centrales, avance frontal, carretes, side roll, californiano u otros.	

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
Obras de telemetría	<p>Obras de telemetría a los proyectos de construcción de obras e instalación de equipos de monitoreo, control y transmisión de datos a distancia en tiempo real, de forma electrónica y digital de precisión, esto en consideración que estos sistemas permiten una gestión más eficiente del recurso hídrico tanto en su distribución como su aplicación, se rigen de acuerdo a los requisitos indicados en el DT-11 de equipos de telemetría.</p>	<p>a) Telemetría en obras extraprediales: - Obras de medición, y/o control de caudal en canales, obras de entrada y salidas en embalse, impulsiones, pozos, mediante el empleo de sensores de ultrasonido, sensores laser, caudalímetro, compuertas automatizadas, compuertas volumétricas, válvulas automatizadas, marco partidores motorizados, etc. y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no de la obra civil de aforo o válvula</p> <p>- Obras de medición de niveles en embalses, canales y pozos, mediante sensores de ultrasonido, infrarrojos, laser, etc. y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no del respectivo caudalímetro</p> <p>- Obras de medición de calidad de aguas en canales, embalses y pozos, mediante sensores específicos y de acuerdo a componente que se quiera medir y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no de la obra civil para su instalación.</p>

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
ERNC	Las ERNC o energías renovables no convencionales son aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, como el sol, viento o el mar y a diferencia de las energías de origen fósil, las ERNC se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento de los recursos renovables en	<p>b) Telemetría en obras intraprediales:- Obras y equipos de medición, y/o control de caudal en canales intraprediales, obras de entrada y salidas en embalse, impulsiones, pozos, mediante el empleo de sensores de ultrasonido, sensores laser, caudalímetro, compuertas automatizadas, compuertas volumétricas, válvulas automatizadas, marco partidores motorizados, etc. y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no de la obra civil de aforo o válvula.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obras y equipos de medición de niveles en embalses, canales y pozos, mediante sensores de ultrasonido, infrarrojos, laser, etc. y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no del respectivo caudalímetro - Obras y equipos de medición de calidad de aguas en canales, embalses y pozos, mediante sensores específicos y de acuerdo a componente que se quiera medir y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real, con existencia o no de la obra civil para su instalación. - Equipos de estaciones meteorológicas, que permitan medir diferentes factores climáticos y sean representativas de la superficie, cultivo y topografías existentes con el fin de mejorar la eficiencia de la aplicación del agua de riego. - Equipos de medición de parámetros físico-químicos del cultivo y su transmisión a distancia mediante cualquier tecnología y en tiempo real con el fin de mejorar la calidad del agua de riego. <p>1. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.</p>

Tipos de Obras	Definición	Ejemplo de infraestructura según Tipología
	energía útil, estos no se agotan en una escala humana. Además, se caracterizan por generar un bajo impacto en el medio ambiente, razón por la cual son consideradas como fuentes de energía limpia.	<p>2. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kilowatts.</p> <p>3. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.</p> <p>4. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.</p> <p>5. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.</p> <p>6. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.</p> <p>7. Otros medios de generación determinados fundadamente por la Comisión, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental, conforme a los procedimientos que establezca el reglamento.</p>

A continuación, se muestra los resultados de los tipos de proyectos en el ámbito de infraestructura de riego y obras civiles extraprediales por cada subteritorio.

Tabla 113. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Ñuble Alto (San Fabián).

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
			X*				*Habilitación de Pozos	1
X			X*			X	*Entubamiento y desarrollo de pozos	1
X			X*			X	Habilitación de Pozos	1
X	X		X*				*Habilitación de Pozos	5
X			X*				*Habilitación de Pozos	2
	X							1
	X	X						1
	X					X		1
X	X	X*					*Acueductos	1
X	X							9
X	X					X		2
X						X		1
Total de proyectos								26

*Especificación de la obra.

Tabla 114. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Ñuble Bajo (San Carlos, Coihueco, San Nicolás, Chillán y Chillán Viejo).

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X								8
X						X		22
X			X*			X	*Habilitación de Pozos	9
X			X*			X	Obras de construcción de pozos	3
X	X							4
X	X					X		1
	X	X						1

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
		X*					*Revestimiento de Canales	72
		X*	X*				*Revestimiento de Canales - Marco Partidor H16	2
			X*				*Bocatomas	40
			X*				*Compuertas	17
			X*				*Marco Partidor	16
			X*				*Obras de construcción de pozos	1
Total de proyectos								196

*Especificación de la obra.

Tabla 115. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Alto (Pemuco, Tucapel, Cabrero y Yungay).

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X								34
X	X							10
	X							3
	X	X						3
	X	X				X		1
			X*				*Bocatomas	3
			X*				*Compuertas	22
				X				1
		X*	X*				*Revestimiento de Canales - Compuertas	1
			X					4
			X*				*Entubamiento	1
			X*				*Revestimiento de Canales	13
Total de proyectos								96

Tabla 116. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Medio (Pinto, El Carmen, San Ignacio, Bulnes, Quillón y Florida).

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X								22
X	X							2
X						X		5
X			X*				*Habilitación de Pozos	27
X			X*			X	*Habilitación de Pozos	3
X	X		X*				*Habilitación de Pozos	3
X	X		X*			X	*Habilitación de Pozos	1
X	X					X		1
	X					X		1
	X							6
	X*	X*					*Revestimiento de Canales - Bocatoma Permanente- Aforadores - Compuertas	1
	X		X*				*Habilitación de Pozos	1
			X					2
		X*					*Revestimiento de Canales	39
			X*				Canoa de Aforo - Compuerta H29	1
			X*				Canoa de Aforo	5
			X*				Compuertas	13
			X*				Bocatomas	11
Total de proyectos								144

*Especificación de la obra.

Tabla 117. Resultados de los tipos de proyectos subcuenca Itata Bajo (Ninhue, Quirihue, Portezuelo, Ránquil, Coelemu y Treguaco).

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X								5
X	X							4
X	X		X*				*Habilitación de Pozos	1
X	X					X		5
X	X	X				X		1
X	X		X*				*Habilitación de Pozos	1
X						X		38
X			X*				*Obras de construcción de pozos	1
X			X*				*Habilitación de Pozos	1
X		X						1
	X							10
	X	X						1
	X	X*					*Entubamiento	1
	X					X		3
	X	X*				X	*Acueductos	1
						X		8
Total de proyectos								82

*Especificación de la obra.

Tabla 118. Resultados de los tipos de proyectos cuenca costera Cobquecura.

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X								3
X	X							4
X	X		X				Obras de construcción de pozos	1
X	X					X		1

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
			X			X	Obras de construcción de pozos	1
	X					X		8
Total de proyectos								18

*Especificación de la obra.

Tabla 119. Resultados de los tipos de proyectos cuenca costera Tomé.

Obras de tecnificación	Obras de acumulación	Obras de conducción	Obras civiles de arte	Obras de drenaje	Obras de telemetría	ERNC	Especificación de la obra	Nº
X	X		X*			X	*Obras de prevención y mitigación de la contaminación	23
X	X					X		7
X	X							7
X						X		1
			X*				*Obras de construcción de pozos	1
Total de proyectos								39

*Especificación de la obra.

5.7.2.3 Ideas, perfiles de estudios y programas

De acuerdo a las brechas identificadas y analizadas en las actividades de participación ciudadana, y que se muestran en la Tabla 120, se presentan las ideas de estudios y programas. Se encuentran enumeradas las Idish relacionadas con la Comisión Nacional de Riego. Estas IDIs, se desarrollaron en detalle en el Anexo 16 de este Informe.

Tabla 120. Ideas, perfiles de estudios y programas.

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
1	Capacitación para los usuarios	Los agricultores que utilizan el recurso hídrico, y que a su vez han sido beneficiados con proyectos de inversión en riego no los utilizan con el nivel de eficiencia para los cuales fueron concebidos.	Los proyectos de riego financiados con subsidios del Estado, no contemplan programas de capacitación o transferencia de capacidades para que sus usuarios alcancen una eficiencia óptima de utilización.	Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata.	Trasferencia de conocimientos y tecnologías para la gestión sustentable de los recursos hídricos. Basado en el aprendizaje por experiencia.	CNR-INDAP-GORE
2	Agua para el consumo humano	En algunas localidades de la cuenca, los sectores más alejados del centro poblado no tienen acceso al agua, y es el municipio con ayuda del GORE, quienes hacen entrega de agua potable en camiones aljibes,	La percepción de la población rural respecto del acceso al agua potable, es que se requieren más esfuerzos que integren las capacidades de los servicios multisectoriales destinados a atender	Programa de fortalecimiento a organizaciones vinculadas a obras y proyectos de agua potable rural.	Fortalecer la gestión del agua potable rural en la cuenca del Itata.	DOH-GORE

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
3		situación que se vio agravada con el terremoto del año 2010, debido a que vertientes y pozos que servían para abastecerse del recurso se secaron.	esta importante necesidad.	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola.	Generar nuevas opciones de fuentes para Agua Potable Rural. Además, utilización del reúso del agua servida doméstica en pequeños sistemas de riego.	CNR-GORE
4	Infraestructura de riego	Existe una vasta extensión de suelo agrícola en la cuenca que ve afectada su aptitud debido a los problemas de falta de drenaje que se presentan durante algunos meses del año.	Actualmente, los instrumentos de fomento y apoyo a la inversión dirigidos a resolver situaciones de mal drenaje en suelos agrícolas son insuficientes o lisa y llanamente no existen.	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje.	Aplicar en un área normas, métodos, materiales, etc. que sirvan de pauta al desarrollo de un sistema integral de drenaje y demostrar su necesidad.	CNR-GORE

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
5		La eficiencia del riego en el territorio es muy baja, debido a que la mayoría de los agricultores no pueden acceder a financiamiento para nuevos proyectos. Los agricultores en su mayoría riegan por tendido y algunos pocos riegan con sistemas tecnificados financiados por INDAP y CNR, pequeños sistemas de goteo o cinta para chacras e invernaderos.	El principal objetivo de los instrumentos de fomento a la inversión en riego es el aumento de la eficiencia de utilización del recurso hídrico. Sin embargo, actualmente no se conocen ni la eficiencia antes del proyecto ni tampoco una vez que éste ya se encuentra en operación.	Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata.	Determinar la eficiencia del uso del agua de riego en los principales cultivos de la cuenca.	CNR-INDAP-GORE

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
6	Gestión y fortalecimiento de las OUAs	La comunidad de la cuenca en su gran mayoría no posee sus DAA, debidamente inscritos debido al desconocimiento de los procesos administrativos y legales.	La tramitación de derechos de aprovechamiento, ha experimentado retrasos, dada la cantidad de expedientes presentados ante el servicio responsable de tales procesos.	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata.	Fortalecer las capacidades de gestión, administrativas y técnicas de las OUAs.	CNR-GORE
7	Obras civiles extraprediales	La infraestructura de conducción de agua de riego en la cuenca, adolece de serios problemas vinculados a su precariedad. Esto es, sin revestimiento necesario para subsanar especialmente pérdidas por infiltración.	No existen estudios actualizados que cuantifique la condición de la infraestructura de conducción del recurso. Información esencial para implementar estrategias de inversión en este ámbito.	Diagnóstico del mejoramiento de la red de canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata.	Determinación de las pérdidas de agua en canales.	CNR-GORE

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
8	Disponibilidad y demanda de agua	En la cuenca no se han desarrollado estudios que aborden en detalle la disponibilidad del recurso a la forma de reserva nival, insumo esencial para implementar estrategias anuales de gestión hídrica.	En la cuenca no se cuenta con la infraestructura ni menos una metodología debidamente validada que permita estimar la disponibilidad de agua almacenada en la cordillera.	Desarrollo de un modelo predictivo de caudales de primavera, basado en un sistema integrado de medición de la reserva nival en la cuenca del río Itata.	Desarrollar para la cuenca del río Itata un sistema integrado de medición de almacenamiento de nieve y predicción de caudales de primavera y verano.	DGA-GORE-FIC
9		En la cuenca no se han desarrollado estudios que aborden en detalle la disponibilidad del recurso, especialmente en aguas subterráneas, para que la comunidad pueda disponer de información fidedigna para el desarrollo de proyectos de riego o la construcción de nuevas fuentes de abastecimiento como son los pozos.	Actualmente el estamento destinado para asignar los derechos de utilización de aguas subterráneas en la cuenca, no cuenta con información suficiente para esta tarea. Esta situación limita tanto la optimización de la utilización del recurso como la conservación y recarga del mismo a nivel de los acuíferos subterráneos.	Estudio para la determinación del balance hídrico de las aguas subterráneas en la cuenca del río Itata.	Determinar el balance hídrico de los acuíferos existentes en la cuenca del río Itata.	DGA-GORE-CONICYT

Nº	Nombre de la Brecha	Línea base o diagnóstico	Descripción de la Brecha	IDIs	Descripción IDIs	Ejecutor/Financiamiento
10		Ningún esfuerzo dirigido a mejorar la eficiencia de utilización del recurso a través del aumento de la eficiencia de aplicación (métodos de riego), es suficiente si no se conoce la real demanda hídrica por parte de los cultivos. Actualmente en la cuenca no se observa un manejo del riego consecuente con esta idea.	Las experiencias en las que el agricultor mide o determina dicha demanda, se limitan a contados casos avanzados de agricultura intensiva y están lejos de ser una práctica frecuente entre los usuarios del agua.	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata.	Determinación de los requerimientos de agua de riego en la cuenca.	CNR-GORE-CONICYT
11	Gestión e instrumentos públicos	El acceso al recurso hídrico conlleva el aumento correspondiente en la calidad de vida de quien cuenta con él. Sin embargo, dicha condición así como la satisfacción que implica no son parámetros ni indicadores que han sido cuantificados. En la cuenca se observa que la inversión en la infraestructura de riego no siempre se tradujo en mejoras sociales como las antes descritas.	No existen instrumentos que establezcan un seguimiento, percepción ni tampoco la satisfacción de quien ha implementado en su sistema productivo, algunas de las herramientas que el estado pone a disposición de los usuarios del agua.	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas vinculados a la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Itata.	Conocer la percepción de la calidad de las obras, programas, proyectos de riego, estudios y APR en la cuenca del Itata.	CNR-INDAP-GORE

5.7.2.4 Aplicación de metodología de priorización de iniciativas

La metodología de priorización de iniciativas, se toma como referencia la metodología utilizada por el Consejo de Ministros de la CNR para la priorización de obras de riego de acuerdo al Anexo 3 de la licitación de este estudio.

La matriz de priorización de programas se muestran en la Tabla 121 y la de estudios en la Tabla 122.

Tabla 121. Matriz de priorización de programas.

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
CRITERIO	SUBCRITERIOS	DESCRIPCIÓN	INDICADOR				
Económico	Productividad	Busca priorizar las iniciativas que impactan en la productividad agrícola asociada al uso del agua de los beneficiarios	No mejora la eficiencia (no la aumenta): 0 Sí mejora la eficiencia: 1	0	0	0	0
	Tiempo de inversión	Busca priorizar iniciativas que minimicen el tiempo de retorno de la inversión, esto es que den cuenta de resultados en el menor tiempo posible	5-6 años en lograr resultados: 0,33 3-4 años en lograr resultados: 0,66 1-2 años en lograr resultados: 1,00	0,66	0,33	1	0,66
	Escala de inversión	Busca priorizar iniciativas que tengan un mayor alcance territorial (escala a nivel de cuenca > comuna > localidad > sección de río > OUA) y que a su vez, logren un impacto más significativo en cuanto a la proporción de beneficiarios que logra abarcar al interior de dichos territorios	Escala de la inversión = Alcance territorial Alcance territorial: Cuenca: 1 4 Subterritorios: 0,8 3 Subterritorios: 0,6 2 Subterritorios: 0,4 1 Subterritorios: 0,2	1	1	0,4	0,2

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
Social	Nivel de pobreza	Busca priorizar las iniciativas que contribuyen de alguna forma a la superación de la pobreza en un sentido multidimensional, ya sea desde la perspectiva de ingresos o estabilidad económica (vulnerabilidad), salud, o educación	<p>Situación de Pobreza= Económico + Educación + Salud</p> <p>Aporta en la dimensión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Económica: 0,33 - Educación: 0,33 - Salud: 0,33 <p>No aporta en la dimensión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Económica: 0 - Educación: 0 - Salud: 0 	0,66	0,99	0,33	0,33
	Superficie beneficiada	Se busca priorizar aquellos proyectos que tienen impacto en territorios con mayor proporción de explotaciones de subsistencia y/o pequeños agricultores de hasta 12 ha de riego básico	<p>71% a 100%: 1,00</p> <p>51% a 70% : 0,75</p> <p>31% a 50% : 0,50</p> <p>0% a 30% : 0,25</p>	1	1	0,25	0,75
	Comunidades indígenas en el territorio	Busca priorizar iniciativas que estén dirigidas a pueblos originarios.	<p>Si está dirigida a comunidades: 1</p> <p>No está dirigida a comunidades: 0</p>	0	0	0	0
	Arraigo territorial	Busca priorizar las iniciativas que aporten al arraigo territorial en un sentido multidimensional, desde la perspectiva de la empleabilidad, las	Tiene arraigo:1; No tiene arraigo:2	1	1	0	1

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
		redes sociales y la formación de capacidades.					
Estratégico	Grado de escasez hídrica	Busca priorizar iniciativas que aborden las problemáticas de escasez	<p>Grado de Escasez Aguas = Tecnología + Capacitación + Reducción de pérdidas + Gestión del recurso + Calidad del Recurso</p> <p>Aporta en el factor Tecnología: 0,2 Capacitación: 0,2 Reducción de pérdidas: 0,2 Gestión del recurso: 0,2 Calidad del recurso: 0,2</p> <p>No aporta en el factor Tecnología: 0 Capacitación: 0 Reducción de pérdidas: 0 Gestión del recurso: 0 Calidad del recurso: 0</p>	0,8	1	0,8	0,8

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
	Nivel organizacional	Busca priorizar iniciativas que generan algún tipo de mejora en las OUA.	<p>Nivel organizacional</p> <p>Categorías: No operativa: 0 Básica: 0,17 Operativa: 0,33 Ordenada: 0,5 Funcional: 0,67 Dinámica: 0,83 Integrada: 1</p>	0	0	0	1

IDIs CNR			Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
Lineamiento institucional	<p>Busca priorizar las iniciativas de acuerdo a su concordancia con algunos de los lineamientos de la CNR . "Definiciones Estratégicas para el periodo 2014-2018".</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuir a la generación de una política de Estado en materia de recursos hídricos para riego. 2. Aumentar la superficie de riego, la seguridad y eficiencia del uso del recurso hídrico para riego, a través de la Ley N° 18.450.3 3. Fortalecer la gestión de las Organizaciones de Regantes. 4. Promover la implementación y desarrollo en el uso del riego de ERNC. 5. Apoyar al desarrollo de los pequeños y medianos agricultores y pueblos originarios. 	<p>No contempla ningún lineamiento: 0 Contempla al menos uno de los lineamientos: 1</p>	1	1	1	1

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
Ambiental	Alteración de sistemas de vida	Busca priorizar aquellas iniciativas que no requieran alterar significativamente sistemas de vida y costumbres de la población o relocalización de comunidades humanas para su instalación y/o desarrollo.	<p>Impacto negativo ASV = 1 + Sistemas de vida + Costumbres de la población + Relocalización de comunidades</p> <p>Impacta en: Sistemas de vida: -0,33 Costumbres de la Población: -0,33 Requiere relocalización de comunidades: -0,33</p> <p>No impacta en: Sistemas de vida: 0 Costumbres de la Población: 0 Requiere relocalización de comunidades: 0</p>	1	1	1	1

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
	Valor ambiental del territorio	Busca priorizar aquellas iniciativas que no se ubiquen en o próximas a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos o glaciares susceptibles de ser afectados por alguna de las actividades contempladas en la iniciativa.	<p>Impacto negativo VAT = 1 + Recursos o áreas protegidas + Sitios prioritarios para la conservación + Humedales + Glaciares</p> <p>Se ubica próxima o en: Recursos o áreas protegidas: -0,25 Sitios prioritarios para la conservación: -0,25 Humedales: -0,25 Glaciares: -0,25</p> <p>No se ubica próxima o en: Recursos o áreas protegidas: 0 Sitios prioritarios para la conservación: 0 Humedales: 0 Glaciares: 0</p>	1	1	1	1
	Genera beneficios o potenciales impactos ambientales positivos	Busca priorizar aquellas iniciativas que puedan generar impactos positivos directos o indirectos en el medio ambiente. [ej. estudios para mejorar la calidad de aguas, programas de uso eficiente del agua,	1. Impacta Directamente: 1 2. Impacta Indirectamente: 0,5 3. No genera impactos positivos: 0	0,5	1	1	0,5

IDIs CNR				Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata
		entre otros].					
Gestión	Interés de los Usuarios	Busca priorizar el total de iniciativas por parte del los actores relevantes de las PAC	Resultados de talleres: 1; 0,66;0,33;0	0,66	1	0,33	0
	Interés institucional	Busca priorizar el total de iniciativas por parte del los integrantes de la CRR.	Resultados de taller: 1; 0,66;0,33;0	1	0,66	0	0,33
RESULTADO DE PONDERACIONES				10,28	10,98	7,11	8,57

Tabla 122. Matriz de priorización de estudios.

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
CRITERIO	SUBCRITERIOS	DESCRIPCIÓN	INDICADOR				
Económico	Productividad	Busca priorizar las iniciativas que impactan en la productividad agrícola asociada al uso del agua de	No mejora la eficiencia (no la aumenta): 0	1	1	0	0

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
		los beneficiarios	Sí mejora la eficiencia: 1				
	Tiempo de inversión	Busca priorizar iniciativas que minimicen el tiempo de retorno de la inversión, esto es que den cuenta de resultados en el menor tiempo posible	5-6 años en lograr resultados: 0,33 3-4 años en lograr resultados: 0,66 1-2 años en lograr resultados: 1,00	0,33	0,66	0,33	0,66
	Escala de inversión	Busca priorizar iniciativas que tengan un mayor alcance territorial (escala a nivel de cuenca > comuna > localidad > sección de río > OUA) y que a su vez, logren un impacto más significativo en cuanto a la proporción de beneficiarios que logra abarcar al interior de dichos territorios	Escala de la inversión= Alcance territorial Alcance territorial: Cuenca: 1 4 Subterritorios: 0,8 3 Subterritorios: 0,6 2 Subterritorios: 0,4 1 Subterritorio: 0,2	1	0,8	1	1

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
Social	Nivel de pobreza	Busca priorizar las iniciativas que contribuyen de alguna forma a la superación de la pobreza en un sentido multidimensional, ya sea desde la perspectiva de ingresos o estabilidad económica (vulnerabilidad), salud, o educación	<p>Situación de Pobreza= Económico + Educación + Salud</p> <p>Aporta en la dimensión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Económica: 0,33 - Educación: 0,33 - Salud: 0,33 <p>No aporta en la dimensión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Económica: 0 - Educación: 0 - Salud: 0 	0,33	0,33	0,33	0,66
	Superficie beneficiada	Se busca priorizar aquellos proyectos que tienen impacto en territorios con mayor proporción de explotaciones de subsistencia y/o pequeños agricultores de hasta 12 ha de riego básico	71% a 100%: 1,00 51% a 70% : 0,75 31% a 50% : 0,50 0% a 30% : 0,25	0,75	0,75	0,75	1
	Comunidades indígenas en el territorio	Busca priorizar iniciativas que estén dirigidas a pueblos originarios.	Si está dirigida a comunidades: 1 No está dirigida a comunidades: 0	0	0	0	0
	Arraigo territorial	Busca priorizar las iniciativas que aporten al arraigo territorial en un sentido multidimensional, desde la perspectiva de la empleabilidad, las	Tiene arraigo:1; No tiene arraigo:2	0	0	0	0

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
		redes sociales y la formación de capacidades.					
Estratégico	Grado de escasez hídrica	Busca priorizar iniciativas que aborden las problemáticas de escasez	Grado de Escasez Aguas = Tecnología + Capacitación + Reducción de pérdidas + Gestión del recurso + Calidad del Recurso Aporta en el factor Tecnología: 0,2 Capacitación: 0,2 Reducción de pérdidas: 0,2 Gestión del recurso: 0,2 Calidad del recurso: 0,2 No aporta en el factor Tecnología: 0 Capacitación: 0 Reducción de pérdidas: 0 Gestión del recurso: 0 Calidad del recurso: 0	0,6	0,6	0,4	0

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
	Nivel organizacional	Busca priorizar iniciativas que generan algún tipo de mejora en las OUA.	<p>Nivel organizacional</p> <p>Categorías:</p> <p>No operativa: 0</p> <p>Básica: 0,17</p> <p>Operativa: 0,33</p> <p>Ordenada: 0,5</p> <p>Funcional: 0,67</p> <p>Dinámica: 0,83</p> <p>Integrada: 1</p>	0	0	0	0

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
	Lineamiento institucional	<p>Busca priorizar las iniciativas de acuerdo a su concordancia con algunos de los lineamientos de la CNR ."Definiciones Estratégicas para el periodo 2014-2018".</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuir a la generación de una política de Estado en materia de recursos hídricos para riego. 2. Aumentar la superficie de riego, la seguridad y eficiencia del uso del recurso hídrico para riego, a través de la Ley N° 18.450.3 3. Fortalecer la gestión de las Organizaciones de Regantes. 4. Promover la implementación y desarrollo en el uso del riego de ERNC. 5. Apoyar al desarrollo de los pequeños y medianos agricultores y pueblos originarios. 	<p>No contempla ningún lineamiento: 0 Contempla al menos uno de los lineamientos: 1</p>	1	1	1	1

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
Ambiental	Alteración de sistemas de vida	Busca priorizar aquellas iniciativas que no requieran alterar significativamente sistemas de vida y costumbres de la población o relocalización de comunidades humanas para su instalación y/o desarrollo.	<p>Impacto negativo ASV = 1 + Sistemas de vida + Costumbres de la población + Relocalización de comunidades</p> <p>Impacta en:</p> <p>Sistemas de vida: -0,33</p> <p>Costumbres de la Población: -0,33</p> <p>Requiere relocalización de comunidades: -0,33</p> <p>No impacta en:</p> <p>Sistemas de vida: 0</p> <p>Costumbres de la Población: 0</p> <p>Requiere relocalización de comunidades: 0</p>	1	1	1	1

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
	Valor ambiental del territorio	Busca priorizar aquellas iniciativas que no se ubiquen en o próximas a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos o glaciares susceptibles de ser afectados por alguna de las actividades contempladas en la iniciativa.	<p>Impacto negativo VAT = 1 + Recursos o áreas protegidas + Sitios prioritarios para la conservación + Humedales + Glaciares</p> <p>Se ubica próxima o en:</p> <p>Recursos o áreas protegidas: -0,25 Sitios prioritarios para la conservación: -0,25 Humedales: -0,25 Glaciares: -0,25</p> <p>No se ubica próxima o en:</p> <p>Recursos o áreas protegidas: 0 Sitios prioritarios para la conservación: 0 Humedales: 0 Glaciares: 0</p>	1	1	1	1

IDIs CNR				Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas
	Genera beneficios o potenciales impactos ambientales positivos	Busca priorizar aquellas iniciativas que puedan generar impactos positivos directos o indirectos en el medio ambiente. [ej. estudios para mejorar la calidad de aguas, programas de uso eficiente del agua, entre otros].	1. Impacta Directamente: 1 2. Impacta Indirectamente: 0,5 3. No genera impactos positivos: 0	0,5	0,5	0,5	0
Gestión	Interés de los Usuarios	Busca priorizar el total de iniciativas por parte del los actores relevantes de las PAC	Resultados de talleres: 1; 0,75; 0,5; 0,25;0	0,75	0,5	1	0,25
	Interés institucional	Busca priorizar el total de iniciativas por parte del los integrantes de la CRR.	Resultados de taller	0,25	0,5	1	0
RESULTADO DE PONDERACIONES				8,51	8,64	8,31	6,57

5.7.3 Propuesta de un plan de seguimiento y evaluación

La formulación del presente plan de riego, fue el resultado de un esfuerzo conjunto de especialistas, servicios públicos vinculados a la gestión del recurso hídrico y muy especialmente de todas aquellas personas habitantes de la cuenca, que asistieron a los talleres de participación ciudadana realizados en los territorios del área de estudio.

Precisamente es la participación ciudadana, la principal fortaleza que este estudio posee y en cada evento o actividad que sea apeló a la opinión, sugerencias y aportes de los habitantes de este territorio, se apeló también a la confianza en que este esfuerzo rendirá los frutos esperados.

En virtud de lo anterior, es que se hace necesario implementar medidas a través de las cuales se avance en el cumplimiento de las metas propuestas para este plan. Se trata de medidas que no sólo comprometan a la autoridad, sino que también involucren a los propios usuarios que requieren del recurso hídrico para operar sus propios sistemas de producción. Es decir, un proceso de seguimiento eficaz será aquel que incorpore a quienes participaron activamente en la formulación de este plan conducente a lo que en algún momento señalaron como imagen objetivo.

Son ellos los habitantes de esta cuenca quienes además reconocieron las brechas que separan la situación actual de la meta que en algún momento consensuaron. De este modo, el proceso de seguir, acompañar y evaluar la ejecución del plan de riego, será un proceso que coincida con lo que efectivamente es posible implementar para alcanzar la meta, siendo por lo tanto un proceso igualmente participativo que la formulación.

A modo de detallar los elementos que conformarían un proceso de seguimiento y evaluación, es conveniente señalar algunos preceptos que dicho proceso presentaría para ser adecuadamente implementado.

1. Es importante conocer la calendarización para la ejecución del plan en lo que respecta a proyectos, estudios básicos y programas. Este calendario acorde con la realidad presupuestaria de la región, necesariamente debe ser construido con una perspectiva de mediano a largo plazo. Para ello se requiere el compromiso de aquellas autoridades que cuentan con el poder de decisión necesario para una medida que trascienda por ejemplo, el año calendario o un periodo electoral.
2. La conformación de una entidad que tenga como función el seguimiento y evaluación de la ejecución el plan de riego de la cuenca de Itata, debe ser representativa de los actores relevantes que lo formularon. Por lo tanto, debe tratarse de un organismo no sólo público privado, sino que además que cuente con la facultad de intervenir en la ejecución del plan en el evento que su implementación no obedezca a lo inicialmente propuesto.
3. El proceso de seguimiento como tal debe contemplar el financiamiento necesario para su implementación, es decir debe permitir el accionar y operación que involucra un proyecto de tal magnitud. Por lo tanto, la puesta en marcha de este plan debería ser

considerada como un programa más, cuya duración sea consecuente con la ejecución del plan.

4. Finalmente, el proceso de seguimiento social del plan no debiera separarse de la componente técnica de tal forma que de ser estrictamente necesario, sea posible a re-orientar alguna línea de acción en beneficio de la imagen objetivo original.

A continuación, se presenta un esquema simplificado de la estructura y composición del programa de seguimiento del plan de riego de la cuenca del Itata.

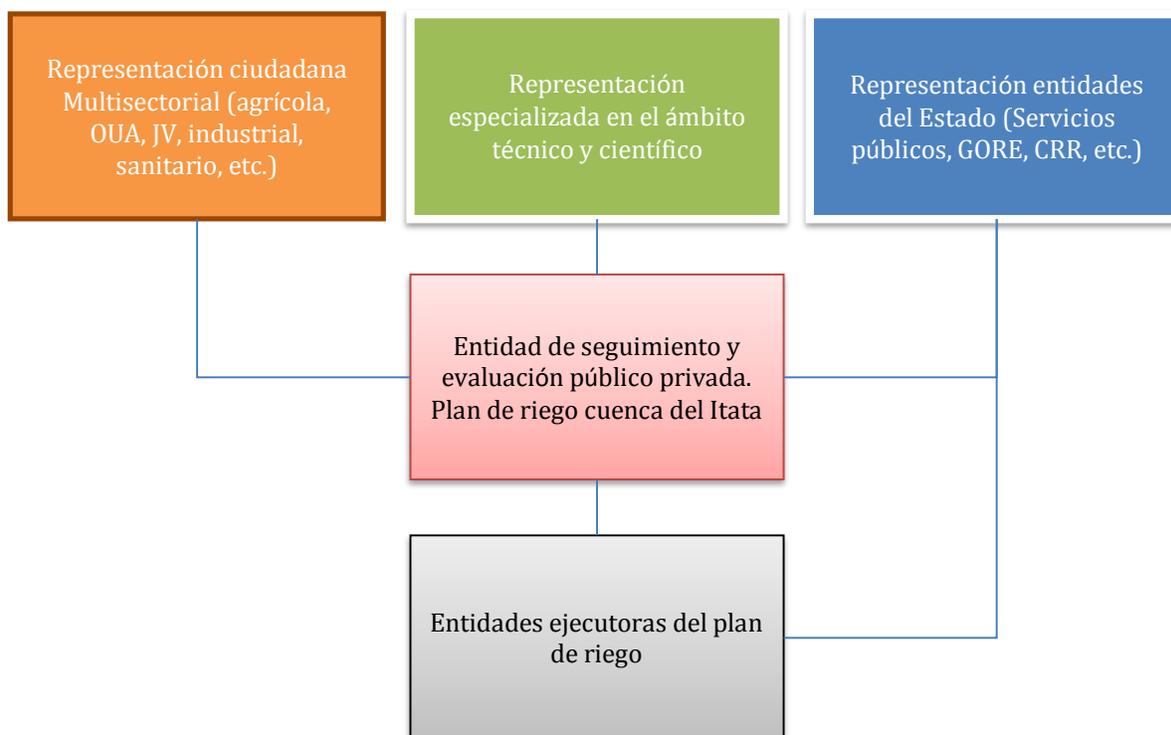


Figura 107. Esquema simplificado de la estructura y composición del programa de seguimiento del plan de riego de la cuenca del Itata.

El esquema anterior no sólo representa la estructura de la entidad encargada del seguimiento del plan de riego, sino que además sienta las bases para establecer la operatoria jerárquica que la gobierne. La simplicidad en esta parte importante de la puesta en marcha de la ejecución del plan, es una fortaleza ante el desafío de avanzar en la materialización de las acciones señaladas en la imagen objetivo. Por lo demás, una estructura simple le otorga el dinamismo que una entidad como esta requiere para su operación.

La institucionalidad regional del riego (CRR o mesas de aguas) deberá tener un rol central en los mecanismos de control y monitoreo definidos.

5.7.4 Cronograma tentativo del orden de ejecución de las iniciativas

De acuerdo a la priorización realizada por la Comisión Regional de Riego, se presenta el siguiente cronograma tentativo del orden de ejecución de las iniciativas.

Tabla 123. Cronograma tentativo del orden de ejecución de las iniciativas.

IDIs CNR		Año						Total Duración	Presupuesto
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6		
Estudios	Diagnóstico del mejoramiento de la red canales e infraestructura de distribución en la cuenca del río Itata.	x						12 meses	\$90.000.000
	Estudio para la determinación de la eficiencia del uso de agua, mediante los métodos de riego utilizados en la cuenca del río Itata.		x	x				24 meses	\$250.000.000
	Sistema de determinación de la demanda hídrica espacial y temporalmente distribuida, para la cuenca del río Itata.				x	x		24 meses	\$292.211.000
	Percepción social sobre los proyectos de inversión, estudios y programas vinculados a la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Itata.						x	12 meses	\$57.960.000
Programas	Programa para la implementación de nuevas fuentes de agua potable rural y su reúso con fines de riego agrícola.	x	x	x				36 meses	\$258.000.000
	Programa de transferencia tecnológica de apoyo a la implementación de proyectos de inversión en riego y drenaje en la cuenca del río Itata.			x	x			24 meses	\$231.750.000
	Programa de apoyo a la conformación y fortalecimiento de las OUA's en la cuenca del río Itata.				x			12 meses	\$129.950.000
	Programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para la implementación de obras de drenaje.					x	x	24 meses	\$264.574.000

5.7.5 Validación del plan de gestión

La validación del PGR, a nivel de usuarios se realiza en el marco de una Asamblea Ampliada en cada subterritorio, donde el mecanismo de participación y votación se realiza de acuerdo a la metodología utilizada en la etapa 3 de este estudio.

Para el caso de la validación a nivel de CRR, se establece mediante un protocolo de firma de acta de validación.

Para la validación por subcuencas hubo un facilitador de apoyo para los grupos de trabajo. Su rol permitió el apoyo en el desarrollo de la jornada a nivel logístico (disponibilidad y entrega de material, elaborar registros durante la jornada, apoyar el trabajo en grupos, etc.), con el propósito de facilitar la calidad del trabajo participativo.

En cada sesión se contó con la presencia de un profesional del área técnica del proyecto, esto dado que las instancias participativas se entienden como un medio para producir información dura respecto a la temática del uso del recurso hídrico y drenaje, el cual tiene definiciones o marcos legales y técnicas a considerar para dar contexto y marco de viabilidad a las necesidades, propuestas y percepción de la comunidad.

Al inicio de cada sesión se realizó una presentación del plan de riego cuenca del Itata y sus alcances, así como se contextualizó brevemente a los participantes respecto a la etapa que estaban participando y el objetivo concreto o producto a lograr en cada sesión, destacando permanentemente la importancia en la actividad.

Se estableció en conjunto con los participantes “acuerdos para el desarrollo del taller” el que permitió dar una dinámica de funcionamiento del espacio participativo, que incluyó aspectos como mantener celulares en silencio, el principio de que todas las ideas valen, hasta modalidad para pedir la palabra, para asegurar el derecho a participar de todos y regular el tiempo de intervención de los participantes para permitir el logro de los objetivos en la sesión.

En el caso de algunas sesiones fue necesario, dar un detalle de los conceptos técnicos relevantes a utilizar en la sesión, explicados de forma simple. Esto con el fin de asegurar la participación inclusiva, considerando las posibles diferencias de conocimiento y experiencia de los participantes, y orientarse a la conformación de una comunidad de habla.

Las sesiones participativas tuvieron una duración aproximada entre dos a tres horas de trabajo.

Se presentaron los resultados obtenidos en los talleres de la etapa 3 del estudio, por cada subcuenca. Los cuales fueron validados por la concurrencia. Después, se procedió a dar las instrucciones de la actividad:

“Ordenar por importancia los programas y estudios presentadas en ficha de priorización (Tabla 124), enumerándolas, dónde el número 1 es el más importante y el número siguiente es menos relevante”.

Tabla 124. Ficha de priorización de programas y estudios del plan de riego

Prioridad	Programa	Observación
	Transferencia tecnológica en riego	Trasferencia de conocimientos y tecnologías para la gestión sustentable de los recursos hídricos basado en el aprendizaje por experiencia
	Agua Potable Rural	Fortalecer la gestión del agua potable rural en la cuenca del Itata y generar opciones para el reúso del agua servida doméstica en pequeños sistemas de riego
	Drenaje	Aplicar en un área normas, métodos, materiales, etc. que sirvan de pauta al desarrollo de un sistema integral de drenaje y demostrar su necesidad
	Nieve	Desarrollar para la cuenca del río Itata un sistema integrado de medición de almacenamiento de nieve y predicción de caudales de primavera y verano
	Derechos de aprovechamiento de aguas	Catastrar y regularizar Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Itata
	Plan de riego de la cuenca del Itata	Seguimiento del plan de riego de la cuenca del Itata

Prioridad	Estudio básico	Observación
	Pérdidas en canales	Determinación de las pérdidas de agua en canales
	Aguas subterráneas	Determinar el balance hídrico de los acuíferos existentes en la cuenca del río Itata
	Demanda de agua en la cuenca	Determinación de los requerimientos de agua de riego en la cuenca
	Eficiencia en el uso de agua de riego	Determinar la eficiencia del uso del agua de riego en los principales cultivos de la cuenca

Prioridad	Estudio básico	Observación
	Unificación de bocatomas	Diagnóstico de la unificación de bocatomas y canales
	Percepción de los proyectos programas y estudios	Conocer la percepción de la calidad de las obras, programas, proyectos de riego, estudios y APR en la cuenca del Itata

NOTA: Respecto a la IDIs, Diagnóstico de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, cabe señalar que en reunión sostenida con la CNR, se propuso eliminar esta iniciativa, debido a que no correspondía a la línea de funciones que tiene esta comisión. Sin embargo, está incluida en la priorización, ya que se propuso su eliminación con fecha posterior a las actividades realizadas. Además, para una mejor comprensión para los asistentes a los talleres, en los nombres de las IDIs se utilizó un lenguaje más simple.

5.7.5.1 Calendario de asambleas por territorio

Tabla 125. Calendarios de las actividades de validación.

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Sector	Comunas
Comunidades y organizaciones privadas	Miércoles, 10 de agosto de 2016 (10:00 hrs)	21 de Mayo San Fabián	#312, Ñuble Alto	San Fabián de Alico
	Miércoles, 10 de agosto de 2016 (15:00 hrs)	Libertad Chillán	#845, Ñuble Bajo	San Carlos Coihueco San Nicolás Chillán Chillán Viejo
	Jueves, 11 de agosto de 2016 (10:00 hrs)	Cabrero	Itata Alto	Pemuco Tucapel Cabrero Yungay
	Jueves, 11 de agosto de 2016 (15:00 hrs)	El Carmen	Itata Medio	Pinto El Carmen San Ignacio Bulnes Quillón Florida
	Viernes, 12 de agosto de 2016 (10:00 hrs)	Ninhue	Itata Bajo	Ninhue Quirihue Portezuelo Ránquil Coelemu Treguaco
	Viernes, 12 de agosto de 2016 (15:00 hrs)	Cobquecura (Oficina)	Cuenca costera	Cobquecura

Público Objetivo	Fecha	Lugar	Sector	Comunas
	agosto de 2016 (15:00 hrs)	de PRODESAL)	081	
	Martes 9 de agosto de 2016 (11:00 hrs)	Mariano Egaña #1115 4° piso, Tomé	Cueca costera 082	Tomé
Comisión Regional de Riego	Lunes, 26 de Septiembre de 2016 (10:00 hrs)	SEREMÍA, Concepción		

5.7.5.2 Resultados de la validación

Análisis de datos para la priorización de programas y estudios

El análisis de los datos fue hecho en base a distribuciones de frecuencia del orden que cada participante entregó en los talleres a los estudios y programas.

Se utilizaron estadísticos descriptivos como la moda para determinar el valor que más se repetía en la distribución de datos por subcuenca y en el territorio en general, para así lograr establecer el orden de prioridad, además de la desviación típica con el objetivo de conocer la distribución de los datos para tener una visión más de acuerdo con la realidad de las opiniones arrojadas en los talleres y así poder describir los datos de manera más adecuada para la toma de decisiones. Por ejemplo, en los casos que una moda se repite se priorizó aquella con la desviación típica más baja, pues esto nos muestra una mayor uniformidad de opinión al momento de recoger los datos.

Priorización de estudios

Tabla 126. Estadísticos cuenca costera Tomé.

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		5	2	2	1	4 ^a	5
Desv. típ.		0,982	0,647	1,044	1,809	1,079	1,814

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subterritorio = Tomé

En la cuenca costera de Tomé se presenta como prioridad para la comunidad la determinación de la eficiencia en el uso del agua tanto para riego y la disponibilidad para el consumo humano, en segunda prioridad conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, tercera posición conocer la demanda de agua en la cuenca, en cuarta posición se encuentra la necesidad de unificar bocatomas y canales, en la posición cinco perdida de agua en canales y en sexta percepción de los proyectos programas y estudios.

Tabla 127. Estadísticos subcuenca Itata Bajo

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	29	29	29	29	29	29
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		5	1	2	4	5	6
Desv. típ.		2,061	1,490	1,568	1,149	1,938	1,889

a. Subcuenca = Itata Bajo

En la subcuenca Itata Bajo presenta como prioridad para la comunidad el conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, en segunda posición conocer la demanda de agua en la cuenca, en cuarta posición se encuentra la eficiencia en el uso de agua de riego, en quinta posición comparten los proyectos de unificación de bocatomas y canales y pérdida de agua en canales y en la sexta posición la percepción de los proyectos y estudios.

Tabla 128. Estadísticos subcuenca Itata Medio.

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		5	1	2	2 ^a	5	6
Desv. típ.		1,572	1,471	1,168	0,924	1,679	1,375

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Itata Medio

En la subcuenca Itata medio se presenta como prioridad para la comunidad conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, compartiendo segunda posición la demanda de agua en la cuenca y la eficiencia en el uso de agua de riego, en la quinta posición comparten la pérdida en canales y la unificación de bocatomas y en sexta posición la percepción de proyectos programas y estudios.

Tabla 129. Estadísticos subcuenca Itata Alto.

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	16	16	16	16	16	16
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1 ^a	2	3	1	5 ^a	4
Desv. típ.		1,897	1,740	1,711	1,611	1,982	1,515

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Itata Alto

En la subcuenca Itata Alto se presenta como prioridad para la comunidad compartiendo la primera posición el uso eficiente del agua para el riego y la pérdida de agua en canales, en

segunda posición se encuentra el estudio de conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, en tercera posición la demanda de agua en la cuenca, cuarta posición percepción de los proyectos y programas y estudios, quinta posición unificación de bocatoma y canales.

Tabla 130. Estadísticos Subcuenca Ñuble Bajo.

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	13	13	13	13	13	13
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		3	1 ^a	1	1	4 ^a	6
Desv. típ.		1,609	1,613	1,660	1,235	1,198	1,713

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Ñuble Bajo

El orden que los asistentes dieron a los estudios inicia con tres en que comparten la misma moda, pero para ellos utilizaremos la desviación típica como referente, por lo que en primera posición se ubica la eficiencia en el uso de agua en riego, seguido por determinar el balance hídrico de los acuíferos existentes en la cuenca del río Itata, continuando con la determinación de los requerimientos de agua de riego en la cuenca, para luego posicionar la pérdida de agua en canales, unificación de bocatomas y canales; finalizando en orden de prioridad con la necesidad de conocer la percepción de la eficiencia y cobertura de los proyectos programas y estudios en la cuenca.

Tabla 131. Estadísticos subcuenca Ñuble Alto

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	7	7	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1	3	2	4	5	6
Desv. típ.		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. Subcuenca = Ñuble Alto

Una vez más observamos desviación típica en cero debido al voto unánime de los asistentes al taller de San Fabián, quienes consideran prioritario la determinación de las pérdidas de agua en canales, en segundo lugar conocer la real demanda de agua en la cuenca, seguido por cuantificar balance hídrico de los acuíferos existentes. En cuarto lugar ubicaron el determinar la eficiencia del uso del agua de riego en los principales cultivos de la cuenca, para en penúltimo lugar posicionar la unificación de bocatomas y canales, terminando en sexto y último lugar con el estudio de percepción de los proyectos, programas y estudios ejecutados en la cuenca.

Tabla 132. Estadísticos subcuenca Costera Cobquecura.

		Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		5	1	2	3	4	6
Desv. típ.		1,079	0,000	1,250	0,831	1,036	1,421

a. Subcuenca = Cobquecura

En la subcuenca Cobquecura en primera posición conocer la disponibilidad de agua subterráneas, en segunda posición la demanda de agua en la cuenca, tercera posición eficiencia en el uso de agua de riego, cuarta posición unificación de bocatomas y canales, quinta posición perdida de agua en canales y sexta posición conocer la percepción de proyectos programas y estudios.

Tabla 133. Estadísticos priorización de estudios en el territorio.

	Perdida en canales	Aguas subterráneas	Demanda de agua en la cuenca	Eficiencia en el uso de agua de riego	Unificación de bocatomas y canales	Percepción de los proyectos programas y estudios
N	Válidos	98	98	98	98	98
	Perdidos	0	0	0	0	0
Moda		5	1	2	3 ^a	5
Desv. típ.		1,872	1,481	1,413	1,325	1,574

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Priorización del territorio, en primera posición la comunidad se inclinó por conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, en segunda posición conocer la demanda de agua en la cuenca, tercera posición el uso eficiente del agua para riego, cuarta posición la unificación de bocatomas y canales, quinta posición la perdida de agua en canales y sexta posición conocer la percepción de los proyectos programas y estudios.

Los resultados se explican de acuerdo a la diversidad del territorio y la priorización personal de acuerdo a las necesidades de cada uno de los asistentes a los talleres de participación ciudadana. A pesar de ello se obtuvo una visión general poniendo énfasis en el ejercicio de ver otras necesidades a partir de la experiencia de cada uno de los asistentes y los respectivos jefe técnicos de PRODESAL.

Priorización de estudios por la Comisión Regional de Riego

A continuación, se muestra el orden de priorización de la Comisión Regional de Riego:

1. Aguas Subterráneas.
2. Demanda de Agua en la cuenca.
3. Diagnóstico de Derechos de aprovechamiento de aguas.
4. Unificación de bocatomas.
5. Diagnóstico de mejoramiento de la red canales de la cuenca.

6. Eficiencia en el uso de agua de riego.
7. Percepción de los proyectos programas y estudios.

Priorización de programas

Tabla 134. Estadísticos cuenca costera Tomé.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		3	1	5	6	2	4
Desv. típ.		0,934	1,328	0,688	0,302	0,647	1,136

a. Subcuenca = Tomé

La cuenca costera de Tomé prioriza en primera posición el agua potable rural, en segunda posición derechos de aprovechamiento, tercera posición transferencia tecnológica en riego, cuarta posición contar con un seguimiento el plan de riego en la cuenca, quinta posición programas de drenaje y sexta posición tener una red de medición de nieve.

Tabla 135. Estadísticos subcuenca Itata Bajo.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	29	29	29	29	29	29
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		2	1	5	6	2 ^a	3
Desv. típ.		1,379	1,526	1,650	1,684	1,502	1,711

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Itata Bajo

La subcuenca de Itata Bajo prioriza en primera posición el agua potable rural, en segunda posición comparten los derechos de aprovechamiento y transferencia tecnológica en riego, tercera posición contar con un seguimiento el plan de riego en la cuenca, quinta posición programas de drenaje y sexta posición tener una red de medición de nieve.

Tabla 136. Estadísticos subcuenca Itata Medio.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		3	1	6	5	2	4
Desv. típ.		0,539	0,302	1,221	1,104	1,120	1,027

a. Subcuenca = Itata Medio

La subcuenca de Itata Medio prioriza en primera posición el agua potable rural, en segunda posición derechos de aprovechamiento, tercera posición transferencia tecnológica en riego,

tercera posición contar con un seguimiento el plan de riego en la cuenca, quinta posición tener una red de medición de nieve y sexta posición programas de drenaje y recuperación de tierras.

Tabla 137. Estadísticos subcuenca Itata Alto.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	16	16	16	16	16	16
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1	3	4 ^a	6	2	3
Desv. típ.		1,662	1,352	1,826	1,740	1,815	1,652

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Itata Alto

La subcuenca de Itata alto prioriza en primera posición la necesidad de tener proyectos de transferencia tecnológica, segunda posición derecho de aprovechamiento de aguas, tercera posición agua potable rural, cuarta posición contar con un seguimiento y fiscalización del plan de riego de la cuenca, quinta posición recuperar tierras a través de proyectos de drenajes y sexta posición tener una red de medición de nieve.

Tabla 138. Estadísticos subcuenca Ñuble Bajo.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	13	13	13	13	13	13
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1	2	6	4 ^a	1	5
Desv. típ.		1,895	1,613	1,316	1,605	1,450	1,441

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Subcuenca = Ñuble Bajo

La subcuenca de Ñuble Bajo prioriza en primera posición la necesidad de proyectos que apoyen el agua potable rural, segunda posición derechos de aprovechamiento de las aguas, tercera posición transferencia tecnológica en riego, cuarta posición contar con un plan de riego de la cuenca del Itata, quinta posición tener una red de medición de nieve y sexta contar con proyecto de recuperación de tierras por drenaje.

Tabla 139. Estadísticos subcuenca Ñuble Alto.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	7	7	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		3	1	6	5	2	4
Desv. típ.		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. Subcuenca = Ñuble Alto

En San Fabián el orden que los asistentes dieron a las programas ubica en primer lugar los APR considerando primordial el agua para consumo humano por sobre el riego, seguido por la

regularización de los derechos de aprovechamiento de agua, tema con una preponderancia transversal en toda la cuenca. En tercera posición la transferencia tecnológica en temas relativos al riego. En cuarto lugar se ubica el seguimiento del plan de riego de la cuenca del Itata con la intención de ver resultados concretos del trabajo hasta el momento realizado en la cuenca. En penúltimo lugar un sistema integrado de medición de almacenamiento de nieve y predicción de caudales de primavera y verano. Y por último debido a las condiciones de la subcuenca Ñuble Alto no consideran relevante un sistema integral de drenaje dadas a las características del suelo.

Cabe destacar que en esta subcuenca la desviación típica es cero debido a que los asistentes se organizaron y votaron en bloque, lo que produjo unanimidad en la votación.

Tabla 140. Estadísticos subcuenca Cobquecura.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	11	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1	2	6	5	3	4
Desv. típ.		0,674	0,539	0,924	0,522	1,009	0,647

a. Subcuenca = Cobquecura

La subcuenca costera de Cobquecura prioriza en primera posición la necesidad de proyectos que apoyen la transferencia tecnológica en riego, en segunda posición agua potable rural, tercera posición derechos de aprovechamiento de las aguas, cuarta posición contar con un plan de riego de la cuenca del Itata, quinta posición contar con estaciones y una red de medición de nieve acumulada y sexta contar con proyecto de recuperación de tierras por drenaje.

Tabla 141. Estadísticos priorización de programas del territorio.

		Transferencia tecnológica en riego	Agua potable rural	Drenaje	Nieve	Derechos de aprovechamiento de aguas	Plan de riego de la cuenca del Itata
N	Válidos	98	98	98	98	98	98
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Moda		1	1	6	6	2	4
Desv. típ.		1,341	1,410	1,457	1,438	1,336	1,460

Priorización del territorio en primera posición comparten la necesidad de contar con programas de agua potable rural y transferencia tecnológica en riego, en segunda posición se encuentra los derechos de aprovechamiento de las aguas, en cuarta posición contar con un seguimiento y fiscalización al plan de riesgo de la cuenca del Itata, y en sexta posición comparten posición la recuperación de tierras a través del drenaje y contar con una red de estaciones de medición de nieve acumulada.

Los resultados encontrados expresan la necesidad de avanzar en los programas que apoyen la disponibilidad de agua para consumo humano y riego, en conjunto con la capacitación y tecnificación en el uso de este recurso apoyando a los regantes con nuevas tecnologías y mejoras en sus cultivos. Podemos inferir que los derechos de aprovechamientos son una de las

necesidades inmediatas que tienen los usuarios para avanzar en el desarrollo sustentable y productivo de sus tierras, desde aquí es importante la recuperación de tierras inundadas y contar con una red de medición de nieve acumulada que permita el aprovechamiento óptimo del recurso.

Priorización de programas por la Comisión Regional de Riego

A continuación, se muestra el orden de priorización de la Comisión Regional de Riego:

1. Transferencia tecnológica en riego.
2. Fortalecimiento Agua Potable Rural.
3. Fortalecimiento a las OUAs.
4. Nuevas fuentes para Agua Potable Rural y su reuso.
5. Nieve.
6. Drenaje.

5.7.6 Actividad pública de cierre del estudio y presentación del plan definitivo

Según las bases técnicas de este estudio, se realizó una actividad pública de cierre que se llevó a cabo el viernes 16 de diciembre de 2016 en la ciudad de Chillán. En esta oportunidad se dieron a conocer los resultados y alcances del PGR.

Se convocó a instituciones públicas y privadas (DOH, DGA, INDAP, SAG, SEREMIs, Intendente, gobernadores, alcaldes, organizaciones de regantes y de productores y otras organizaciones importantes del territorio) además de los usuarios del agua en general.

La actividad contó con 47 asistentes registrados, con la presencia del Gobernador (s) de la provincia de Ñuble, Erwin Campos, el SEREMI de Agricultura, Rodrigo García, y el Coordinador Regional de la Comisión Nacional de Riego (CNR), Paulo de la Fuente y agricultores, dirigentes agrícolas y académicos de la cuenca.

Los resultados fueron presentados por el encargado del estudio de la CNR y por el Jefe de estudio por parte de la consultora.

Los resultados fueron presentados dada la naturaleza de la inversión asociada, es decir, se presentaron los proyectos que en total sumaron más de 600 iniciativas que se anexan a este documento. Dichos proyectos son requerimientos de agricultores, organizaciones de usuarios como asociaciones de canalistas o las propias juntas de vigilancia.

Se presentaron además un conjunto de iniciativas para ser abordadas como estudios básicos y programas que fueron a su vez, validadas y priorizadas en los diferentes talleres de participación ciudadana.

Cabe señalar, que en la ocasión y aprovechando la presencia de autoridades vinculadas a la gestión del recurso hídrico en el territorio, se hicieron consultas respecto a casos y requerimientos pendientes de representantes de agricultores que no han tenido respuestas de gestiones que han hecho en servicios públicos. El ambiente del cierre del plan de riego, fue el propicio para que se les diera respuestas y se hayan hecho las aclaraciones correspondientes

por parte de las autoridades consultadas. Claramente esta fue una muestra de los alcances del trabajo en terreno que se llevó a cabo durante este año.

Los productos de las comunicaciones del cierre como la invitación, copia del inserto en el diario, spot radial utilizado para la convocatoria, o la propia presentación realizada en el acto, se muestran en el Anexo 18.

6 CONCLUSIONES

La participación ciudadana en la formulación de este plan, fue un elemento destacable que le aportó identidad a los alcances de este estudio. Una identidad consecuente con los requerimientos de la población, pero a la vez con una perspectiva de mediano y largo plazo que apunta a una mejor gestión del recurso hídrico. En este sentido, cabe destacar además que la participación de los actores relevantes del territorio, coincidieron en una perspectiva de cuenca al momento de definir la caracterización actual de ésta, las brechas y su imagen objetivo.

Los talleres de participación ciudadana a todo nivel, fueron una herramienta fundamental para concretar el presente plan.

En este sentido, cobra especial relevancia la idea de materializar el plan, a través de una ejecución cuyo seguimiento sea una función de quienes participaron en las ideas centrales que en este documento se señalan. De esta manera se espera que los conceptos en los que se sustenta el plan, se mantengan durante su ejecución.

El plan de la cuenca del Itata, no tuvo como único producto un conjunto de proyectos o propuestas de inversión en el ámbito del riego, sino que se generó una estrategia de gestión del recurso en la que convergen estudios, programas y proyectos. El conjunto de estas iniciativas concebidas para ser implementadas en plazos variables por los propios actores del territorio, son el mecanismo mediante el cual se espera alcanzar la imagen objetivo a la forma de políticas públicas con la activa participación de los privados.

Un aspecto que es necesario destacar, es la necesidad transversal por transferencia tecnológica en lo que dice relación con la gestión y mejor utilización del agua en la cuenca. Han sido los propios usuarios quienes consideraron que este aspecto es fundamental para avanzar hacia una cuenca en la que el uso, acceso y conservación de este recurso deben ser optimizados sobre la base del conocimiento y para ello los programas de transferencia de tecnología a todo nivel, son indispensables. No es recomendable la inversión en tecnología, sin el acompañamiento y apoyo técnico que asegure dichos objetivos.

Finalmente, el territorio incluido en esta cuenca, cuenta con organizaciones de usuarios que han visto en este tipo de grupos sociales la manera de avanzar en el uso y distribución equitativa del recurso. Sin embargo, sólo un par de ellas presenta un nivel de profesionalización que permite pensar en que estos objetivos se van alcanzar. Las organizaciones de usuarios deben ser fortalecidas a todo nivel en algunos casos desde su propia formación como en otros en su consolidación y tecnificación.

Este plan es una gran oportunidad para pensar que en la cuenca del río Itata, la utilización del recurso hídrico puede ser sustentable en el largo plazo. La participación ciudadana, la

asociatividad y la transferencia de capacidades son los elementos primordiales de una estrategia de inversión que avance hacia estos objetivos.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. AC Ingenieros consultores Ltda. (2004). Estudio de factibilidad con diseño reparación canal Quillón VIII región del BIO-BIO. Estudio, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, Santiago, Chile.
2. AgrariaSur. (Junio de 2011). Línea base de la situación legal de las organizaciones de usuarios de aguas de la región del Biobío. Recuperado el Noviembre de 2015, de Comisión Nacional de Riego: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/estudios/index/assoc/HASHe31e.dir/CNR-0089.pdf>
3. AGRIMED. (2008). Análisis de vulnerabilidad y adaptación del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos de Chile frente al cambio climático. Informe Técnico, Universidad de Chile .
4. AGRIMED. (2011). Portafolio de propuestas para el programa de adaptación del sector silvoagropecuario al cambio climático en Chile. Informe Técnico, Ministerio del Medio Ambiente , Santiago, Chile.
5. AGROLOG Chile Ltda. (1987). Estudio de suelos proyecto Itata. Etapa I. Estudio, Comisión Nacional de Riego.
6. AGROLOG Chile Ltda. (1988). Estudio de suelos proyecto Itata. Etapa II. Estudio, Comisión Nacional de Riego.
7. AGROLOG Chile Ltda. (1989). Estudio de suelos complementario VIII región. Estudio, Comisión Nacional de Riego.
8. Aguayo, M., Pauchard, A., Azócar, G., & Parra, O. (2009). Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural* , 82 (3), 361-374.
9. Aguilera, G. (2012). Marco de participación de pueblos indígenas área Putre "Proyecto Manejo Sustentable de la Tierra". Santiago, Chile.
10. Alcayaga, S. (1989). Origen, distribución y caracterización de los suelos de drenaje restringido. *Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo* (9), 1-15.
11. Aquaterra Ingenieros Ltda. (2009). Guía de reconocimiento de obras tipo y de procedimientos. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
12. Aquaterra Ingenieros Ltda. (2014). Catastro e inspección preliminar de embalses regiones de Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule y del Biobío. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
13. Aquaterra. (2011). Estudio Hidrogeológico cuenca Biobío e Itata. Estudio, Ministerio de Obras Públicas , Dirección General de Aguas , Santiago, Chile.
14. Arumí, J.L., & Oyarzún, R.A. (2006). Las aguas subterráneas en Chile. *Botelín Geológico y Minero (IGME)* (117(1)), 37-45.
15. Arumí, J.L., Rivera, D., Muñoz, E., & Billib, M. (2012). Interacciones entre aguas superficial y subterránea en la región del Biobío de Chile. *Obras y Proyectos* , 12, 4-13.

16. Arumí, J.L., Rivera, D., Rougier, A. , & Díaz, R. Estimación de pérdidas de agua en tramos de ríos del sistema Laja-Diguillín en la zona central de Chile. *Tecnología y Ciencia del Agua* , 3, 135-141.
17. Asociación Canadiense de Salud Mental . (2003). Trabajo con jóvenes: Una guía para la participación juvenil en la toma de decisiones. Washington,DC.
18. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. y AC Ingenieros Consultores Ltda. (2013). Diagnóstico del riego y drenaje en la VIII región . Estudio, Comisión Nacional de Riego, Santiago, Chile.
19. Azocar, G., Montecinos, P., Paredes, P., Rojas, J., & Aguayo, M. (2012). Agricultura, vulnerabilidad y cambio climático en la región del Biobío, Chile. (J. Rojas, Ed.) *Cambio climático global: vulnerabilidad, adaptación y sustentabilidad* , 329-338.
20. Bauer, C. (2015). Canto de Sirenas. El Derecho de Aguas Chileno como Modelo para Reformas Internacionales. Santiago: El Desconcierto.
21. CADE-IDEPE consultores en ingeniería- DGA. (2004). CUENCA DEL RIO ITATA.
22. CADE-INDEPE. (2003). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Estudio, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
23. Caitanio, F.A., Faccenna, C., Zlotnik, S., & Stegman, D. (2011). Subduction dynamics and the origin of Andean orogeny and the Bolivian orocline. 480, 83-86.
24. Carling, G.T. , Mayo, A.L., Tingey, D., & Bruthans, J. (2012). Mechanisms, timing, and rates of arid region mountain front recharge. *Journal of Hydrology* , 428-429, 15-31.
25. Centro de Información de Recursos Naturales. (2012). Catastro Frutícola. Catastro, Ministerio de Agricultura, ODEPA, Santiago, Chile.
26. Chiwala, K. (2011). Guía para incluir a personas mayores en programas de gestión de riego. (H. International, Ed.) La Paz.
27. CONAF. (n.d.). CONAF. Retrieved 2016 йил 15-diciembre from RESERVA NACIONAL ÑUBLE: <http://www.conaf.cl/parques/reserva-nacional-nuble/>
28. CONAMA. (2006). Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XX. Informe Técnico.
29. CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores. (2000). Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, II Etapa. Ministerio de Obras Publicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
30. Consorcio de Ingeniería Ingendesa-Edic Ltda. (1994). Estudio integral de riego. Proyecto Itata. Estudio, Comisión Nacional de Riego .
31. Corporación Participa. (2003). www.mineduc.cl. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de http://www.mineduc.cl/usuario/convivencia_escolar/doc/201103081148500.Corporacion%20Participa%202003%Jovenes_si_participan_pero_no_creen_en_la_clase_politica.pdf
32. CYGA Consultores. (2011). Definición de alternativas de ingeniería para áreas blancas y adicionales proyecto Laja-Diguillín, VIII región. Estudio de Diagnóstico y Anteproyecto.

33. CYGSA Chile S.A. (2016). Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región. Estudio en ejecución , Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas.
34. CYGSA Chile S.A., MOP, & DOH. (2015). Ingeniería de detalle para áreas blancas y áreas adicionales, proyecto Laja Diguillín, provincia de Ñuble, VIII región. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas.
35. Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos . (2015). Política nacional para los recursos hídricos. Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Santiago, Chile.
36. DGA. (3 de Marzo de 2016). DGA. Obtenido de http://www.dga.cl/DGADocumentos/Derechos_Concedidos_VIII_Region.xls
37. Donavan, P. (22 de Diciembre de 2001). Análisis de contenido. 2. Temuco.
38. Donoso, G. , Cancino, J., & otros. (2010). Análisis del Mercado del Agua de Riego en Chile: una revisión crítica a través del caso de la de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Chile /ODEPA, Departamento de Economía Agraria, Santiago.
39. Dourojeanni, A. (2010). Las mesas del agua y la gestión de cuencas en Chile. Estudio caso región de Atacama. Fundación Chile, Santiago.
40. Escobar, C. (2009). Estudio del comportamiento de las fuentes subterráneas de Chillán para guiar inversiones a mediano y largo plazo. Centro EULA.
41. FAO. (2000). El riego en América Latina y el Caribe en cifras. Informe sobre temas hídricos. Water Report (20), 134.
42. Garreaud, R. (2009). The Andes climate and weather. *Advances in Geosciences* , 22, 3-11.
43. GCF Ingenieros Consultores Ltda. (2006). Estudio e implementación de modelos hidrológicos acoplados a SIG para el manejo y planificación, cuencas de Maule, Mataquito e Itata. Comisión Nacional de Riego, Santiago.
44. GCF Ingenieros consultores Ltda. (2008). Diagnóstico y caracterización de los problemas de drenaje en Chile. Estudio, Comisión Nacional de Riego.
45. Gilbert, R. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. New York: Van Nostrand Reinhold Company .
46. Gobierno de Chile. (8 de 10 de 2015). Noticias: 8 conceptos del proceso para la nueva constitución. Recuperado el 14 de 1 de 2016, de Gobierno de Chile: www.gob.cl/2015/10/13/8-conceptos-del-proceso-para-la-nueva-constitucion/
47. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
48. Instituto Nacional de Estadísticas. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario . Censo, Santiago, Chile.
49. Instituto Nacional de Normalización. (1987). NCh1333. Norma Chilena Oficial.
50. Junta de Vigilancia del Río Diguillín. (2016). Junta de Vigilancia Río Diguillín y sus afluentes. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://www.riodiguillin.cl/>
51. Kinneer, T., & Taylor, J. (1999). *Investigación de Mercados*. Bogotá: McGraw-Hill.
52. La Discusión. (11 de Febrero de 2016). Punilla da paso clave tras conocerse oferta económica de la firma Italiana que se haría cargo de la concesión. *La Discusión* , pág. 6.

53. La Discusión. (Enero de 2016). MOP comenzó actualización de estudios del embalse Zapallar, la deuda pendiente del Laja-Diguillín. págs. 10-11.
54. Ley 19.253. Establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena. (05 de Octubre de 1993). Diario Oficial de la República de Chile .
55. Ley 20.500 Sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública. (16 de Febrero de 2011). Diario Oficial de la República de Chile .
56. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego. (2008). Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maipo, Fase II. Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
57. Martínez Carazo, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión* , 165-193.
58. Ministerio de Obras Públicas. (2010). Chile 2020.
59. Ministerio de Obras Públicas. (2012). Plan regional de infraestructura y gestión del recurso hídrico al 2021. Dirección Regional de Planeamiento , región del Biobío, Chile.
60. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2015). Política Nacional para los recursos hídricos 2015.
61. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2001). Decreto 90. Norma.
62. Montecinos, A. (2012). Cambio climático en la región del Biobío: recursos agua. Cambio climático global: vulnerabilidad, adaptación y sustentabilidad. , 319-328.
63. Moreno, H., & Varela, J. (1985). Geología, volcanismo y sedimentos piroclásticos cuaternarios de la región central y sur de Chile. *Suelos volcánicos de Chile*. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigación Agropecuarias . J. Tosso.
64. Naciones Unidas, CEPAL. (2012). La economía del cambio climático en Chile. Estudio, Santiago, Chile .
65. Nuñez, J.H., Vervist, K., Wallis. J., Shaeffer, M., Morales, L., & Cornelis, W.M. (2011). Regional frequency analyses for mapping drought events in north-central Chile. *J. Hydrol.* (405), 352-366.
66. Pizarro, R., Valdés, R., García-Chevesich, P., Vallejos, C., Sanguesa, C., Morales, C., y otros. (2012). Análisis latitudinal de la intensidad de lluvia y precipitación media anual en Chile. *Chilean journal of agricultural research* , 2 (72), 252-261.
67. Pizarro, R., Vera, M., Helwing, B., & Olivares, C. (2014). Multidecadal variations in annual maximum peak flows in semi-arid and temperate regions of Chile. *Hydrological Sciences Journal* , 2 (59), 300-311.
68. Prisma Ingeniería Limitada. (2004). Plan maestro de manejo de cauces cuenca del río Chillán, VIII región.
69. Prisma Ingeniería. (2002). Proyecto de encauzamiento de defensas fluviales confluencia ríos Ñuble-Cato y Plan de manejo de cauces, ríos Itata, Ñuble y Cato. Etapa diagnóstico. cuenca río Itata, región del Biobío. Estudio, Dirección de Obras Hidráulicas , Santiago, Chile.
70. Procivil Ingeniería Ltda. (2009). Catastro de obras de riego y elaboración de plan de inversiones al año 2018 zona sur-regiones de O'Higgins a Magallanes. Estudio, Ministerio de Agricultura, Comisión Nacional de Riego, Santiago, Chile.

71. Proltata . (1992). Proyecto Itata " Estudio hidrológico y situación actual agropecuaria". Estudio, Comisión Nacional de Riego, Santiago, Chile.
72. Rojas, M. (2014). Identificación de patrones espaci-temporales en series medias mensuales de precipitación y caudal en la cuenca del río Itata, región del Biobío. Tesis de título, Universidad de Concepción , Facultad de Ingeniería Agrícola , Chillán, Chile.
73. Rubio-Alvarez, E., & McPhee, J. (2010). Patterns of spatial and temporal variability in streamflow records in south central Chile in period 1952-2003. *Water Resources Research* , 5 (46).
74. Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., & Amnell, T. (2002). Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and sen's slope estimates-the excel template application Makesens. *Finnish Meteorological Institute* , 31.
75. Sandoval, J. (2003). El Riego en Chile. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, Santiago.
76. Selker, J. , Rupp, M., Leñam, M., & Uribe, H. (2000). Estudio Hidrológico en el Secano Interior. Resultados preliminares del proyecto piloto Portezuelo. Estudio, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, Quilamapu).
77. Sociedad de servicios profesionales en recursos hídricos y medio ambiente Ltda. (2014). Análisis crítico de las redes hidrométricas. Zona Sur. Estudio, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.
78. Solar, X., & Ochoa, G. (2011). Género y políticas públicas: ¿camino a la transversalización?
79. Soychile. (Marzo de 2015). www.soychile.cl. Obtenido de <http://www.soychile.cl/Chillan/Sociedad/2015/03/01/307776/Se-desbordo-el-canal-de-la-luz-en-Chillan-cinco-familias-anegadas.aspx>
80. Soychile. (Mayo de 2015). [soychile](http://www.soychile.cl). Obtenido de [www.soychile.cl: http://www.soychile.cl/Chillan/Sociedad/2015/05/28/325055/Autoridades-anunciaron-obras-de-mejoramiento-de-Canal-de-la-Luz-en-Chillan-por-28-millones.aspx](http://www.soychile.cl/Chillan/Sociedad/2015/05/28/325055/Autoridades-anunciaron-obras-de-mejoramiento-de-Canal-de-la-Luz-en-Chillan-por-28-millones.aspx)
81. Stewart, R.D., Majdi, R., Najm, A., Rupp, D., Lane, J., Uribe, H., y otros. (2015). Hillslope runoff thresholds with shrink-swell clay soils. 29, 557-571.
82. Thiele, R., Moreno, H., Elgueta, H., Lahsen, A., Rebolledo, S., & Petit-Breuilh, M. (1998). Evolución geológico-geomorfológica cuaternaria del tramo superior del valle del río Laja. *Revista geológica de Chile* , 25(2), 229-253.
83. Tipula, P. (2008). Metodología de mapeo territorial. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de SUSTAINABLE SANITATION AND WATER MANAGEMENT TOOLBOX: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIPULA%202008%20Metodologia%20de%20Mapeo%20Territorial-SPANISH.pdf
84. UdeC. (2000). Diagnóstico de organizaciones de usuarios del agua de riego - cuenca del río Itata - VIII región. Recuperado el noviembre de 2015, de Ministerio de Obras Públicas: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/uni.pdf>
85. UdeC. (2008). Programa de aplicación tecnológica en sistemas de riego y cultivos, Laja-Diguillín, cuarta etapa. Recuperado el noviembre de 2015, de Comisión Nacional de Riego:

http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/estudios/index/assoc/HASH078a.dir/CNR-0083_10.pdf

86. UdeC. (2011). Diagnóstico y plan de desarrollo participativo para el área del futuro embalse Punilla. Recuperado el noviembre de 2015, de Comisión Nacional de Riego: http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/estudios/index/assoc/HASH724f.dir/CNR-0148_1.pdf
87. Universidad de Chile . (2008). Sistematización de políticas y estrategias de adaptación nacional e internacional al cambio climático del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos. Informe, Departamento de ciencias ambientales y recursos naturales renovables, Facultad de ciencias agronómicas , Santiago, Chile.
88. Universidad de Concepción . (2002). Proyecto evaluación de fuentes de agua de la comuna de Ninhue. Estudio, Gobierno Regional del Biobío, Chile.
89. Universidad de Concepción . (2011). Diagnóstico y plan de desarrollo participativo para el área del futuro embalse Punilla. Estudio, Comisión Nacional de Riego , División de Estudios y Desarrollo, Santiago, Chile .
90. Valdés-Pineda, R., Pizarro, R., García-Chevesich, P., Valdés, J.B., Olivares, C., Vera, M., y otros. (2014). Water governance in Chile: Availability, management and climate change. *Journal of Hydrology* (519), 2538-2567.
91. Yañez, N., & Molina, R. (2011). Las aguas indígenas en Chile. Santiago, Chile: LOM.